

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DIGESTÓRIO E DA
CAPACIDADE DIGESTIVA DE FRANGOS DE CORTE
ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
ENERGIA METABOLIZÁVEL**

Naiara Simarro Fagundes
Médica Veterinária

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL
2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DIGESTÓRIO E DA
CAPACIDADE DIGESTIVA DE FRANGOS DE CORTE
ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
ENERGIA METABOLIZÁVEL**

Naiara Simarro Fagundes

Orientador: Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – UFU, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Produção Animal).

UBERLÂNDIA – MG
Setembro de 2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

F156d Fagundes, Naiara Simarro, 1986-
2011 Desenvolvimento do sistema digestório e da capacidade diges-
tiva de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de
energia metabolizável / Naiara Simarro Fagundes. - 2011.
84 f. : il.

Orientador: Evandro de Abreu Fernandes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Frango de corte - Nutrição - Teses. 3.
Frango de corte - Metabolismo - Teses. I. Fernandes, Evandro de
Abreu, 1949- . II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa
de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 619

DADOS CURRICLARES DO AUTOR

NAIARA SIMARRO FAGUNDES – Uberlândia, 04 de março de 1986. Médica Veterinária graduada pela Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia no segundo semestre de 2008. Especialista em Ciência Avícola do V Curso de Especialização em Ciência Avícola Turma 2009/2010 da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia. Ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia no ano de 2009, onde atualmente é mestranda na área de Produção Animal e na linha de pesquisa de Produção de forragens, nutrição e alimentação animal.

Não seja empurrado por seus problemas.
Seja conduzido por seus sonhos.
(Autor desconhecido)

Dedico aos meus amados pais Nerlito e Marilene
e irmãs Nadia, Núbia e Natália.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, saúde e por iluminar meus caminhos.

À minha mãe Marilene por todo incentivo, carinho e dedicação em todos os momentos.

Às minhas irmãs Nadia, Núbia e Natália pelo precioso carinho, auxílio e apoio.

Aos meus sobrinhos Isabela e Artur pelo carinho incondicional.

Ao meu amado pai Nerlito, por sempre me apoiar e acreditar nos meus objetivos e que mesmo distante sei que nos momentos difíceis esteve ao meu lado me dando forças para continuar.

Ao meu querido orientador Evandro pelo incentivo, apoio e exemplo.

Ao meu querido amigo Hugnei pelo auxílio nas análises laboratoriais e pelas intermináveis conversas.

Ao funcionário Rivaldo pela dedicação na criação dos animais.

Aos amigos Bernardo, Camila, Eduardo, Marcela, Michel, Stefânia e Thaís pela preciosa ajuda durante o experimento.

Ao Professor Marcelo Beletti e aos técnicos Estér e Fabrício pelo auxílio com as análises histológicas.

Aos membros da Banca Dra. Alice, Dr. José Fernando, Dra. Mônica e Dr. Paulo Roberto pela dedicação.

À Prof^a. Mara pela ajuda e ensinamentos durante toda minha vida acadêmica.

Aos amigos de mestrado e aos amigos Dayana e Domingos pela companhia.

A todos os meus familiares e amigos pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1.1 Energia.....	2
1.2 Sistema digestório	4
1.2.1 Mudanças do trato gastrointestinal após eclosão	5
1.2.2 Desenvolvimento do sistema digestório das aves	6
1.2.2.1 Mucosa intestinal.....	9
1.2.2.2 Atividade enzimática.....	11
1.3 Digestibilidade.....	12
REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DIGESTÓRIO DE FRANGOS DE CORTE ATÉ 28 DIAS DE IDADE ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL	27
2.1 Introdução	28
2.2 Material e Métodos	29
2.2.1 Localização e época de realização	29
2.2.2 Aves e instalações.....	29
2.2.3 Delineamento e tratamentos experimentais	29
2.2.4 Manejo experimental	33
2.2.5 Variáveis analisadas.....	33
2.2.6 Análise estatística	34
2.3 Resultados e Discussão.....	35
2.4 Conclusões	42
REFERÊNCIAS	42
CAPÍTULO 3 – INFLUÊNCIA DO NÍVEL DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DA RAÇÃO SOBRE A CAPACIDADE DIGESTIVA DE FRANGOS DE CORTE DO ALOJAMENTO ATÉ 27 DIAS DE IDADE	46
3.1 Introdução	47
3.2 Material e Métodos	48
3.2.1 Localização e época de realização	48
3.2.2 Aves e instalações.....	48
3.2.3 Delineamento e tratamentos experimentais	48
3.2.4 Manejo experimental	52
3.2.5 Variáveis analisadas.....	53
3.2.6 Análise estatística	53
3.3 Resultados e Discussão.....	53
3.3.1 Matéria seca.....	53
3.3.2 Matéria gorda	55
3.3.3 Proteína bruta.....	60
3.3.4 Fibra bruta	63
3.3.5 Matéria mineral.....	64
3.3.6 Extrativo não nitrogenado.....	66
3.3.7 Energia	67
3.4 Conclusões	69
REFERÊNCIAS	69

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

	Página
Tabela 1 – Composição das rações experimentais pré-iniciais (1-9 dias) com energia metabolizável baixa, média, alta e muito alta para frangos de corte. ...	30
Tabela 2 Composição das rações experimentais iniciais (10-21 dias) com energia metabolizável baixa, média, alta e muito alta para frangos de corte. ...	31
Tabela 3 – Composição das rações experimentais de engorda (22-28) com energia metabolizável baixa, média, alta e muito alta para frangos de corte. ...	32
Tabela 4 – Peso corporal e peso relativo do esôfago, inglúvio, proventrículo e moela de frangos de corte de quatro a 28 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.	35
Tabela 5 – Peso relativo do duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon + cloaca de frangos de corte de quatro a 28 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.	37
Tabela 6 – Comprimento relativo do duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon de frangos de corte de quatro a 28 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.	38
Tabela 7 – Largura e altura de vilosidades, distância entre vilosidades e a quantidade de aumento da área de superfície de absorção do duodeno de frangos de corte de quatro a 28 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.	39
Tabela 8 – Peso relativo do fígado e pâncreas de frangos de corte de quatro a 28 dias de idade alimentados com rações de diferentes níveis de energia metabolizável.	40
Tabela 9 – Peso relativo do saco vitelino (%) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável, aos quatro e sete dias de idade.	41

CAPÍTULO 3

Tabela 1 – Composição das rações experimentais pré-iniciais (1-9 dias) com energia metabolizável baixa, média, alta e muito alta para frangos de corte. ...	49
Tabela 2 - Composição das rações experimentais iniciais (10-21 dias) com energia metabolizável baixa, média, alta e muito alta para frangos de corte. ...	50

Tabela 3 – Composição das rações experimentais de engorda (22-27) com energia metabolizável baixa, média, alta e muito alta para frangos de corte. ...	51
Tabela 4 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade da matéria seca por frangos de corte até os 27 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.....	54
Tabela 5 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de matéria gorda por frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.	56
Tabela 6 – Desdobramento da interação entre nível de energia metabolizável e idade para absorção de matéria gorda (g) por frangos de corte.....	57
Tabela 7 – Desdobramento da interação entre nível de energia metabolizável e idade para digestibilidade da matéria gorda (%) em frangos de corte.....	58
Tabela 8 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de proteína bruta por frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.	61
Tabela 9 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de fibra bruta por frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.	63
Tabela 10 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de matéria mineral por frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.....	65
Tabela 11 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de extrativo não nitrogenado por frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.	67
Tabela 12 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade do conteúdo de energia bruta da dieta por frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.....	68

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DIGESTÓRIO E DA CAPACIDADE DIGESTIVA DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL

RESUMO – O objetivo foi avaliar o efeito de rações com diferentes níveis de energia metabolizável sobre o desenvolvimento do sistema digestório e da capacidade digestiva de frangos de corte. Foi realizado experimento fatorial 4x9 (níveis de energia metabolizável: baixo, médio, alto e muito alto; x idade: a cada três dias de um a 28 dias de idade). Quatro aves de cada tratamento foram eutanasiadas e tiveram o peso corporal, peso relativo dos diversos componentes do trato gastrintestinal (TGI) e glândulas anexas e o comprimento relativo dos segmentos intestinais calculados. Características das vilosidades e área de superfície de absorção da mucosa duodenal foram avaliadas. A digestibilidade foi avaliada por meio do método de coleta total de excretas. O nível de energia metabolizável não influenciou o desenvolvimento do TGI e glândulas anexas de frangos de corte, com exceção do íleo. A partir de 21 dias de idade é possível aumentar a energia metabolizável sem prejudicar a digestibilidade da matéria gorda, o que indica que a partir desta idade os frangos de corte possuem capacidade de digerir maior quantidade de gorduras. As aves no período do alojamento até 27 dias de idade digeriram melhor os nutrientes de dietas com nível de energia metabolizável médio. O nível energético da dieta influenciou de maneira diferente a digestibilidade dos nutrientes, sendo que no período estudado a maior taxa de digestibilidade foi até três dias de vida, tendo uma queda brusca até o período de sete a nove dias de idade e um aumento a partir deste período sem, no entanto, alcançar a digestibilidade dos três primeiros dias de idade.

Palavras-Chave: aves, nutrição, densidade energética, metabolismo

DEVELOPMENT OF THE DIGESTIVE SYSTEM AND DIGESTIVE CAPACITY OF BROILER FED DIFFERENT LEVELS OF METABOLIZABLE ENERGY

SUMMARY – The objective of this study was to evaluate the effect of diets with different metabolizable energy levels on the development of the digestive system and digestive capacity of broilers. This experiment employed a 4x9 factorial design (metabolizable energy levels: low, medium, high and very high; x age: every three days until 28 days old). Four birds from each treatment were euthanized and had body weight, relative weight of various components of the gastrointestinal tract (GIT) and accessory glands and the relative length of intestinal segments evaluated. Characteristics of villi and absorptive surface area of the duodenal mucosa were evaluated. Digestibility was evaluated using the method of total excreta collection. The metabolizable energy level did not influence the development of the TGI and accessory glands of broilers, with the exception of the ileum. From 21 days of age, it's possible to increase the metabolizable energy without harming the digestibility of fat, indicating that from this age the broilers can digest greater amount of fat. The birds until 27 days old best digested nutrients in diets with medium metabolizable energy level. The energy level of the diet differently influenced the digestibility of nutrients, and in the period studied, the highest rate of digestibility was up three days of life, with a sharp decline until the period of seven to nine days of age and an increase from this period without, however, reach the digestibility of the first three days of age.

Keywords: birds, nutrition, energy density, metabolism

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

A principal meta da avicultura moderna é reduzir os custos de produção e aumentar a produtividade e para isso, utiliza ferramentas como a genética, manejo e, em especial, a nutrição. Por representar o maior custo de produção, cerca de 64% do custo total da produção de frangos de corte (CARVALHO et al., 2008), a nutrição deve atingir o máximo de eficiência e, para que isso ocorra, é necessário uma dieta completa capaz de suprir todas as exigências nutricionais e um perfeito funcionamento do sistema digestório das aves.

As rações são formuladas com a finalidade de atender as exigências energéticas e nutritivas das aves, resultando em um ótimo desempenho animal. Para isso é necessário determinar a digestibilidade de nutrientes assim como os valores de energia metabolizável das rações ou dos ingredientes para aves. O nível de energia na dieta é a preocupação inicial de todos os nutricionistas por representar um custo alto, além de uma alimentação deficitária ou em excesso comprometer diretamente a produtividade dos animais, podendo alterar a composição da carcaça.

Carboidratos simples (amido), lipídeos (gorduras e óleos) e proteínas são as principais fontes de energia da dieta, porém é necessário que a sua digestão e absorção ocorram de maneira efetiva para que esta energia possa ser utilizada pelo animal. Após a eclosão, diversas mudanças acontecem no sistema digestório das aves até alcançar seu pleno desenvolvimento funcional. Em animais jovens, a digestão de gorduras é prejudicada pela menor capacidade de produção de lipase pancreática e deficiência na produção de bile (FREEMAN, 1984), além das gorduras terem uma menor absorção, visto que o intestino delgado ainda não se encontra totalmente maturado (MORAN Jr., 1989).

É possível que rações com diferentes níveis de energia metabolizável estimulem de maneira diferente o desenvolvimento do sistema digestório bem como a absorção de nutrientes pelas aves jovens. Conhecer a influência do nível energético da dieta em relação ao desenvolvimento do sistema digestório e a evolução da digestibilidade de frangos de corte, proporcionará um uso consciente, eficiente e otimizado dos lipídeos e demais nutrientes em rações de aves jovens, proporcionando ao avicultor uma maior produtividade com custos menores.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de rações com diferentes níveis de energia metabolizável sobre o desenvolvimento do sistema digestório e da capacidade digestiva de frangos de corte.

1.1 Energia

A energia não é um nutriente, mas o resultado da oxidação de nutrientes durante o metabolismo animal (NRC, 1994), entendendo-se energia a capacidade de realizar trabalho. Os constituintes orgânicos dos alimentos (glicídios, lipídios e proteínas) representam uma energia química potencial que será utilizada pelo organismo do animal, enquanto as vitaminas, os micro e macro elementos minerais, como o fósforo, representam meios de viabilização desta energia. Assim, a energia química armazenada em um alimento é liberada pelo processo oxidativo no organismo, o que proporciona a capacidade de atender as demandas de energia gastas nos processos metabólicos de manutenção e de trabalho e na produção dos animais (ANDRIGUETTO et al., 1988).

Os lipídeos são importantes fontes de energia e são encontrados nos óleos e gorduras. A sua incorporação na alimentação das aves pode ser considerada um avanço na nutrição, pois além de elevar a densidade energética, traz vantagens como: melhora na palatabilidade da ração, diminuição da pulverulência das rações, diminuição da taxa de passagem do alimento no trato gastrintestinal, aumento de consumo, redução no incremento calórico e melhora na conversão alimentar (MORITA, 1992; BRAGA & BAIÃO, 2001).

Nos alimentos, a fração de extrativo não nitrogenado constitui os carboidratos mais solúveis e, portanto, os carboidratos mais digestíveis (MORRISON, 1966). Constituído principalmente de amido, é a fração que menos fornece energia, se comparado na base molar com as proteínas e gorduras. Entretanto, pela proporção normalmente alta com que participam das dietas, acabam sendo os que mais contribuem energeticamente na alimentação animal (NUNES, 1998).

O nível de energia metabolizável da ração limita a ingestão do alimento, visto que as aves comem para satisfazer suas exigências energéticas e, por isso, quando

o nível de energia é aumentado, os demais nutrientes devem manter uma relação constante para que a alimentação não fique deficiente nos demais nutrientes, neste caso constitui um aumento na densidade energética e nutricional da ração. Existem estratégias nutricionais nas quais apenas o nível de energia metabolizável é modificado, não ajustando a relação de energia:proteína e demais nutrientes, mas são situações que podem comprometer o desempenho animal. O consumo de ração, peso vivo, ganho de peso e conversão alimentar podem variar de acordo com o nível de energia metabolizável da ração (SAKOMURA et al., 2004b; MENDONÇA, et al., 2008).

Estudos mostraram que o desempenho do pintinho na primeira semana de vida não é afetado pelo aumento apenas do nível de energia metabolizável da dieta (CANÇADO & BAIÃO, 2002b; XAVIER et al., 2008). Os diferentes níveis de energia da ração pré-inicial não tiveram efeito no consumo de ração e conversão alimentar de um a 21 dias de idade, mas mostrou efeito linear negativo dos níveis de energia metabolizável das rações pré-iniciais no ganho de peso (XAVIER et al., 2008). Entretanto, CANÇADO & BAIÃO (2002b), avaliando o desempenho de frangos de corte até 21 dias de idade alimentados com ração incluída ou não de óleo, concluíram que aves que receberam óleo na ração, e conseqüentemente tiveram um aumento na energia metabolizável, apresentaram ganho de peso superiores e melhores índices de conversão alimentar de um a 12 dias de idade, sugerindo que a adição de óleo à ração inicial de frangos de corte melhora o seu desempenho.

GHAFARI et al. (2008) analisaram o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com sete diferentes níveis de energia metabolizável, ajustando os níveis de nutrientes a fim de manter a mesma relação energia:nutriente, na fase de crescimento (11-28 dias) e na terminação (28-49 dias). No período de crescimento, as aves alimentadas com dietas de baixo nível de energia tiveram consumo de ração e ganho de peso menores e conversão alimentar pior, sugerindo que o menor consumo de ração foi devido à baixa capacidade do trato gastrointestinal decorrente do baixo crescimento das aves nesta fase em conseqüência da menor ingestão de energia metabolizável e nutrientes. Na fase de terminação, o consumo de ração não foi influenciado pelo nível energético e

o ganho de peso e conversão alimentar foi menor e pior, respectivamente, apenas no nível mais baixo de energia.

1.2 Sistema digestório

O sistema digestório das aves é constituído de bico, língua, faringe, esôfago, inglúvio, proventrículo, moela, intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo), intestino grosso (ceco e cólon), cloaca e glândulas anexas (fígado e pâncreas), tendo as funções específicas de deglutir, digerir, absorver e excretar as frações não digeridas.

A ave utiliza o bico para apreender o alimento e com a ajuda de movimentos da cabeça realiza a deglutição. O alimento então, passa pela faringe e é levado ao inglúvio (papo) pelo esôfago.

O inglúvio é uma dilatação do esôfago onde os alimentos são armazenados e amolecidos. A entrada do bolo alimentar no inglúvio é controlada principalmente pelo tônus do esôfago nesta região. Receptores de estiramento localizados na parede do inglúvio são estimulados pela distensão do órgão e ajudam no processo regulatório de ingestão (MACARI et al., 1994).

O proventrículo ou estômago glandular é um órgão fusiforme, localizado entre o inglúvio e a moela. Possui uma mucosa de glândulas tubulares simples, com função secretora de muco, e glândulas tubulares complexas (oxintopépticas), com função secretora de ácido clorídrico e pepsinogênio (STURKIE, 1991).

A moela ou estômago muscular, localizada logo após o proventrículo, é o órgão onde ocorre a maior parte da digestão ácida do alimento (proteólise). Ele é formado por dois pares de músculos, uma musculatura mais delgada e outra mais grosseira, cujas contrações rítmicas e sincronizadas homogeneizam, maceram e projetam o alimento para a próxima estrutura do trato (BUENO, 2006). TURK (1982) sugere que o tamanho da partícula é o regulador da passagem pela região pilórica, ou seja, o bolo alimentar permanecerá na moela até ser suficientemente reduzido em um tamanho entre 15-40µm.

O intestino delgado, composto pelo duodeno, jejuno e íleo, possui grande importância no processo de digestão e principalmente na absorção de nutrientes.

Nele são liberados os sais biliares produzidos pelo fígado os quais emulsificam as gorduras fazendo com que as mesmas possam sofrer ação de enzimas, facilitando também a absorção. Há também a liberação de enzimas produzidas pelo pâncreas que irão atuar na digestão do alimento. Os processos de absorção são totalmente dependentes dos mecanismos que ocorrem na mucosa intestinal, pois é sabido que os monômeros oriundos da digestão dos carboidratos, lipídeos e proteínas são absorvidos através da atividade de transportadores de membrana. Assim, a integridade das células que compõe a mucosa intestinal é de fundamental importância para a absorção de nutrientes (CASTRO, 2005). O intestino delgado tem a função de digerir e absorver que é facilitada pelas pregas da mucosa disposta em círculos, pelos vilos intestinais (projeções digitiformes) e pelos microvilos (STISON, CALHOUN, 1982) que promovem a absorção de nutrientes do lúmen intestinal para o sangue (STURKIE, 1991).

O intestino grosso das aves possui dois cecos que atuam na absorção de água e na digestão de aminoácidos por uma microbiota cecal (TURK, 1982; MORTENSEN, 1984; CHAPLIN, 1989). O cólon-reto é o segmento final do intestino grosso e desemboca na cloaca.

1.2.1 Mudanças do trato gastrintestinal após eclosão

Na eclosão, o sistema digestivo da ave está anatomicamente completo, mas sua capacidade funcional de digestão e absorção ainda está imatura. Após a eclosão, os pintainhos sofrem uma transição metabólica e fisiológica em função da troca da alimentação dos nutrientes do saco vitelínico para um alimento exógeno. Por esse motivo, o trato gastrintestinal sofre grandes alterações, como a maturação do intestino, por meio de alterações fisiológicas, além de morfológicas como: aumento no comprimento do intestino, na altura e densidade dos vilos e, conseqüentemente, no número de enterócitos, células caliciformes e células enteroendócrinas (IMONDI, BIRD, 1966; BARANYIOVA, 1972; BARANYIOVA & HOLAN, 1976 apud MAIORKA et al. 2002).

Os enterócitos vindos do embrião são orientados para transferência de imunoglobulinas, mas após a eclosão há um desenvolvimento imediato de

enterócitos especializados para digestão e absorção (UNI et al., 1998b; UNI et al., 2003ab). Em duas semanas de vida a transição da superfície entérica é completa e todas as células embrionárias remanescentes são eliminadas (MORAN Jr., 2007). De acordo com MORAN JR. (1989), as novas células especializadas para digestão e absorção não estão completamente desenvolvidas até duas a três semanas após o nascimento.

Diferentes estratégias alimentares podem proporcionar uma melhor nutrição do embrião ou do pintinho após a eclosão contribuindo nesta transição metabólica e fisiológica e conseqüentemente um aumento no desempenho da ave (BARANYIOVA, 1987; NOY & PINCHASOV, 1993; OHTA et al., 1999; TAKO et al., 2004; FOYE et al., 2006ab).

1.2.2 Desenvolvimento do sistema digestório das aves

Imediatamente após a eclosão, os pintainhos utilizam suas limitadas reservas corporais para conseguir um rápido desenvolvimento físico e funcional do trato gastrintestinal, a fim de desenvolver a capacidade de digerir alimentos e assimilar nutrientes (UNI & FERKET, 2004). Segundo NITSAN et al. (1991), o sistema digestivo da ave nos primeiros dias de idade cresce mais rapidamente que o restante do corpo ou até mesmo os órgãos essenciais como coração e pulmões, sendo que nos 27 primeiros dias de idade o intestino delgado apresenta crescimento alométrico quatro vezes maior do que o da carcaça total da ave. No entanto, o crescimento do trato gastrintestinal pode ser influenciado por diversos fatores.

Dietas com diferentes níveis de polissacarídeos não amídicos podem influenciar o tamanho do trato gastrintestinal, fazendo com que o mesmo aumente na tentativa de melhorar a utilização dos nutrientes. Sua presença pode aumentar a viscosidade no intestino delgado e diminuir o contato entre as enzimas digestivas e os substratos, diminuindo, portanto a absorção de nutrientes e desempenho de frangos de corte (CHOCT & ANNISON, 1992; ALMIRALL et al., 1995; CHOCT et al., 1995). Níveis altos de polissacarídeos não amídicos aumentam tanto o tamanho do trato quanto o peso relativo do duodeno jejuno, íleo e ceco (JORGENSEN et al. 1996, STEENFELDT, 2001). De acordo com BRENES et al. (1993) o aumento dos

intestinos e do sistema digestório como um todo pode ser uma resposta adaptativa ao aumento pela necessidade de enzimas.

O uso de exoenzimas que melhoram a disponibilidade dos nutrientes pode levar a uma diminuição dos órgãos do sistema digestório das aves, visto que maior proporção de polissacarídeos não amídicos é hidrolizada, atenuando a resposta secretora dos órgãos e dos seguimentos intestinais. Quando rações foram suplementadas com níveis mais altos de xilanase e β -glucanase (enzimas que degradam polissacarídeos não amídicos), WANG et al. (2005) observaram que o peso e o tamanho do duodeno, jejuno e íleo e o tamanho do ceco diminuíram linearmente até 21 dias de idade. Aos 42 dias de idade, o peso e tamanho do íleo e ceco tiveram uma diminuição linear com o aumento da inclusão de enzimas. O fígado e pâncreas tiveram uma diminuição linear com a inclusão de enzimas tanto aos 21 quanto aos 42 dias de idade. THOMAS & RAVIDRAN (2008), utilizando dietas isoenergéticas de trigo + xilanase, milho e sorgo, não encontraram diferenças no peso do fígado, pâncreas, proventrículo, moela e nem no tamanho e peso do duodeno, jejuno, íleo, intestino delgado e cecos de aves aos 14 dias de idade, porém observaram uma tendência de maiores moelas ($P=0,09$) e íleo ($P=0,07$) em aves alimentadas com sorgo.

SAKOMURA et al. (2004a) observaram que a taxa de crescimento do pâncreas diminuiu linearmente com a idade da ave. O valor máximo de crescimento ocorreu no sétimo dia de idade. A partir dos 14 dias, este índice teve uma diminuição constante até 28 dias de idade. Entre a 28 e 35 dias houve queda mais brusca.

Aves alojadas ao nascimento apresentaram um maior crescimento alométrico do fígado, pâncreas e intestinos em relação às aves alojadas 24 e 48 horas após o nascimento (CANÇADO & BAIÃO, 2002a). Seus estudos mostraram também que o fígado teve um maior crescimento na primeira semana de vida, o pâncreas apresentou maiores valores de crescimento aos seis, nove e 15 dias de idade e que o pico de crescimento dos intestinos foi até o sexto dia, mostrando que os órgãos digestivos crescem mais rapidamente logo após o nascimento.

CANÇADO & BAIÃO (2002a) não observaram alterações no crescimento do fígado, pâncreas e intestinos em aves de zero a 15 dias de idade que receberam dietas com ou sem óleo (menor nível de energia metabolizável). Em aves com 49

dias de idade alimentadas com sete níveis de energia metabolizável com os níveis de nutrientes ajustados foram encontrados menores pesos relativos do trato gastrintestinal aos 49 dias de idade quando as mesmas receberam dietas mais energéticas, no entanto, o peso do fígado não foi alterado pelo nível energético da dieta (GHAFARI et al., 2008). Estudos mostraram que aves alimentadas com diferentes níveis de energia apresentaram efeito quadrático para peso dos intestinos e efeito linear positivo para peso do fígado com vesícula biliar e para o peso do pâncreas (XAVIER et al., 2008). De acordo com estes autores, a presença de ácidos graxos em níveis elevados pode ter estimulado o aumento secretório de enzimas digestivas, promovido pela hipertrofia das células secretoras e, conseqüentemente, ter provocado aumento no pâncreas e fígado como um todo.

ZAMAN et al. (2008) verificaram que aves criadas em clima quente apresentaram um maior peso relativo do fígado aos 28 dias de idade quando alimentadas com dietas de maiores níveis energéticos, porém o peso da moela não foi afetado.

O tamanho da partícula e a forma do alimento também exercem influência sobre o tamanho e peso do trato gastrintestinal. AMERAH et al. (2007), ao avaliarem o uso de rações fareladas ou peletizadas feitas a partir de partículas médias (DGM=1,54) ou grosseiras (DGM=1,69), verificaram que aves aos 21 dias de idade alimentadas com ração farelada tiveram relativamente moela e ceco mais pesados e jejuno mais leve em relação às aves alimentadas com ração peletizada. Quando os componentes do trato gastrintestinal foram comparados quanto ao tamanho das partículas, eles se mostraram mais curtos em aves alimentadas com partículas grosseiras de ração farelada em relação às de partículas médias. Não foram encontradas diferenças quando compararam partículas médias e grosseiras de rações peletizadas. O tamanho relativo de todos os componentes do trato gastrintestinal foi menor em aves alimentadas com dietas peletizadas. Segundo FREITAS et al. (2008), as formas físicas da ração pré-inicial não influenciaram o desenvolvimento do proventrículo e dos intestinos, porém a moela teve maior peso relativo aos sete dias de idade com o uso da ração farelada, possivelmente pelo fato da peletização diminuir a exigência de moagem pela moela devido à maior taxa de passagem, fazendo com que esta tenha um menor peso.

A idade da matriz não influenciou nos pesos do fígado, pâncreas, moela + proventrículo e intestino, nem no tamanho do intestino de pintinhos aos sete dias de idade, mesmo quando os pintinhos foram alimentados com diferentes níveis energéticos (MAIORKA et al., 2004).

1.2.2.1 Mucosa intestinal

O desenvolvimento da mucosa intestinal pode ser mensurado pelo aumento da altura e quantidade dos vilos, o que corresponde a um aumento em números de suas células epiteliais (enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas). Segundo YAMAUCHI & ISHIKI (1991), a densidade de vilos é diferente nas várias porções intestinais (duodeno, jejuno e íleo) e o número de vilos é reduzido aos dez dias de idade, independente da linhagem. O fato não implica em menor capacidade absorptiva, e sim em maior desenvolvimento do vilo. Assim, o número de vilos/área é reduzido em função da idade, sendo observada uma redução maior no frango de corte em relação à poedeira. De acordo com MACARI (1999), o número de vilosidades e seu tamanho, bem como o de microvilos, em cada segmento do intestino delgado, conferem a eles características próprias, sendo que na presença de nutrientes a capacidade absorptiva do segmento será diretamente proporcional ao número de vilosidades ali presentes, tamanho dos vilos e área de superfície disponível para a absorção.

UNI et al. (1998a) verificaram que aves alimentadas após 36 horas da eclosão apresentaram agrupamentos de microvilos no primeiro dia de idade e criptas com estruturas anormais entre o sétimo e o nono dia de idade. Dietas isoenergéticas de trigo, milho e sorgo não alteraram o tamanho das criptas e vilos do duodeno proximal, da curva do duodeno, transição duodeno/jejuno e transição jejuno/íleo de aves com 14 dias de idade (THOMAS & RAVINDRAN, 2008). CAMPOS (2006) ao estudar o efeito da substituição de milho por sorgo de baixo tanino no desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos de corte de um a 42 dias de idade, verificou que o desenvolvimento das mucosas intestinais não foi alterado pela substituição completa de milho por sorgo. De acordo com AMERAH et al. (2007), aves de 21 dias de idade alimentadas com rações peletizadas tiveram mucosas

mais extensas e maiores alturas de vilos e depressões de criptas quando comparadas com aves alimentadas com rações fareladas. Porém, outros autores mostram que a forma física da ração não promoveu alterações no comprimento dos vilos e na profundidade das criptas do duodeno, jejuno e íleo das aves aos sete dias de idade (FREITAS et al., 2008).

Estudos mostraram que a mucosa intestinal também pode ser influenciada pelo sexo e peso dos ovos (GIMENEZ et al., 2008). A altura dos vilos jejunais apresentou-se maior nos embriões machos do que nas fêmeas, enquanto que a altura dos vilos ileais foi maior nas fêmeas do que nos machos. A profundidade das criptas no duodeno, jejuno e íleo foi maior nos machos do que nas fêmeas. Embriões de ovos pesados tiveram a maior altura de vilos duodenais, jejunais e ileais, e a maior profundidade de criptas jejunais. Na eclosão, a profundidade de criptas duodenais foi maior nos machos, enquanto que a jejunal e a ileal foram maiores nas fêmeas. Pintos de ovos pesados apresentaram a maior altura de vilos duodenais. Nos três segmentos intestinais, a maior profundidade de cripta foi apresentada por pintos de ovos leves. No sétimo dia de idade, a altura dos vilos duodenais foi maior nos pintos machos, enquanto que a profundidade das criptas duodenais, jejunais e ileais mostrou-se maior nas fêmeas. A altura dos vilos jejunais e ileais foi maior em pintos de ovos pesados.

PELICANO et al. (2003) avaliaram o uso de diferentes probióticos sobre a morfometria e a ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos. Aos 42 dias, verificou-se que as aves que não receberam probióticos apresentaram uma menor altura e perímetro de vilo no duodeno em relação às aves que receberam, não sendo observada esta diferença no jejuno e no íleo. Um aumento significativo foi obtido na altura de vilo (duodeno) e no perímetro (duodeno e jejuno) com o uso do probiótico na água de bebida. Observou-se a menor profundidade de cripta com o uso do probiótico na ração contendo *Saccharomyces cerevisiae*. A não administração do probiótico na água de bebida proporcionou significativamente maiores densidades de vilo, em todos os segmentos do intestino delgado.

Comparando a morfologia da mucosa intestinal de aves suplementadas ou não com acidificantes orgânicos e inorgânicos, verificou-se que as aves do grupo que não receberam rações suplementadas apresentaram maior peso relativo do

jejuno e íleo e, ao mesmo tempo, menor altura de vilosidades, indicando a menor capacidade de utilização de nutrientes em comparação a aves que consumiram antibióticos ou acidificantes (VIOLA & VIEIRA, 2007).

1.2.2.2 Atividade enzimática

As enzimas digestivas aparecem pela primeira vez durante a incubação (MORAN Jr., 1985; ESCRIBANO et al., 1988; IKENO & IKENO, 1991; PINCHASOV, NOY, 1994), aumentando seus níveis após o nascimento. Especialmente a lipase, a amilase e as proteases aumentam na primeira semana de vida (NIR et al., 1988; KROGDAHL & SELL, 1989; NITSAN et al., 1991; SELL et al., 1991; PALO et al., 1995), mas ainda não está claro se a disponibilidade dessas enzimas digestivas limita o crescimento (NITSAN, 1995; NOY & SLKAN, 1995). NITSAN (1995), ao estudar as enzimas pancreáticas e intestinais de pintos que se alimentaram à vontade ou que receberam alimentação forçada, verificou que o conteúdo de enzimas não foi diferente, indicando que os seus níveis em aves jovens provavelmente refletem a máxima capacidade de síntese.

A amilase pancreática, maltase e sacarase atingem a atividade específica máxima dentro de três a quatro dias (MARCHAIN & KULKA, 1967). NOY & SKLAN (1995), trabalhando com pintainhos de corte com quatro dias de idade, demonstraram que a digestão do amido aumentou pouco entre o quarto e o 21º dia de vida das aves, passando de 82 para 89%, respectivamente. NITSAN et al. (1991) observaram que o valor máximo de amilase no pâncreas ocorre no oitavo dia de vida, sendo que no intestino delgado o valor máximo foi encontrado no 17º dia.

A digestão de gordura também melhora com o avançar da idade. SAKOMURA et al. (2004a) concluíram que a digestibilidade da gordura variou com a idade e que tal variação foi associada com a atividade enzimática da lipase. NITSAN et al. (1991) encontraram valores máximos de lipase no pâncreas no oitavo dia e no intestino delgado no quarto dia de vida das aves.

Segundo KROGDAHL & SELL (1989), o desenvolvimento da atividade intestinal da lipase depende do nível de gordura da dieta. CANÇADO & BAIÃO (2002a) observaram que não houve diferença na atividade de lipase no intestino

delgado de aves de zero a três dias de idade em diferentes períodos de jejum (zero, 24 e 48 horas) e em rações com ou sem óleo. No entanto, aos seis dias de idade foi observada maior concentração da enzima no intestino das aves que permaneceram 24 e 48 horas em jejum e comeram ração contendo óleo, seguidos do mesmo grupo alimentados com ração sem óleo.

A atividade das enzimas pancreáticas de pintinhos aos sete dias de idade não são afetadas pela idade da matriz, mas podem ser influenciadas pelo nível energético da dieta. Pintos alimentados com rações de alta energia metabolizável mostraram maior atividade da lipase do que os submetidos a dietas de baixa energia, enquanto a atividade da tripsina não foi afetada (MAIORKA et al., 2004). Estes autores sugerem que a circulação entero-hepática pode ser o fator limitante mais importante para as aves jovens quanto ao uso de lipídeos na dieta, visto que a concentração e a atividade da lipase podem ser moduladas pelo incremento de lipídeos na dieta.

NITSAN et al. (1991) confirmaram a presença de quimiotripsinogênio e de tripsinogênio no pâncreas de pintainhos na eclosão, contudo, a atuação de ambas as enzimas foram baixas até o quinto ou sexto dia de idade quando tiveram um aumento significativo, sendo o ápice da quimiotripsina no décimo dia de vida. SAKOMURA et al. (2004a) demonstraram um aumento linear da atividade de tripsina com a idade, sendo o período de maior aumento na primeira e segunda semana de vida das aves.

De acordo com PINCHASOV & NOY (1993), é mais provável que os fatores físicos do sistema gastrointestinal como o comprimento e a área de superfície limitem mais o crescimento precoce do que a disponibilidade de enzimas.

1.3 Digestibilidade

A imaturidade do trato gastrointestinal na fase pré-inicial reduz a capacidade de utilização dos nutrientes, o que parece acarretar um decréscimo dos valores de energia metabolizável do alimento (LONGO et al., 2005). O principal fator que afeta o valor de energia metabolizável dos óleos e gorduras é sua digestibilidade, que

depende de fatores como: comprimento da cadeia carbônica do ácido graxo, número de duplas ligações do ácido graxo, presença ou ausência de ligação éster, forma da gordura com triglicerídio ou como ácido graxo livre, arranjo específico do ácido graxo saturado e insaturado no glicerol na molécula do triglicerídio, idade da ave, relação de ácido graxo insaturado e saturado na mistura de ácidos graxos livres, flora intestinal e composição da dieta na qual os ácidos graxos são adicionados (RENNER & HILL, 1961; LEESON & SUMMERS, 2001). A idade também influencia na digestibilidade das gorduras, sendo esta menor nas aves jovens e maior em aves adultas (CAREW JR. et al., 1972; KATONGOLE & MARCH 1980; KAN et al. 1988).

A determinação do total de proteína, gordura e/ou energia ingerida e excretada nas fezes fornece um valor de digestibilidade, expressando o aproveitamento do nutriente pelo animal. Entretanto, em decorrência de secreções endógenas, tais como secreções biliares, enzimáticas e descamações celulares, somente uma parte da proteína ou gordura encontrada nas fezes é proveniente do alimento testado (YOUNG et al. 1991). Por isso, a determinação da digestibilidade de um nutriente sem considerar essas perdas endógenas é denominada digestibilidade aparente (YOUNG et al., 1991). O método de coleta total de excretas é um dos métodos mais utilizados para determinar a digestibilidade de nutrientes assim como os valores de energia metabolizável das rações ou dos ingredientes para aves.

Utilizando cinco diferentes níveis de energia, XAVIER et al. (2008), observaram efeito quadrático das rações sobre o coeficiente de digestibilidade da matéria seca e efeito cúbico sobre o coeficiente de digestibilidade da proteína. Entretanto, ROCHA et al. (2003) não encontraram efeitos sobre esses parâmetros quando utilizaram rações contendo 2.850 e 3.000 kcalEM/kg. Diferentes níveis de energia não afetaram o índice de retenção de matéria seca, nitrogênio e proteína bruta aos quatro e sete dias de idade (XAVIER et al., 2008).

Estudos em frangos de corte alimentados com rações acrescidas ou não de óleo de soja mostraram alta digestibilidade da matéria gorda na primeira semana, acompanhada de redução na segunda semana e de um novo aumento na terceira semana de vida (ZELENKA, 1995; FREITAS et al., 1999). FREITAS et al. (1999) observaram que a digestibilidade da proteína bruta foi em torno de 70% na primeira

semana, diminuiu a menos de 60% na segunda semana e voltou a aumentar aos 21 dias de idade.

Estudo observou que o intervalo entre o nascimento e o alojamento das aves não teve efeito definido sobre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e do nitrogênio metabolizável, nem sobre os valores de energia metabolizável (BAIÃO et al., 1998).

CANÇADO & BAIÃO (2002b) não encontraram efeitos definidos do período de jejum e do uso de óleo na ração com aumento da energia metabolizável em relação aos valores de digestibilidade aparente da matéria seca e nem ao coeficiente de proteína metabolizável da ração em aves criadas até 21 dias de idade. Entretanto, nas idades de 13 a 15 e de 16 a 18 dias, independente do período de jejum, as aves que receberam ração sem óleo revelaram valores de proteína metabolizável mais baixos do que aquelas alimentadas com a ração contendo óleo. Os autores não encontraram efeito do período de jejum sobre a capacidade de absorção de gordura, porém, as aves que receberam ração com óleo apresentaram valores de digestibilidade aparente da matéria gorda superiores ao das que não receberam óleo na ração.

Ensaio de metabolismo foram realizados e comprovaram que a forma física da ração pode influenciar a eficiência de utilização dos nutrientes em aves com sete dias de idade (FREITAS et al., 2008). A maior digestibilidade do nitrogênio foi obtida com a ração peletizada, enquanto a triturada possibilitou maior digestibilidade da matéria gorda. Conseqüentemente, esses resultados influenciaram os valores de energia metabolizável determinados para as rações, uma vez que a energia metabolizável determinada para a farelada foi significativamente menor em relação à das demais formas físicas, visto que rações peletizadas possuem maior digestibilidade dos nutrientes.

STRINGHINI et al. (2007) observaram que o aumento da arginina digestível na dieta não influenciou os coeficientes de digestibilidade, entretanto melhores coeficientes de matéria seca e de proteína bruta foram encontrados nos menores níveis de lisina digestível.

Estudo avaliou a inclusão de soja integral tostada pelo vapor (SITV), soja integral extrusada (SIE) e mistura farelo de soja e óleo de soja (FSO) a uma ração-

referência e observou-se que a digestibilidade da gordura do FSO e da SIE evoluiu até a terceira semana de idade e permaneceu constante até a sexta semana (SAKOMURA et al., 2004a). Para a SITV, ocorreu decréscimo na digestibilidade a partir da quarta semana e, para a ração-referência, a partir da terceira semana. O coeficiente de digestibilidade aparente da gordura da SIE e FSO, alimentos com maior disponibilidade de óleo, não diferiram entre si, mas foram superiores à digestibilidade da SITV e da ração-referência, à qual não foi adicionado óleo. O coeficiente de digestibilidade da matéria seca da ração-referência foi superior aos demais alimentos testados.

Segundo MACARI et al. (1994), na ave jovem, a absorção de gordura é limitada e, apenas quando a estrutura do enterócito alcança seu pleno desenvolvimento, é que a absorção de lipídeos se efetiva, o que ocorre após duas ou três semanas de vida pós-natal, fase em que os mecanismos de digestão e absorção alcançam sua plenitude.

Avaliando a utilização de nutrientes em frangos alimentados com dietas suplementadas com exoenzima, OLIVEIRA et al. (2008) observaram que a adição de fitase à dieta melhorou o coeficiente de digestibilidade ileal tanto do fósforo quanto do cálcio no período de 20 a 23 dias de idade.

FUKAYAMA et al. (2008) analisaram a digestibilidade de nutrientes em dietas com níveis nutricionais reduzidos suplementadas ou não com fitase. Os autores observaram que não houve diferenças na digestibilidade ileal da matéria seca, proteína bruta e cálcio na fase de um a 20 dias de idade. A digestibilidade do fósforo da ração pelas aves que consumiram a dieta com níveis nutricionais reduzidos foi inferior à obtida com a dieta controle positivo. A suplementação com fitase melhorou a digestibilidade do fósforo nas dietas com níveis nutricionais reduzidos e promoveu aumento linear no aproveitamento do fósforo.

REFERÊNCIAS

ALMIRALL, M.; FRANCESCH, M.; PÉREZ-VENDRELL, A. M.; BRUFAU, J.; ESTEVE-GARCIA, E. The differences in intestinal viscosity produced by barley and β -glucanase alter digesta enzyme activities and ileal nutrient digestibilities more in

broiler chicks than in cocks. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 125, n. 4, p. 947-935, 1995.

AMERAH, A. M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R. G.; THOMAS, D. G. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 12, p. 2615-2623, 2007.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEIL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; FILHO, A. B.. **Nutrição Animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal**. 4. ed., São Paulo: Nobel, 1988. v. 1.

BAIÃO, N. C.; RODRIGUEZ, M. F.; LÚCIO, C. G. et al. Efeito do período de jejum entre o nascimento e o alojamento de pintos sobre o desempenho do frango e a digestibilidade da ração. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 50, n.3, p. 321-327, 1998.

BARANYIOVA, E. Effect of intraperitoneal administration of amino acids on the food intake of chickens in the first month after hatching. **Acta Veterinária (Brno)**, Brno, v. 56, p. 417-426, 1987.

BRAGA, J. P.; BAIÃO, N. C. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, n. 31, p. 23-28, 2001.

BRENES, A.; SMITH, M.; GUENTER, W.; MARQUARDT, R. R. Effect of enzyme supplementation on the performance and digestive tract size of broiler chickens fed wheat- and barley-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.9, p. 1731-1739, 1993.

BUENO, F. L. **Efeito da forma física, granulometria (DGM) e adição de óleo em dietas iniciais de frangos**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

CAMPOS, D. M. B. **Efeito do sorgo sobre o desempenho zootécnico, características da carcaça e o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

CANÇADO, S. V.; BAIÃO, N. C. Efeitos do período de jejum entre o nascimento e o alojamento de pintos de corte e da adição de óleo à ração sobre o desenvolvimento do trato gastrointestinal e concentração de lipase. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n. 6, p. 623-629, 2002a.

CANÇADO, S. V.; BAIÃO, N. C. Efeito do período de jejum entre o nascimento e o alojamento e da adição de óleo à ração sobre o desempenho de pintos de corte e digestibilidade da ração. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n. 6, p. 630-635, 2002b.

CAREW Jr., L. B.; MACHEMER Jr. R. H.; SHARP, R. W.; FOSS, D. C. Fat absorption by the very young chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 51, n. 3, p. 32-742, 1972.

CARVALHO, F. de M.; FIÚZA, M. A.; LOPES, M. A. Determinação de custos como ação de competitividade: estudo de um caso na avicultura de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 908-913, 2008.

CASTRO, A. G. M. de. Patologias gastrointestinais: importância do controle. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE AVICULTURA, 1., 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Editora Animal World, v. 1, 2005.

CHAPLIN, S. B. Efecty of caecectomy on water and nutrient absorption of birds. **Journal Experimental of Zoology Supplement**, Hoboken, v. 3, p. 81-86, 1989.

CHOCT, M.; ANNISON, G. Antinutritive effect of wheat pentosans in broiler chicken: role of viscosity and gut microflora. **British Poultry Science**, London, v. 33, n. 5, p. 821-834, 1992.

CHOCT, M.; HUGES, M. R.; TRIMBLE, R. P.; ANGKANAPORN, K.; ANNISON, G. Non-starch polysaccharide-degrading enzymes increase the performance of broiler chickens fed wheat an low apparent metabolisable energy. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 125, n. 3, p. 485-492, 1995.

ESCRIBANO, F.; RAHN, B. E.; SELL, J. Development of lipase activity in yolk membrane and pancreas of young turkeys. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, n. 7, p. 1089-1097, 1988.

FUKAYAMA, E. H.; SAKOMURA, N. K.; DOURADO, L. R. B.; NEME, R.; FERNANDES, J. B. K.; MARCATO, S. M. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 629-635, 2008.

FOYE, O. T.; UNI, Z. ; FERKET, P. R. Effect of in ovo feeding egg white protein, β -hydroxy- β -methylbutyrate, and carbohydrates on glycogen status and neonatal growth of turkeys. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, n. 7, p. 1185-1192, 2006a.

FOYE, O. T.; UNI, Z.; McMURTRY, J. P. ; FERKET, P. R. The effects of amniotic nutrient administration, "in ovo feeding" of arginine and/or β -hydroxy- β -methyl butyrate (HMB) on insulin-like growth factors, energy metabolism and growth in turkey poults. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 5, n. 4, p. 309-317, 2006b.

FREEMAN, C. P. The digestion, absorption and transport of fats non-ruminants. In: WISEMAN, J. (Ed.). **Fats in Animal Nutrition**. London: Butterworths, 1984. p.105-122.

FREITAS, B. C. F.; BAIÃO, N. C.; NUNES, I. J. et al. Digestibilidad de la grasa en las primeras semanas de vida del pollo de carne. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AVICULTURA, 16, 1999, Lima. **Anais...** Lima: Asociación Latinoamericana de Avicultura, 1999. p.356-359.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; DAHLKE, F.; SANTOS, F. R.; BARBOSA, N. A. A. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de cortes alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 73-78, 2008.

GHAFAARI, M.; SHIVAZAD, M.; SAGHARI, M.; SEYFI, E. Determination of the best level of dietary energy with two diet formulation methods based on total and digestible amino acid on broiler diet. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Karachi, v. 11, n. 11, p. 1461-1466, 2008.

GIMENEZ, A. C.; RICCARDI, R. R.; MALHEIROS, E. B.; BOLELI, I. C. Influência do sexo e peso dos ovos sobre a altura dos vilos e profundidade das criptas do intestino delgado de embriões e pintos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n.3, p. 608-616, 2008

IKENO, T.; IKENO, Y. K. Amylase activity increases in the yolk of fertilized eggs during incubation in chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 10, p. 2176-2179, 1991.

JORGENSEN, H.; ZHAO, X.; KNUDSEN, K. E. B.; EGUUM, B. O. The influence of dietary fibre source and level on the development of gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 75, n. 3, p. 379-395, 1996.

KAN, C. A.; SCHEELE, C. W.; JANSSEN, W. M. M. A. The energy content of full-fat soya beans in meal and pelleted feeds for cocks and broilers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 19, n. 1-2, p. 97-104, 1988.

KATONGOLE, J. B. D.; MARCH, B. E. Fat utilization in relation to intestinal fatty acid binding protein a bile salts in chicks of different ages and different genetic sources. **Poultry Science**, Champaign, v. 59, n. 4, p. 819-827, 1980.

KROGDAHL, A.; SELL, J. L. Influence of age on lipase, amylase and protease activities in pancreatic tissue and intestinal contents of young turkeys. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 11, p. 1561-1568, 1989.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the Chicken**. Guelph: University Books, 2001. p.1-23.

LONGO, F. A.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A.; FIGUEIREDO, A. N.; RACANICCI, A. M. C.; GAIOTTO, J. B.; SORBARA, J. O. B. Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n.1, p.123-133, 2005.

MACARI, M. Fisiologia do sistema digestivo das aves (II). **Aves e Ovos**, São Paulo, v. 15, n. 10, p. 2-20, 1999.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 294p.

MAIORKA, A.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). **Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 113-123.

MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. da; SANTIN, E.; PIZAURO Jr, J. M.; MACARI, M. Broiler breeder age and dietary energy level on performance and pâncreas lípase and trypsin activities of 7-days old chicks. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 3, n. 3, p. 234-237, 2004.

MARCHAIM, U.; KULKA R. G. The non-parallel increase of amylase, chymotrypsinogen and procarboxypeptidase in the developing chick pancreas. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Ezimology**, Amsterdam, v. 146, n. 2, p. 553-559, nov., 1967.

MENDONÇA, M. O.; SAKOMURA, N. K.; SANTOS , F. R.; FREITAS, E. R.; FERNANDES, J. B. K.; BARBOSA, N. A. A. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.8, p.1433-1440, 2008.

MORAN Jr., E.T. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through perinatal development. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 115, n. 5, p. 665-674, 1985.

MORAN Jr., E. T. Fat feeding value: Relationships between analyses, digestion and absorption. In: WESTERN NUTRITION CONFERENCE, 10.; 1989, Saskatoon. **Proceedings...** Saskatoon:Saskatchewan 1989. p. 31-40.

MORAN Jr., E. T. Nutrition of the developing embryo and hatchling. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 5, p. 1043-1049, 2007.

MORITA, M. M. Custo X benefício do uso de óleos e gorduras em rações avícolas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1992, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 1992. p. 29-35.

MORRISON, F. B. **Alimentos e alimentação dos animais**. 2 ed. São Paulo: Melhoramentos, 1966. 892p.

MORTENSEN, A. Importance of microbial nitrogen metabolism in the cecum of the birds. In: KLUG, M. J.; REDDY, C. A. **Current perspectives in microbial ecology**. Washington: American Society of Microbiology, 1984. p. 273-278

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

NIR, I.; NITSAN, Z.; BEM-AVRAHAM, G. Development of the intestine, digestive enzymes and internal organs of newly hatched chicks. In: WORLDS POULTRY CONGRESS, 18., 1988, Nagoya. **Proceedings...** Nagoya: Japan Poultry Science Association, 1988. p.970-971.

NITSAN, Z. I.; BEM-AURAHAM, G.; ZOREF, Z.; NIR, I. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, London, v. 32, n. 3, p. 515-523, 1991.

NITSAN, Z. I. The development of digestive enzyme tract in posthatched chicks. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 10, 1995, Antalya. **Proceedings...** Antalya: WPSA, 1995. p. 21-28.

NOY, Y.; PINCHASOV, Y. Effect of a single intubation of nutrients on subsequent early performance of broiler chicks and turkey poults. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 10, p. 1861-1866, 1993.

NOY, Y.; SKALN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, n. 2, p. 366-373, 1995.

NUNES, I. J. **Nutrição Animal Básica**. 2. ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ Editora, 1998. 387p.: il.

OHTA, Y.; TSUSHIMA, N.; KOIDE, K.; KIDD, M. T.; ISHIBASHI, T. Effect of amino acid injection in broiler breeder eggs on embryonic growth and hatchability of chicks.

Poultry Science, Champaign, v. 78, n. 11, p. 1493-1498, 1999.

OLIVEIRA, M. C.; GRAVENA, R. A.; MARQUES, R. H.; GUANDOLINI, G. C.; MORAES, V. M. B. Utilização de nutrientes em frangos alimentados com dietas suplementadas com fitase e níveis reduzidos de fósforo não-fítico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 2, p. 436-441, 2008.

PALO, P. E.; SELL, J. L.; PIQUER, F. J. ; VILASECA, L. ; SOTO-SALANOVA, M. F. Effect of early nutrient restriction on broiler chickens. 2. Performance and digestive enzyme actives. **Poultry Science**, Champaign, v.74, n. 9, p.1470-1483, 1995.

PELICANO, E. R. L.; SOUZA, P. A. de; SOUZA, H. B. A. de; OBA, A.; NORKUS, E. A.; KODAWARA, L. M.; LIMA, T. M. A. de. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos intestinal. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 98, n. 547, p. 125-134, 2003.

PINCHASOV, Y.; NOY, Y. Comparison of post-hatch holding time and subsequent early performance of broiler chicks and turkey poults. **British Poultry Science**, London, v. 34, n. 1, p. 11-120, 1993.

PINCHASOV, Y.; NOY, Y. Early postnatal amylases in the gastrointestinal tract of turkeys poults meleagris gallopavo. **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, v. 107, n. 1, p. 221-226, 1994.

RENNER, R.; HILL, F. W. Factors affecting the absorbability of saturated fatty acids in the chick. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.74, p.254-258, 1961.

ROCHA, P. T.; STRINGHINI, J. H.; ANDRADE, M. A. ; LEANDRO, N. S. M. ; ANDRADE, M. L. CAFÉ, M. B. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré-iniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 162-170, 2003.

SAKOMURA, N. K.; BIANCHI, M. D.; PIZAURO Jr., J. M.; CAFÉ, M. B.; FREITAS, E. R. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a 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, 2004a.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; RABELLO, C. B.; WATANABE, K.; PELICIA, K.; FREITAS, E. R.; Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desenvolvimento e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.1758-1767, 2004b.

SELL, J. L.; ANGEL, C. R.; PIQUER, F. J.; MALLARINA, E. G.; al-BATSHAN, H. A. Developmental patterns of selected characteristics of the gastrointestinal tract of young turkeys. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 5, p. 1200-1205, 1991.

STEENFELDT, S. The dietary effect of different wheat cultivars for broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v. 42, n. 5, p. 595-609, 2001.

STISON, A. W.; CALHOUN, M. L. Sistema digestivo. In: DELLMANN, H.; BROWN, E. M. **Histologia veterinária**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara-Koogan, 1982. p. 163-211.

STRINGHINI, J. H.; CRUZ, C. P. de; THON, M. S.; ANDRADE, M. A. ; LEANDRO, N. S. M. ; CAFÉ, M. B. Níveis de arginina e lisina digestíveis na dieta de frangos de corte na fase pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1083-1089, 2007. (supl.)

STURKIE, P. D. **Avian Physiology**, New York: Cornell University Press, 1991. 217p.

TAKO, P.; FERKET, P. R.; UNI, Z. Effects of in ovo feeding of carbohydrates and β -hydroxy- β -methylbutyrate on the development of chicken intestine. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 12, p. 2023-2028, 2004.

THOMAS, D. V.; RAVINDRAN, V. Effect of cereal type on the performance, gastrointestinal tract development and intestinal morphology of the newly hatched broiler chick. **The Journal of Poultry Science**, Ibaraki, v. 45, n. 1, p. 46-50, 2008.

TURK, D. E. The anatomy of the avian digestive tract as related to feed utilization. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, n. 7, p. 1225-1244, 1982.

UNI, Z., FERKET, R. P. Methods for early nutrition and their potential. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 60, n. 1, p. 101-111, 2004.

UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 1, p.75-82, 1998a.

UNI, Z.; PLATIN, R.;SKLAN, D. Cell proliferation in chicken intestinal epithelium occurs both in the crypt and along the villus. **Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic and Environmental Physiology**, Berlin, v. 168, n. 4, p. 241-247, May, 1998b.

UNI, Z.; SMIRNOV, A.; SKLAN, D. Pre- and post-hatch development of goblet cells in the broiler small intestine: Effect of delayed access to feed. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 2, p. 320–327, 2003a.

UNI, Z.; TAKO, E.; GAL-GARBER, O.; SKLAN, D. Morphological, molecular, and functional changes in the chicken small intestine of the late-term embryo. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 11, p. 1747-1754. 2003b.

VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1097-1104, 2007 (supl.).

XAVIER, S. A. G.; STRINGHINI, J. H.; BRITO, A. B. de; ANDRADE, M. A.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. Níveis de energia metabolizável em rações pré-iniciais para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 109-115, 2008.

WANG, Z. R.; QUIAO, S. Y.; LU, W. Q.; LI, D. F. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, n. 6, p. 875-881, 2005.

YAMAUCHI, K. E.; ISHIKI, Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. **British Poultry Science**, London, v. 32, n. 1, p. 67-78, 1991.

YOUNG, L. G.; LOW, A. G.; CLOSE, W. H. Digestion and metabolism techniques in pigs. In: MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J. **Swine nutrition**. Stoneham: Butterworth-Heineman, 1991. cap. 39, p. 623-630.

ZAMAN, Q. U.; MUSHTAQ, T.; NAWAZ, H.; MIRZA, M. A.; MAHMOOD, S.; AHMAD, T.; BABAR, M. E.; MUSHTAQ, M. M. H. Effect of varying dietary energy and protein on broiler performance in hot climate. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, n. 3-4, p. 302-312, 2008.

ZELENKA, J. Energy and protein utilization after hatching. In: EUROPEAN NUTRITION, 10., 1995, Antalya. **Proceedings...** Antalya: WPSA, 1995. p.29-43.

CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DIGESTÓRIO DE FRANGOS DE CORTE ATÉ 28 DIAS DE IDADE ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL

Desenvolvimento do sistema digestório de frangos de corte até 28 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável

RESUMO – O desenvolvimento do trato gastrointestinal (TGI) e suas glândulas anexas é importante para o crescimento dos frangos de corte e pode ser influenciado por diversos fatores, dentre eles a nutrição. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento do TGI e suas glândulas anexas em frangos de corte até 28 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. Foi realizado um experimento em delineamento fatorial 4x9 (nível de energia metabolizável: baixo, médio, alto e muito alto x idade: quatro, sete, dez, 13, 16, 19, 22, 25 e 28 dias). Quatro aves de cada tratamento foram eutanasiadas e tiveram o peso corporal, peso relativo do esôfago, inglúvio, proventrículo, moela, duodeno, jejuno, íleo, ceco, cólon + cloaca, fígado e pâncreas e comprimento relativo do duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon determinados. Características das vilosidades e área de superfície de absorção da mucosa duodenal foram avaliadas. O peso relativo do saco vitelino foi calculado aos quatro e sete dias de idade. O peso e comprimento relativos do TGI e glândulas anexas tiveram uma diminuição com o aumento da idade. A energia metabolizável não influenciou o peso corporal, o peso e comprimento relativos do TGI e suas glândulas anexas e mucosa intestinal do duodeno, com exceção do íleo que teve uma diminuição de seu peso relativo em rações de alta e muito alta energia e um aumento do comprimento relativo em energia média. Aos quatro dias de idade, pintinhos alimentados com ração menos energética apresentaram maior peso relativo do saco vitelino. Conclui-se que o nível de energia metabolizável não influenciou o desenvolvimento do TGI e suas glândulas anexas nos frangos de corte até 28 dias de idade, com exceção do íleo.

Palavras-Chave: aves, densidade energética, nutrição, aparelho digestório

2.1 Introdução

Um ótimo desempenho do frango de corte está diretamente ligado ao correto funcionamento do sistema digestório, pois este é o responsável por transformar o alimento ingerido em energia e nutrientes, os quais serão aproveitados pelo organismo para suas funções fisiológicas e deposição de proteína.

O sistema digestório das aves tem seu desenvolvimento anatômico completado durante a incubação. No entanto, logo após a eclosão, diversas mudanças precisam acontecer para que o mesmo atinja o seu desenvolvimento funcional. Este amadurecimento e desenvolvimento podem ser influenciados por diversos fatores como forma física e estrutura química do alimento, manejo do arraçoamento e até mesmo pelo ambiente onde as aves são criadas, além de fatores sanitários (JORGENSEN et al. 1996; STEENFELDT, 2001; CANÇADO & BAIÃO, 2002a; AMERAH et al., 2007; ZAMAN et al., 2008).

O aumento da energia metabolizável das rações com o correto ajuste dos nutrientes é uma ferramenta utilizada pelos nutricionistas para aumentar a ingestão de energia e nutrientes nos casos onde o consumo de ração é diminuído, ou mesmo para melhorar o desempenho. No entanto, é possível que a densidade energética e nutricional da ração possa influenciar no desenvolvimento do sistema digestório. Em um estudo realizado por GHAFARI et al. (2008), utilizando diferentes níveis de energia metabolizável ajustando os níveis nutricionais, observou-se que aos 49 dias de idade, aves que receberam uma dieta com alto nível energético apresentaram menores pesos relativos do trato gastrintestinal. Entretanto, pesquisa realizada com aves de zero a 15 dias de idades, alimentadas com dietas contendo óleo (maior energia metabolizável) e dietas sem óleo (menor energia metabolizável), sem, no entanto trabalhar os níveis nutricionais, não observou alterações no crescimento do fígado, pâncreas e intestinos (CANÇADO & BAIÃO, 2002a).

Objetivou-se avaliar o desenvolvimento do trato gastrintestinal e suas glândulas anexas em frangos de corte até 28 dias de idade alimentados por rações de diferentes níveis de energia metabolizável.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Localização e época de realização

O experimento foi conduzido na Granja Experimental de Frangos de Corte da Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia-MG, durante o segundo semestre de 2009.

2.2.2 Aves e instalações

Foram utilizados 144 pintos de corte de um a 28 dias de idade, machos, da linhagem CobbAvian 48.

As aves foram alojadas em um galpão edificado em alvenaria, cobertura em estrutura metálica e telhas de fibrocimento e paredes laterais em tela de arame. Forrado com tecido plástico próprio para granjas avícolas, o galpão possui sistema de ventilação e micro aspersão de água, laterais equipadas com dupla cortina de acionamento mecânico e campânulas de infravermelho para o controle interno de temperatura e ainda iluminação artificial. Internamente, o galpão possui boxes feitos com tubos PVC e telas de arame galvanizado, piso cimentado e coberto com casca de arroz, dotados de comedouro tubular adulto e bebedouro pendular.

2.2.3 Delineamento e tratamentos experimentais

Foi realizado experimento num desenho fatorial 4x9 (energia metabolizável: baixa, média, alta e muito alta x idade: quatro, sete, dez, 13, 16, 19, 22, 25 e 28 dias quatro), sendo 36 aves por tratamento com quatro repetições por idade. As rações foram formuladas e produzidas a base de sorgo e farelo de soja, composta de três fases (pré-inicial, inicial e engorda). Foram testadas quatro rações com diferentes níveis de energia metabolizável (tratamentos) dentro de cada uma das fases, mantendo-se a relação energia:nutrientes, com níveis de nutricionais baseados nas recomendações de ROSTAGNO et al. (2005), sendo o nível energético médio o indicado por estes mesmos autores (Tabela 1, 2 e 3).

Tabela 1 – Composição das rações experimentais pré-iniciais (1-9 dias) com energia metabolizável baixa, média, alta e muito alta para frangos de corte.

INGREDIENTE	ENERGIA METABOLIZÁVEL			
	BAIXA	MÉDIA	ALTA	MUITO ALTA
Sorgo (%)	59,48	57,05	54,62	52,18
Farelo de soja (%)	33,76	35,03	36,30	37,56
Óleo de soja (%)	2,28	3,40	4,51	5,63
Fosfato bicálcico (%)	1,92	1,96	2,00	2,05
Calcário (%)	0,85	0,86	0,86	0,87
Sal comum (%)	0,46	0,46	0,46	0,46
DL-metionina (%)	0,41	0,42	0,43	0,43
L-lisina HCL (%)	0,45	0,44	0,43	0,43
L-treonina (%)	0,18	0,18	0,18	0,18
Premix inicial ¹ (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
COMPOSIÇÃO CALCULADA				
EMA (Kcal/Kg)	2.900	2.950	3.000	3.050
Proteína bruta (%)	21,73	22,11	22,48	22,86
Cálcio (%)	0,93	0,95	0,97	0,98
Fósforo disponível (%)	0,46	0,47	0,48	0,49
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina digestível (%)	1,34	1,36	1,39	1,41
Metionina digestível (%)	0,69	0,70	0,71	0,72
Metionina + Cistina digestível (%)	0,95	0,97	0,98	1,00
Treonina digestível (%)	0,87	0,89	0,90	0,92
Triptofano digestível (%)	0,24	0,25	0,25	0,26
Arginina digestível (%)	1,31	1,34	1,37	1,41
COMPOSIÇÃO ANALISADA				
Energia bruta (Kcal/Kg)	4.043	4.185	4.216	4275
Matéria seca (%)	89,85	90,06	90,09	89,80
Proteína bruta (%)	21,66	22,06	22,41	22,73
Matéria gorda (%)	2,95	3,02	3,11	3,21
Fibra bruta (%)	3,81	3,86	3,91	4,00
Matéria mineral (%)	5,37	5,14	5,07	5,52
Cálcio (%)	0,92	0,93	0,94	0,93
Fósforo total (%)	0,66	0,67	0,68	0,68
Extrato não nitrogenado (%)	56,05	55,94	55,58	54,35

EMA (energia metabolizável aparente)

¹ MC-Mix Frango inicial SAA 2kg (@M-Cassab Comércio e Indústria Ltda) – Composição por quilo de ração – Vit-A 11.000UI; D3 2.000UI; E 16mg; Ácido Fólico 400mcg; Pantotenato cálcio 10mg; Biotina 60mcg; Niacina 35mg; Piridoxina 2mg; Riboflavina 4,5mg; Tiamina 1,2mg; B12 16mcg; K 1,5mg; Se 250mcg; Colina 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Promotor de crescimento 384mg; Coccidicida 375mg; Antioxidante 120mg

Tabela 2 Composição das rações experimentais iniciais (10-21 dias) com energia metabolizável baixa, média, alta e muito alta para frangos de corte.

INGREDIENTE	ENERGIA METABOLIZÁVEL			
	BAIXA	MÉDIA	ALTA	MUITO ALTA
Sorgo (%)	59,98	57,63	55,28	52,93
Farelo de soja (%)	32,26	33,46	34,67	35,86
Óleo de soja (%)	3,80	4,91	6,01	7,11
Fosfato bicálcico (%)	1,82	1,86	1,90	1,94
Calcário (%)	0,80	0,80	0,81	0,81
Sal comum (%)	0,47	0,47	0,46	0,46
DL-metionina (%)	0,31	0,31	0,32	0,33
L-lisina HCL (%)	0,28	0,27	0,26	0,25
L-treonina (%)	0,09	0,09	0,09	0,09
Premix inicial ¹ (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
COMPOSIÇÃO CALCULADA				
EMA (Kcal/Kg)	3.000	3.050	3.100	3.150
Proteína bruta (%)	20,79	21,14	21,49	21,83
Cálcio (%)	0,88	0,90	0,91	0,93
Fósforo disponível (%)	0,44	0,45	0,46	0,46
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina digestível (%)	1,17	1,19	1,21	1,23
Metionina digestível (%)	0,58	0,59	0,60	0,61
Metionina + Cistina digestível (%)	0,84	0,85	0,86	0,88
Treonina digestível (%)	0,77	0,78	0,79	0,81
Triptofano digestível (%)	0,23	0,24	0,24	0,25
Arginina digestível (%)	1,26	1,29	1,32	1,35
COMPOSIÇÃO ANALISADA				
Energia bruta (Kcal/Kg)	4.087	4.254	4.274	4359
Matéria seca (%)	90,28	91,24	90,84	90,90
Proteína bruta (%)	20,82	21,10	21,44	21,66
Matéria gorda (%)	3,02	3,12	3,22	3,34
Fibra bruta (%)	3,93	4,06	4,07	4,11
Matéria mineral (%)	5,19	5,18	5,09	5,45
Cálcio (%)	0,88	0,92	0,94	0,94
Fósforo total (%)	0,63	0,66	0,66	0,68
Extrativo não nitrogenado (%)	57,32	57,77	56,96	56,34

EMA (energia metabolizável aparente)

¹ MC-Mix Frango inicial SAA 2kg (@M-Cassab Comércio e Indústria Ltda) – Composição por quilo de ração – Vit-A 11.000UI; D3 2.000UI; E 16mg; Ácido Fólico 400mcg; Pantotenato cálcio 10mg; Biotina 60mcg; Niacina 35mg; Piridoxina 2mg; Riboflavina 4,5mg; Tiamina 1,2mg; B12 16mcg; K 1,5mg; Se 250mcg; Colina 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Promotor de crescimento 384mg; Coccidicida 375mg; Antioxidante 120mg

Tabela 3 – Composição das rações experimentais de engorda (22-28) com energia metabolizável baixa, média, alta e muito alta para frangos de corte.

INGREDIENTE	ENERGIA METABOLIZÁVEL			
	BAIXA	MÉDIA	ALTA	MUITO ALTA
Sorgo (%)	62,31	60,14	57,91	55,68
Farelo de soja (%)	28,98	30,02	31,13	32,24
Óleo de soja (%)	4,98	6,05	7,14	8,23
Fosfato bicálcico (%)	1,68	1,71	1,75	1,79
Calcário (%)	0,76	0,77	0,77	0,78
Sal comum (%)	0,47	0,47	0,47	0,47
DL-metionina (%)	0,28	0,29	0,29	0,30
L-lisina HCL (%)	0,27	0,26	0,25	0,25
L-treonina (%)	0,07	0,07	0,07	0,07
Premix Engorda ¹ (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
COMPOSIÇÃO CALCULADA				
EMA (Kcal/Kg)	3.100	3.150	3.200	3.250
Proteína bruta (%)	19,44	19,73	20,04	20,36
Cálcio (%)	0,83	0,84	0,85	0,87
Fósforo disponível (%)	0,41	0,42	0,43	0,43
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina digestível (%)	1,08	1,10	1,12	1,13
Metionina digestível (%)	0,53	0,55	0,56	0,56
Metionina + Cistina digestível (%)	0,78	0,79	0,80	0,82
Treonina digestível (%)	0,70	0,71	0,73	0,74
Triptofano digestível (%)	0,22	0,22	0,23	0,23
Arginina digestível (%)	1,16	1,19	1,22	1,25
COMPOSIÇÃO ANALISADA				
Energia bruta (Kcal/Kg)	4.223	4.237	4.291	4.334
Matéria seca (%)	89,48	88,55	88,94	88,64
Proteína bruta (%)	19,50	19,82	20,10	20,41
Matéria gorda (%)	4,88	5,35	5,55	5,85
Fibra bruta (%)	4,01	4,06	4,16	4,21
Matéria mineral (%)	4,47	4,62	4,67	4,74
Cálcio (%)	0,97	0,97	1,00	1,02
Fósforo total (%)	0,72	0,73	0,75	0,74
Extrato não nitrogenado (%)	56,62	54,70	54,46	55,44

EMA (energia metabolizável aparente)

¹MC-Mix Frango engorda SAA 2kg (@M-Cassab Comércio e Indústria Ltda)– Composição por quilo de ração - Vit-A 9000UI; D3 1600UI; E 14mg; Ácido Fólico 300mcg; Pantotenato cálcio 9mg; Biotina 50mcg; Niacina 30mg; Piridoxina 1,8mg; Riboflavina 4mg; Tiamina 1mg; B12 12mcg; K3 1,5mg; Se 250mcg; Colina 219mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Promotor de crescimento 385mg; Coccidicida 550mg; Antioxidante 120mg

2.2.4 Manejo experimental

As práticas de manejo das aves ao longo do experimento seguiram o modelo preconizado pela Granja Experimental de forma a garantir ambiência adequada a cada fase da vida, oferta de água limpa e fresca e ração à vontade.

Com a aprovação do Comitê de Ética na Utilização de Animais de número 058/10 (CEUA/UFU), quatro aves de cada tratamento foram aleatoriamente escolhidas, sem período de jejum, acondicionadas em caixas de transporte, levadas ao laboratório e eutanasiadas por deslocamento cervical aos quatro, sete, dez, 13, 16, 19, 22, 25 e 28 dias de idade, tendo o cuidado de intercalar aves de tratamentos diferentes.

2.2.5 Variáveis analisadas

Após a eutanásia, o peso corporal de cada ave foi medido por balança semi-analítica com precisão de 0,001gramas até os 13 dias de idade e de 0,01gramas a partir de 16 dias. Com auxílio de tesoura, a pele do abdômen, tórax e pescoço foram retiradas e o abdômen e tórax foram abertos para a visualização de todo o trato gastrointestinal. O esôfago, inglúvio, proventrículo, moela, duodeno, jejuno, íleo, ceco, cólon + cloaca, fígado e pâncreas foram imediatamente removidos, separados com o auxílio de uma tesoura, tendo apenas o proventrículo e moela seus conteúdos removidos, e pesados separadamente em balança semi-analítica com precisão de 0,001gramas até os 13 dias de idade e de 0,01gramas a partir de 16 dias. O duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon tiveram seus tamanhos mensurados. O saco vitelino foi retirado íntegro e pesado aos quatro e sete dias de idade em balança semi-analítica com precisão de 0,001gramas. Foram calculadas as seguintes variáveis:

- Peso relativo =
$$\frac{\text{Peso do órgão} \times 100}{\text{Peso corporal}}$$
- Comprimento relativo =
$$\frac{\text{Comprimento do órgão} \times 100}{\text{Peso corporal}}$$

Foi coletado fragmento anelar de aproximadamente um centímetro de comprimento do intestino delgado na porção média do duodeno, sendo acondicionado em frasco contendo solução de água destilada e formol a 10%. Os segmentos de duodeno foram divididos transversalmente em três fragmentos, tendo o cuidado de retirar as bordas, e preparados para microscopia de luz convencional na coloração de hematoxilina e eosina. Foram feitos 18 cortes semi-seriados com cinco micrômetros (μm) de espessura de cada amostra.

Os cortes histológicos foram analisados por imagens digitalizadas obtidas em aumentos de duas vezes com auxílio de um microscópio Olympus Triocular BX40 acoplado a câmera Oly-200, ligada a um computador PC por placa digitalizadora Data Translation 3153. As medidas foram realizadas pelo programa HL Image 97. Foram mensurados de cada amostra 30 medidas de altura, largura e distância entre vilosidades e calculada a quantidade de vezes que a superfície da mucosa intestinal é aumentada devido às vilosidades em relação a uma superfície lisa (área de absorção) por meio da seguinte fórmula (KISIELINSKI et al., 2002):

$$\bullet \text{ Área de absorção} = \frac{(\text{largura} \times \text{altura}) + \frac{(\text{largura} + \text{distância})^2 - (\text{largura})^2}{2}}{\frac{(\text{largura} + \text{distância})^2}{2}}$$

2.2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk por meio do programa SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC). As variáveis peso corporal e comprimento relativo dos diferentes segmentos dos intestinos sofreram transformação ($x^{0.2}$). Foi realizada análise de variância para os tratamentos, idade e sua interação, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1% utilizando-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

2.3 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos das variáveis peso corporal e peso relativo do esôfago, inglúvio, proventrículo e moela estão apresentados na Tabela 4. Não foi observada interação entre energia metabolizável e idade para estas variáveis.

Tabela 4 – Peso corporal e peso relativo do esôfago, inglúvio, proventrículo e moela de frangos de corte de quatro a 28 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

		Peso corporal (g)	Esôfago (%)	Inglúvio (%)	Proventrículo (%)	Moela (%)
ENERGIA METABOLIZÁVEL	Baixa	651,883	0,45	0,34	0,71	3,67
	Média	627,271	0,45	0,36	0,78	3,70
	Alta	646,742	0,46	0,38	0,72	3,67
	Muito alta	642,271	0,45	0,39	0,73	3,72
IDADE (dias)	4	81,918i	0,74a	0,58a	1,24a	6,38a
	7	157,060h	0,61b	0,52b	1,03b	4,95b
	10	256,425g	0,48c	0,42c	0,84c	4,71b
	13	391,460f	0,44c	0,37d	0,76d	3,78c
	16	568,707e	0,38d	0,33d	0,66e	3,18d
	19	781,732d	0,39d	0,26e	0,59f	2,79e
	22	988,842c	0,38d	0,31d	0,53f	2,76e
	25	1201,560b	0,36d	0,28e	0,52f	2,57e
	28	1557,531a	0,33d	0,25e	0,46g	2,25f
CV (%)		7,99	12,98	17,92	12,27	10,23
P VALOR	Energia metabolizável	0,1695 ^{ns}	0,7387 ^{ns}	0,0212 ^{ns}	0,0143 ^{ns}	0,9236 ^{ns}
	Idade	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
	Interação	0,0889 ^{ns}	0,0344 ^{ns}	0,1515 ^{ns}	0,7657 ^{ns}	0,4176 ^{ns}

* Significativo a Scott-Knott 1%;^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância ($P < 0,01$).

O aumento da idade levou a um aumento no peso corporal das aves, não sendo influenciado pelo nível energético da dieta. Provavelmente, durante o período estudado, o organismo dos frangos não foi capaz de assimilar a maior quantidade energética e nutricional da ração, levando a um ganho de peso igual entre os tratamentos. Resultado semelhante foi encontrado por MENDONÇA et al. (2008) ao estudar os níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento, não observando diferenças no ganho de peso

em aves de um a 49 dias de idade, entretanto, no período de 50 a 70 dias, maior ganho de peso foi observado com o aumento energético da ração. Resultados contrários foram obtidos por GHAFARI et al. (2008) que observaram um aumento no ganho de peso com o aumento da densidade energética e nutricional da ração em frangos de corte de dez a 28 dias de idade, no entanto este efeito não foi significativo no período de 28 a 49 dias de idade. Entretanto, SAKOMURA et al. (2004) observaram que frangos de corte de 22 a 43 dias de idade tiveram maior ganho de peso com o aumento da densidade energética e nutricional da ração. CANÇADO & BAIÃO (2002b) também observaram aumento no ganho de peso em aves de 21 dias de idade que receberam adição de óleo na ração (aumento da energia metabolizável), em relação as que receberam ração sem óleo. Mas o uso de diferentes fontes lipídicas em dietas isoenergéticas não influenciou o ganho de peso em frangos aos 41 dias de idade (DUARTE et al., 2010). O nível energético da ração não influenciou o desenvolvimento do esôfago, ingluvívio, proventrículo e moela. Com o aumento da idade estes órgãos tiveram uma diminuição em seu peso relativo.

Não foram observadas interações entre a energia metabolizável e idade para o peso relativo de nenhum dos segmentos intestinais (Tabela 5). Os pesos relativos do duodeno, jejuno, ceco e cólon + cloaca não foram influenciados pelo nível energético da ração. Entretanto, os animais que receberam rações com nível de energia alto e muito alto tiveram menores pesos relativos de íleo em relação aqueles alimentados com rações de energia metabolizável baixa e média. As rações com maior nível de energia metabolizável apresentaram maior teor de fibra na sua composição o que pode ter levado a uma menor quantidade de conteúdo na luz do íleo, proporcionando menor peso relativo deste segmento, visto que o teor elevado de fibra em rações pode influenciar negativamente o tempo de trânsito, levando a um esvaziamento mais rápido do trato gastrintestinal (MACARI et al., 1994). Em todos os segmentos do intestino delgado foram observadas diminuição de seus pesos relativos com o aumento da idade, sendo os maiores valores encontrados aos quatro, sete e dez dias de idade. O duodeno e o íleo apresentaram menor valor de peso relativo aos 25 e 28 dias e o jejuno aos 16, 22, 25 e 28 dias de idade, Para o intestino grosso os maiores valores foram observados aos quatro dias de idade para o ceco e quatro e sete dias de idade para cólon + cloaca, menores valores foram

observados a partir de dez dias para o íleo e de 13 a 19 e 25 a 28 dias para o cólon + cloaca.

Tabela 5 – Peso relativo do duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon + cloaca de frangos de corte de quatro a 28 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

		Duodeno (%)	Jejuno (%)	Íleo (%)	Ceco (%)	Cólon + cloaca (%)
ENERGIA METABOLIZÁVEL	Baixa	1,44	2,71	2,58a	0,96	0,92
	Média	1,49	2,78	2,57a	0,98	0,95
	Alta	1,49	2,47	2,09b	1,00	0,89
	Muito alta	1,46	2,37	2,04b	1,00	0,93
IDADE (dias)	4	1,92a	3,02a	2,79a	1,57a	1,32a
	7	2,06a	3,16a	3,06a	1,17b	1,27a
	10	1,82a	3,09a	2,65a	0,95c	1,09b
	13	1,68b	2,63b	2,20b	0,81c	0,82c
	16	1,48b	2,52c	2,25b	0,82c	0,79c
	19	1,22c	2,72b	2,17b	0,88c	0,74c
	22	1,23c	2,22c	2,17b	0,87c	1,00b
	25	0,94d	2,17c	1,76c	0,93c	0,70c
	28	0,92d	2,04c	1,84c	0,86c	0,69c
CV (%)		11,36	20,75	21,47	24,49	24,35
P VALOR	Energia metabolizável	0,5107 ^{ns}	0,0395 ^{ns}	0,0000*	0,9156 ^{ns}	0,7825 ^{ns}
	Idade	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
	Interação	0,1314 ^{ns}	0,3398 ^{ns}	0,1190 ^{ns}	0,1984 ^{ns}	0,6942 ^{ns}

* Significativo a Scott-Knott 1%; ^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância (P<0,01).

Os comprimentos relativos dos diferentes segmentos intestinais estão na Tabela 6. Não foram observadas interações entre as diferentes rações e idade para o comprimento relativo de nenhum dos segmentos intestinais. A energia metabolizável da ração não influenciou o comprimento relativo dos segmentos duodeno, jejuno, ceco e cólon. No entanto, frangos alimentados com nível energético médio apresentaram comprimento relativo do íleo maior que os demais tratamentos. Este maior comprimento relativo pode explicar o maior peso relativo do íleo nesta densidade energética. O aumento da idade gerou uma diminuição do comprimento relativo tanto dos segmentos do intestino delgado quanto do intestino grosso, sendo os maiores comprimentos relativos encontrados aos quatro dias de idade. Para os segmentos do intestino delgado e ceco os menores valores foram observados aos 28 dias de idade e para o cólon aos 25 e 28 dias de idade.

Tabela 6 – Comprimento relativo do duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon de frangos de corte de quatro a 28 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

		Duodeno (cm/g)	Jejuno (cm/g)	Íleo (cm/g)	Ceco (cm/g)	Cólon (cm/g)
ENERGIA METABOLIZÁVEL	Baixa	0,060	0,126	0,120b	0,025	0,018
	Média	0,063	0,135	0,131a	0,026	0,018
	Alta	0,062	0,120	0,115b	0,025	0,019
	Muito alta	0,061	0,126	0,120b	0,024	0,020
IDADE (dias)	4	0,166a	0,368a	0,342a	0,068a	0,056a
	7	0,116b	0,228b	0,218b	0,043b	0,032b
	10	0,080c	0,165c	0,167c	0,031c	0,024c
	13	0,057d	0,111d	0,102d	0,022d	0,015d
	16	0,042e	0,077e	0,077e	0,016e	0,011e
	19	0,030f	0,068e	0,064f	0,014e	0,010e
	22	0,026g	0,048f	0,049g	0,012f	0,009f
	25	0,020h	0,042f	0,040h	0,011f	0,007g
	28	0,017i	0,034g	0,033i	0,008g	0,006g
CV (%)		14,84	16,02	15,48	20,16	20,84
P VALOR	Energia metabolizável	0,3269 ^{ns}	0,0179 ^{ns}	0,0040*	0,3582 ^{ns}	0,1705 ^{ns}
	Idade	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
	Interação	0,4009 ^{ns}	0,6325 ^{ns}	0,2084 ^{ns}	0,7280 ^{ns}	0,1304 ^{ns}

* Significativo a Scott-Knott 1%; ^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância (P<0,01).

Interações não foram observadas para as variáveis largura e altura das vilosidades, distância entre vilosidades e área de absorção da superfície da mucosa (Tabela 7). O nível energético da dieta não influenciou as características das vilosidades e nem a área de superfície de absorção, mostrando que diferentes níveis energéticos não influenciam no desenvolvimento da mucosa intestinal, não interferindo, provavelmente, nos mecanismos de absorção deste epitélio. Maiores aumentos de áreas de superfície de absorção duodenal foram observadas naqueles frangos de corte mais velhos. Frangos aos 16, 19, 22 e 28 dias de idade apresentaram áreas de superfície de absorção iguais entre si e maiores que as demais idades, as quais também foram iguais entre si. Estes resultados são os fisiologicamente esperados, visto que com o aumento da largura e altura do vilo também há um aumento no número de vezes com que a área de absorção é aumentada. Sabe-se que superfície de absorção aumenta rapidamente após a eclosão, sendo o desenvolvimento dos vilos do duodeno praticamente completado

até os sete dias de vida (UNI, 1999), tendo após este período um crescimento que acompanha o crescimento corporal.

Tabela 7 – Largura e altura de vilosidades, distância entre vilosidades e a quantidade de aumento da área de superfície de absorção do duodeno de frangos de corte de quatro a 28 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

		Largura (μm)	Altura (μm)	Distância (μm)	Área de absorção
ENERGIA METABOLIZÁVEL	Baixa	158,255	1591,341	85,720	17,731
	Média	159,291	1648,623	93,636	16,933
	Alta	158,510	1625,780	83,841	18,162
	Muito alta	163,463	1683,166	90,378	17,641
IDADE (dias)	4	103,696d	846,863e	58,308c	14,180b
	7	123,266c	1148,862d	71,080c	15,805b
	10	140,395c	1377,900c	83,007b	16,352b
	13	163,858b	1616,511b	88,794b	17,428b
	16	165,497b	1761,539b	90,006b	18,647a
	19	160,477b	1976,622a	99,091a	19,671a
	22	192,625a	1967,733a	105,985a	18,088a
	25	195,576a	1920,438a	103,364a	17,428b
28	187,939a	2098,947a	93,560b	21,207a	
CV (%)		17,01	9,87	19,58	15,58
P VALOR	Energia metabolizável	0,8487 ^{ns}	0,1265 ^{ns}	0,0786 ^{ns}	0,3037 ^{ns}
	Idade	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
	Interação	0,9104 ^{ns}	0,3655 ^{ns}	0,5197 ^{ns}	0,6410 ^{ns}

* Significativo a Scott-Knott 1%; ^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância ($P < 0,01$).

Não foi observada interação entre o nível energético e a idade para os pesos relativos do fígado e pâncreas (Tabela 8). As diferentes rações não influenciaram o peso relativo destes órgãos, mostrando que o metabolismo dos nutrientes no fígado e produção de enzimas pelo pâncreas pode não ter sido afetada pelas diferentes densidades energéticas e nutricionais a ponto de causarem um aumento no tamanho destes órgãos. Maior peso relativo do fígado foi observado nas idades de quatro, sete e dez dias e o menor aos 25 dias de idade. Frangos de quatro a 13 dias de idade apresentaram maior peso relativo do pâncreas, sendo o menor peso observado aos 25 e 28 dias de idade.

Tabela 8 – Peso relativo do fígado e pâncreas de frangos de corte de quatro a 28 dias de idade alimentados com rações de diferentes níveis de energia metabolizável.

		Fígado (%)	Pâncreas (%)
ENERGIA METABOLIZÁVEL	Baixa	3,79	0,32
	Média	3,89	0,34
	Alta	2,70	0,31
	Muito alta	3,67	0,33
IDADE (dias)	4	4,43a	0,38a
	7	4,53a	0,38a
	10	4,33a	0,40a
	13	4,08b	0,37a
	16	3,82b	0,35b
	19	3,50c	0,29c
	22	3,40c	0,28c
	25	2,94d	0,25d
	28	2,84c	0,23d
CV (%)	10,16	12,06	
P VALOR	Energia metabolizável	0,0591 ^{ns}	0,0354 ^{ns}
	Idade	0,0000*	0,0000*
	Interação	0,8757 ^{ns}	0,1175 ^{ns}

* Significativo a Scott-Knott 1%; ^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância (P<0,01).

O peso e o comprimento relativo dos segmentos do trato gastrointestinal e seus órgãos anexos diminuíram com o aumento da idade, sendo este comportamento o fisiologicamente esperado devido ao aumento do peso corporal provocado pelo ganho de massa muscular. Resultado semelhante foi encontrado por STRINGHINI et al. (2006) que observaram uma diminuição do peso relativo do esôfago+inglúvio, proventrículo+moela, intestino delgado, intestino grosso, fígado e pâncreas com o aumento da idade.

O nível de energia metabolizável da ração não influenciou o desenvolvimento do sistema digestório dos frangos de corte até 28 dias de idade, exceto para o íleo que se mostrou menor em dietas com maior nível de energia. Estes resultados mostram que provavelmente a utilização de rações com diferentes níveis de energia metabolizável com seus níveis nutricionais ajustados não gera uma resposta adaptativa no desenvolvimento do trato gastrintestinal e de suas glândulas anexas.

Resultado semelhante foi encontrado por GHAFARI et al. (2008) que não encontraram diferenças no peso relativo do trato gastrintestinal de frangos de corte aos 49 dias de idade ao testar sete diferentes níveis de energia metabolizável ajustando os níveis nutricionais. Segundo MAIORKA et al. (2004), pintinhos de sete dias de idade também não tiveram o peso do fígado, pâncreas, inglúvio + proventrículo e intestinos e o comprimento dos intestinos influenciados pelo aumento da energia metabolizável. Resultado semelhante foi observado em aves aos 14 dias de idade que também não apresentaram diferenças no peso do intestino, pâncreas e fígado e no comprimento do trato gastrintestinal de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (XAVIER et al., 2008). CANÇADO & BAIÃO (2002a) não encontraram diferenças no crescimento alométrico dos intestinos, fígado e pâncreas de frangos de corte até 15 dias de idade alimentados com ração com ou sem óleo (menor energia metabolizável).

Os dados referentes ao peso relativo do saco vitelino de frangos de corte de quatro e sete dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável estão na Tabela 9.

Tabela 9 – Peso relativo do saco vitelino (%) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável, aos quatro e sete dias de idade.

ENERGIA METABOLIZÁVEL	4 DIAS	7 DIAS
Baixa	2,45a	1,00
Média	1,16b	0,41
Alta	0,80b	0,12
Muito alta	0,92b	0,59
P valor	0,0034*	0,3383 ^{ns}

* Significativo a Scott-Knott 1%; ^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância (P<0,01).

Aves que receberam rações com energia metabolizável média, alta e muito alta apresentaram peso relativo do saco vitelino iguais entre si e menores que o de aves que receberam ração com baixo nível energético. Estes resultados mostram que aves alimentadas com rações com baixo nível de energia metabolizável e de nutrientes possuem menor capacidade de absorção do conteúdo do saco vitelino, o que é prejudicial ao pintinho, pois, de acordo com IJI et al. (2001), a rápida absorção do conteúdo do saco vitelino é fundamental nos primeiros dias de vida. BIERER &

ELEAZER (1965) sugeriram maior eficiência na utilização dos nutrientes do saco vitelino em pintos que receberam uma alimentação adequada em relação aqueles que tiveram privação de água, ração ou ambos. Esta influência do nível energético da ração não foi observada aos sete dias de idade, apresentando os pintinhos pesos relativos do saco vitelino iguais entre si, estando de acordo com o encontrado por IJI et al. (2001) que mostraram que ao sétimo dia de vida o saco vitelino representa menos de 1% do peso vivo da ave.

2.4 Conclusões

O nível de energia metabolizável da ração do alojamento à 28 dias de idade não influencia o desenvolvimento do trato gastrointestinal e glândulas anexas de frangos de corte, com exceção do íleo.

REFERÊNCIAS

AMERAH, A. M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R. G.; THOMAS, D. G. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 12, p. 2615-2623, 2007.

BIERER, B. W.; ELEAZER, T. H. Effect of feed and water deprivation on yolk utilization in chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 44, n.6, p.1608-1609,1965.

CANÇADO, S. V.; BAIÃO, N. C. Efeitos do período de jejum entre o nascimento e o alojamento de pintos de corte e da adição de óleo à ração sobre o desenvolvimento do trato gastrointestinal e concentração de lipase. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n. 6, p. 623-629, 2002a.

CANÇADO, S. V.; BAIÃO, N. C. Efeito do período de jejum entre o nascimento e o alojamento e da adição de óleo à ração sobre o desempenho de pintos de corte e digestibilidade da ração. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n. 6, p. 630-635, 2002b.

DUARTE, F. D.; LARA, I. J. C.; BAIÃO, N. C.; CANÇADO, S. V.; TEIXEIRA, J. L. Efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.62, n.2, p.439-444, 2010.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45^a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258

GHAFFARI, M.; SHIVAZAD, M.; SAGHARI, M.; SEYFI, E. Determination of the best level of dietary energy with two diet formulation methods based on total and digestible amino acid on broiler diet. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Karachi, v. 11, n. 11, p. 1461-1466, 2008.

IJI, P. A.; SAKI, A.; TIVEY, D. R. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. **British Poultry Science**, London, v.42, n.4, p.502-513, 2001.

JORGENSEN, H.; ZHAO, X.; KNUDSEN, K. E. B.; EGUUM, B. O. The influence of dietary fibre source and level on the development of gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 75, n. 3, p. 379-395, 1996.

KISIELINSKI, K.; WILLIS, S.; PRESCHER, A.; KLOSTERHALFEN, B.; SCHUMPELICK, V. A simple new method to calculate small intestine absorptive surface in the rat. **Clinical and Experimental Medicine**, Milano, v.2, n.3, p.131-135, 2002

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1994. 296p.

MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. da; SANTIN, E.; PIZAURO Jr, J. M.; MACARI, M. Broiler breeder age and dietary energy level on performance and pancreas lipase and trypsin activities of 7-days old chicks. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 3, n. 3, p. 234-237, 2004.

MENDONÇA, M. O.; SAKOMURA, N. K.; SANOTS, F. R.; FREITAS, E. R.; FERNANDES, J. B. K.; BARBOSA, N. A. A. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.8, p.1433-1440, 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F. de; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. de T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa:UFV Imprensa Universitária, 2005. 186 p.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; RABELLO, C. B.; WATANABE, K.; PELICIA, K.; FREITAS, E. R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desenvolvimento e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.1758-1767, 2004b.

SAS INSTITUTE INC. **SAS for Windows 9.2**. SAS Institute Inc., Cary, NC.

STEENFELDT, S. The dietary effect of different wheat cultivars for broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v. 42, n. 5, p. 595-609, 2001.

STRINGHINI, J. H.; ANDRADE, M. L.; ANDRADE, L.; XAVIER, S. A. G.; CAFÉ, M. B.; LEANDRO, N. S. M. Desempenho, balanço e retenção de nutrientes e biometria dos órgãos digestivos de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de

proteína na ração pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.6, p.2350-2358, 2006.

UNI, Z.; NOY, Y. SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n.2, p.215-222, 1999.

XAVIER, S. A. G.; STRINGHINI, J. H.; BRITO, A. B. de; ANDRADE, M. A.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. Níveis de energia metabolizável em rações pré-iniciais para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 109-115, 2008.

ZAMAN, Q. U.; MUSHTAQ, T.; NAWAZ, H.; MIRZA, M. A.; MAHMOOD, S.; AHMAD, T.; BABAR, M. E.; MUSHTAQ, M. M. H. Effect of varying dietary energy and protein on broiler performance in hot climate. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, n. 3-4, p. 302-312, 2008

CAPITULO 3 – INFLUÊNCIA DO NÍVEL DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DA RAÇÃO SOBRE A CAPACIDADE DIGESTIVA DE FRANGOS DE CORTE DO ALOJAMENTO ATÉ 27 DIAS DE IDADE

Influência do nível de energia metabolizável da ração sobre a capacidade digestiva de frangos de corte do alojamento até 27 dias de idade

RESUMO – Objetivou-se avaliar a capacidade digestiva de frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com rações de diferentes níveis de energia metabolizável. Foi realizado um experimento em esquema fatorial 4x9 (energia metabolizável: baixa, média, alta e muito alta x idade) e por meio de coleta total de excretas avaliou-se as variáveis estudadas. A quantidade ingerida de matéria seca (MS) e extrativo não nitrogenado (ENN) não foram influenciadas pela energia das rações, porém a ingestão de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) foi maior em rações mais energéticas. Até 21 dias de idade, a dietas não influenciou a ingestão de matéria gorda (MG), sendo maior em energia muito alta e menor na baixa após esta idade. O nível energético não influenciou a excreção de ENN, porém no nível alto e muito alto excretaram mais MM e EB, enquanto no médio menos MS e PB. A excreção de MG até seis dias e de FB até 18 dias não foram afetadas pelas rações. A absorção de MS, FB e EB não foram influenciadas pelas rações, ao contrário do ENN que foi maior na menos energética. Até 21 dias, a ração não influenciou a absorção de PB e MG, enquanto maior absorção foi observada em rações mais energéticas a partir desta idade. A digestibilidade foi maior na energia baixa e média para MS e MM e na média para PB e ENN, mas o menor valor de digestibilidade ocorreu na muito alta para FB. A digestibilidade da MG não foi influenciada até três e de 22 a 27 dias de idade pela energia metabolizável, mas foi afetada pela idade das aves. Conclui-se que o nível de energia metabolizável da ração influencia a digestibilidade, sendo esta maior até três dias de vida tendo uma queda brusca no período de sete a nove dias de idade.

Palavras-Chave: aves, metabolismo, nutrição, densidade energética

3.1 Introdução

O objetivo dos nutricionistas é produzir uma ração com qualidade, baixo custo e que alcance o máximo de desempenho do animal. As rações são formuladas com a finalidade de atender as exigências energéticas e nutritivas das aves, dando condições para que a ave expresse todo o seu potencial genético. Para isso é necessário determinar a digestibilidade de nutrientes assim como os valores de energia digestível e metabolizável das rações ou dos ingredientes para aves. O nível de energia na dieta é de grande interesse, pois influencia a quantidade de alimento ingerido, o desempenho do animal e a composição da carcaça, além de representar o principal custo das rações.

As aves comem para satisfazer suas exigências energéticas e por isso quando o nível de energia é aumentado os demais nutrientes devem ser adicionados em uma maior concentração para que a alimentação não fique deficiente nos demais nutrientes. No entanto, é possível que a manipulação da energia metabolizável e dos nutrientes da ração possa interferir na digestibilidade dos diferentes nutrientes, visto que a ave jovem possui um sistema digestório funcionalmente imaturo e seu desenvolvimento acontece a partir do estímulo representado pela presença do alimento, e desta forma estratégias que proporcionam uma melhor nutrição do embrião ou do pintinho após a eclosão, podem favorecer esta transição aumentando o desempenho da ave (BARANYIOVA, 1987; NOY & PINCHASOV, 1993; OHTA et al., 1999; TAKO et al., 2004; FOYE et al., 2006ab). Estudos mostram que em animais jovens a absorção de gordura é menor, devido a esta imaturidade do intestino delgado (MORAN JÚNIOR, 1989), além de ter uma digestão prejudicada pela menor capacidade de produção de lipase pancreática e deficiência na produção de bile (FREEMAN, 1984).

O conhecimento da influência do nível energético das rações sobre a digestibilidade de nutrientes em frangos de corte de diferentes idades irá auxiliar o trabalho dos nutricionistas na formulação de rações para uma alimentação mais eficiente dos frangos de corte. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a capacidade digestiva de frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com rações de diferentes níveis de energia metabolizável.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Localização e época de realização

O experimento foi conduzido na Granja Experimental de Frangos de Corte da Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia-MG, durante o segundo semestre de 2009.

3.2.2 Aves e instalações

Foram utilizados 112 pintos de corte de um a 27 dias de idade, machos, da linhagem CobbAvian 48. As aves foram alojadas em um galpão, edificado em alvenaria, cobertura em estrutura metálica e telhas de fibrocimento e paredes laterais em tela de arame. Forrado com tecido plástico próprio para granjas avícolas, o galpão possui sistema de ventilação e micro aspersão de água, laterais equipadas com dupla cortina de acionamento mecânico e campânulas de infravermelho para o controle interno de temperatura e ainda iluminação artificial. Internamente, o galpão possui 28 gaiolas de arame galvanizado, com dimensões de 50x50x40cm, equipadas com comedouros e bebedouros do tipo linear e bandejas metálicas para a coleta das excretas.

3.2.3 Delineamento e tratamentos experimentais

Foi realizado experimento num desenho fatorial 4x9 (densidade energética: baixa, média, alta e muito alta x período: um a três, de quatro a seis, de sete a nove, de dez a 12, de 13 a 15, de 16 a 18 de 19 a 21, de 22 a 24 e de 25 a 27 dias de idade) cada tratamento com sete repetições, quatro aves por repetição (gaiola), envolvendo 28 aves por tratamento. As rações foram formuladas e produzidas a base de sorgo e farelo de soja, composta de três fases (pré-inicial, inicial e engorda). Foram testadas quatro rações com diferentes níveis de energia metabolizável (tratamentos) dentro de cada uma das fases, mantendo-se a relação energia:nutrientes, com níveis de nutricionais baseados nas recomendações de

ROSTAGNO et al. (2005), sendo o nível energético médio o indicado por estes mesmos autores (Tabela 1, 2 e 3).

Tabela 10 – Composição das rações experimentais pré-iniciais (1-9 dias) com energia metabolizável baixa, média, alta e muito alta para frangos de corte.

INGREDIENTE	ENERGIA METABOLIZÁVEL			
	BAIXA	MÉDIA	ALTA	MUITO ALTA
Sorgo (%)	59,48	57,05	54,62	52,18
Farelo de soja (%)	33,76	35,03	36,30	37,56
Óleo de soja (%)	2,28	3,40	4,51	5,63
Fosfato bicálcico (%)	1,92	1,96	2,00	2,05
Calcário (%)	0,85	0,86	0,86	0,87
Sal comum (%)	0,46	0,46	0,46	0,46
DL-metionina (%)	0,41	0,42	0,43	0,43
L-lisina HCL (%)	0,45	0,44	0,43	0,43
L-treonina (%)	0,18	0,18	0,18	0,18
Premix inicial ¹ (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
COMPOSIÇÃO CALCULADA				
EMA (Kcal/Kg)	2.900	2.950	3.000	3.050
Proteína bruta (%)	21,73	22,11	22,48	22,86
Cálcio (%)	0,93	0,95	0,97	0,98
Fósforo disponível (%)	0,46	0,47	0,48	0,49
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina digestível (%)	1,34	1,36	1,39	1,41
Metionina digestível (%)	0,69	0,70	0,71	0,72
Metionina + Cistina digestível (%)	0,95	0,97	0,98	1,00
Treonina digestível (%)	0,87	0,89	0,90	0,92
Triptofano digestível (%)	0,24	0,25	0,25	0,26
Arginina digestível (%)	1,31	1,34	1,37	1,41
COMPOSIÇÃO ANALISADA				
Energia bruta (Kcal/Kg)	4.043	4.185	4.216	4275
Matéria seca (%)	89,85	90,06	90,09	89,80
Proteína bruta (%)	21,66	22,06	22,41	22,73
Matéria gorda (%)	2,95	3,02	3,11	3,21
Fibra bruta (%)	3,81	3,86	3,91	4,00
Matéria mineral (%)	5,37	5,14	5,07	5,52
Cálcio (%)	0,92	0,93	0,94	0,93
Fósforo total (%)	0,66	0,67	0,68	0,68
Extrativo não nitrogenado (%)	56,05	55,94	55,58	54,35

EMA (energia metabolizável aparente)

¹ MC-Mix Frango inicial SAA 2kg (@M-Cassab Comércio e Indústria Ltda) – Composição por quilo de ração – Vit-A 11.000UI; D3 2.000UI; E 16mg; Ácido Fólico 400mcg; Pantotenato cálcio 10mg; Biotina 60mcg; Niacina 35mg; Piridoxina 2mg; Riboflavina 4,5mg; Tiamina 1,2mg; B12 16mcg; K 1,5mg; Se 250mcg; Colina 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Promotor de crescimento 384mg; Coccidicida 375mg; Antioxidante 120mg

Tabela 2 - Composição das rações experimentais iniciais (10-21 dias) com energia metabolizável baixa, média, alta e muito alta para frangos de corte.

INGREDIENTE	ENERGIA METABOLIZÁVEL			
	BAIXA	MÉDIA	ALTA	MUITO ALTA
Sorgo (%)	59,98	57,63	55,28	52,93
Farelo de soja (%)	32,26	33,46	34,67	35,86
Óleo de soja (%)	3,80	4,91	6,01	7,11
Fosfato bicálcico (%)	1,82	1,86	1,90	1,94
Calcário (%)	0,80	0,80	0,81	0,81
Sal comum (%)	0,47	0,47	0,46	0,46
DL-metionina (%)	0,31	0,31	0,32	0,33
L-lisina HCL (%)	0,28	0,27	0,26	0,25
L-treonina (%)	0,09	0,09	0,09	0,09
Premix inicial ¹ (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
COMPOSIÇÃO CALCULADA				
EMA (Kcal/Kg)	3.000	3.050	3.100	3.150
Proteína bruta (%)	20,79	21,14	21,49	21,83
Cálcio (%)	0,88	0,90	0,91	0,93
Fósforo disponível (%)	0,44	0,45	0,46	0,46
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina digestível (%)	1,17	1,19	1,21	1,23
Metionina digestível (%)	0,58	0,59	0,60	0,61
Metionina + Cistina digestível (%)	0,84	0,85	0,86	0,88
Treonina digestível (%)	0,77	0,78	0,79	0,81
Triptofano digestível (%)	0,23	0,24	0,24	0,25
Arginina digestível (%)	1,26	1,29	1,32	1,35
COMPOSIÇÃO ANALISADA				
Energia bruta (Kcal/Kg)	4.087	4.254	4.274	4359
Matéria seca (%)	90,28	91,24	90,84	90,90
Proteína bruta (%)	20,82	21,10	21,44	21,66
Matéria gorda (%)	3,02	3,12	3,22	3,34
Fibra bruta (%)	3,93	4,06	4,07	4,11
Matéria mineral (%)	5,19	5,18	5,09	5,45
Cálcio (%)	0,88	0,92	0,94	0,94
Fósforo total (%)	0,63	0,66	0,66	0,68
Extrativo não nitrogenado (%)	57,32	57,77	56,96	56,34

EMA (energia metabolizável aparente)

¹ MC-Mix Frango inicial SAA 2kg (@M-Cassab Comércio e Indústria Ltda) – Composição por quilo de ração – Vit-A 11.000UI; D3 2.000UI; E 16mg; Ácido Fólico 400mcg; Pantotenato cálcio 10mg; Biotina 60mcg; Niacina 35mg; Piridoxina 2mg; Riboflavina 4,5mg; Tiamina 1,2mg; B12 16mcg; K 1,5mg; Se 250mcg; Colina 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Promotor de crescimento 384mg; Coccidicida 375mg; Antioxidante 120mg

Tabela 3 – Composição das rações experimentais de engorda (22-27) com energia metabolizável baixa, média, alta e muito alta para frangos de corte.

INGREDIENTE	ENERGIA METABOLIZÁVEL			
	BAIXA	MÉDIA	ALTA	MUITO ALTA
Sorgo (%)	62,31	60,14	57,91	55,68
Farelo de soja (%)	28,98	30,02	31,13	32,24
Óleo de soja (%)	4,98	6,05	7,14	8,23
Fosfato bicálcico (%)	1,68	1,71	1,75	1,79
Calcário (%)	0,76	0,77	0,77	0,78
Sal comum (%)	0,47	0,47	0,47	0,47
DL-metionina (%)	0,28	0,29	0,29	0,30
L-lisina HCL (%)	0,27	0,26	0,25	0,25
L-treonina (%)	0,07	0,07	0,07	0,07
Premix Engorda ¹ (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
COMPOSIÇÃO CALCULADA				
EMA (Kcal/Kg)	3.100	3.150	3.200	3.250
Proteína bruta (%)	19,44	19,73	20,04	20,36
Cálcio (%)	0,83	0,84	0,85	0,87
Fósforo disponível (%)	0,41	0,42	0,43	0,43
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina digestível (%)	1,08	1,10	1,12	1,13
Metionina digestível (%)	0,53	0,55	0,56	0,56
Metionina + Cistina digestível (%)	0,78	0,79	0,80	0,82
Treonina digestível (%)	0,70	0,71	0,73	0,74
Triptofano digestível (%)	0,22	0,22	0,23	0,23
Arginina digestível (%)	1,16	1,19	1,22	1,25
COMPOSIÇÃO ANALISADA				
Energia bruta (Kcal/Kg)	4.223	4.237	4.291	4.334
Matéria seca (%)	89,48	88,55	88,94	88,64
Proteína bruta (%)	19,50	19,82	20,10	20,41
Matéria gorda (%)	4,88	5,35	5,55	5,85
Fibra bruta (%)	4,01	4,06	4,16	4,21
Matéria mineral (%)	4,47	4,62	4,67	4,74
Cálcio (%)	0,97	0,97	1,00	1,02
Fósforo total (%)	0,72	0,73	0,75	0,74
Extrativo não nitrogenado (%)	56,62	54,70	54,46	55,44

EMA (energia metabolizável aparente)

¹MC-Mix Frango engorda SAA 2kg (©M-Cassab Comércio e Indústria Ltda)– Composição por quilo de ração - Vit-A 9000UI; D3 1600UI; E 14mg; Ácido Fólico 300mcg; Pantotenato cálcio 9mg; Biotina 50mcg; Niacina 30mg; Piridoxina 1,8mg; Riboflavina 4mg; Tiamina 1mg; B12 12mcg; K3 1,5mg; Se 250mcg; Colina 219mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Promotor de crescimento 385mg; Coccidicida 550mg; Antioxidante 120mg

3.2.4 Manejo experimental

As práticas de manejo das aves ao longo do experimento seguiram o modelo preconizado pela Granja Experimental de forma a garantir ambiência adequada a cada fase da vida, oferta de água limpa e fresca e ração à vontade.

O ensaio de digestibilidade foi realizado até os 27 dias de idade utilizando-se o método da coleta total de excretas, sem o período de adaptação. Neste procedimento, o alimento ingerido a cada três dias foi relacionado à excreta produzida pelas aves em cada gaiola no período. Para marcar o início e o final de cada período foi utilizada ração marcada com óxido de ferro, oferecida ao final do dia de cada três dias para a correta demarcação entre a ração ingerida e as excretas produzidas no período.

O consumo de ração foi avaliado entre os dias de um a três, de quatro a seis, de sete a nove, de dez a 12, de 13 a 15, de 16 a 18 de 19 a 21, de 22 a 24 e de 25 a 27 dias de idade, sendo calculado pela diferença entre a quantidade de ração disponibilizada e a sobra dentro de cada um dos intervalos, estabelecendo assim o consumo de ração em gramas. Durante estes períodos também foram realizadas a coleta total de excretas nas bandejas de cada gaiola, a qual foi feita uma vez ao dia, tendo o cuidado de retirar penas e outros corpos estranhos presentes, sendo acondicionadas em sacos plásticos identificados com o tratamento e repetição, pesadas para a determinação da quantidade excretada em gramas e congeladas para conservação e posteriores análises.

No Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Uberlândia, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente e homogeneizadas. Alíquotas das amostras foram tomadas e pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 56°C e posteriormente moídas em moinho de faca para realização das análises de matéria seca, matéria gorda, proteína bruta, fibra bruta, matéria mineral e extrativo não nitrogenado de acordo com a metodologia proposta pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (BRASIL, 2005) e de energia bruta por meio de Bomba calorimétrica IKA-WERKE C2000 basic. Paralelamente, foram tomadas amostras das rações experimentais e realizadas as mesmas análises, para cálculo das digestibilidades.

3.2.5 Variáveis analisadas

Foram calculadas ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de matéria seca, matéria gorda, proteína bruta, fibra bruta, matéria mineral, extrativo não nitrogenado e energia bruta de acordo com as seguintes fórmulas:

- Ingestão =
$$\frac{\text{Consumo de ração x teor na ração}}{100}$$
- Excreção =
$$\frac{\text{Quantidade de excretas x teor na excreta}}{100}$$
- Absorção = Quantidade ingerida - quantidade excretada
- Digestibilidade =
$$\frac{\text{Quantidade absorvida x 100}}{\text{Quantidade ingerida}}$$

3.2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk por meio do programa SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC). As variáveis ingestão, excreção e absorção de nutrientes e energia bruta sofreram transformação ($x^{0.2}$). Foi realizada análise de variância para os tratamentos, idade e sua interação, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1% utilizando-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Matéria seca

Os dados referentes à ingestão de ração, excreção de fezes e absorção do alimento na base seca e digestibilidade da matéria seca do alimento estão na Tabela 4. Não foi observada interação entre o nível energético da ração e idade para estas variáveis. A quantidade ingerida e absorvida da matéria seca da dieta não foi

influenciada pelo nível energético da ração. Provavelmente o mecanismo de regulação da ingestão de alimento em relação à energia da ração não é fisiologicamente perfeito, fator este que pode estar sendo selecionado pelos geneticistas visto que as aves também são avaliadas quanto à sua voracidade. Resultados similares foram obtidos por XAVIER et al. (2008) que ao utilizarem diferentes níveis de energia metabolizável nas dietas não observaram diferenças no consumo de ração em frangos de corte de um a 21 dias de idade. SAKOMURA et al. (2004) também não observaram diferença no consumo de ração em aves de 22 a 43 dias de idade alimentadas com rações de diferentes densidades energéticas e nutricionais, resultado também encontrado por OLIVEIRA NETO et al. (2000) ao avaliar frangos de 22 a 42 dias de idade com diferentes níveis energéticos.

Tabela 4 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade da matéria seca por frangos de corte até os 27 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

		Ingestão (g)	Excreção (g)	Absorção (g)	Digestibilidade (%)
ENERGIA METABOLIZÁVEL	Baixa	829	223,645a	610,864	73,46a
	Média	804	214,157b	588,035	74,19a
	Alta	823	229,859a	601,496	72,66b
	Muito alta	843	239,303a	600,801	71,88b
PERIODO (dias)	1-3	117,086i	18,296h	101,222i	84,81a
	4-6	252,347h	69,462g	183,097h	72,51c
	7-9	414,679g	148,957f	265,722g	64,08d
	10-12	655,408f	175,235e	482,568f	73,49b
	13-15	799,578e	219,310d	580,268e	72,60c
	16-18	1015,892d	271,896c	743,996d	73,26b
	19-21	1182,097c	337,491b	844,606c	71,32c
	22-24	1373,062b	393,774a	879,287b	71,36c
	25-27	1625,144a	417,652a	1193,548a	74,55b
CV (%)		8,26	13,38	10,46	3,96
P VALOR	Energia metabolizável	0,0706 ^{ns}	0,0000*	0,0779 ^{ns}	0,0001*
	Idade	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
	Interação	0,7650 ^{ns}	0,9991 ^{ns}	0,7680 ^{ns}	0,4879 ^{ns}

* Significativo a Scott-Knott 1%; ^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância (P<0,01).

Os pintinhos alimentados com rações de nível energético médio produziram menor quantidade de excreta, em relação aos demais tratamentos. O nível

energético influenciou negativamente a digestibilidade da matéria seca, visto que frangos de corte alimentados com rações de baixa e média energia metabolizável apresentaram digestibilidade igual e maior em relação aos alimentados com rações mais energéticas (alta e muito alta), significativamente iguais entre si e menores. Efeitos contrários foram observados por XAVIER et al. (2008) que observaram efeito quadrático dos níveis de energia metabolizável para a digestibilidade de matéria seca em frangos de quatro a sete dias de idade. CANÇADO & BAIÃO (2002b) avaliaram os efeitos da adição (aumento da energia metabolizável) ou não de óleo na ração de frangos de um a 21 dias de idade e não encontraram efeitos definidos para a digestibilidade da matéria seca.

A quantidade ingerida, excretada e absorvida de matéria seca aumentou com o aumento da idade, um comportamento fisiologicamente esperado. A digestibilidade da matéria seca foi influenciada pela idade dos frangos de corte, tendo o maior valor nos primeiros três dias de idade, seguido de uma queda que levou ao menor valor de digestibilidade no período de sete a nove dias de idade, após este período existiu uma melhora na digestibilidade da matéria seca. A matéria seca é constituída de matéria gorda, proteína bruta, fibra bruta, matéria mineral e extrativo não nitrogenado, nutrientes estes que foram analisados separadamente, cujos resultados estão apresentados a seguir.

3.3.2 Matéria gorda

Interações entre a energia metabolizável da ração e a idade dos frangos foram observadas para as variáveis absorção e digestibilidade de matéria gorda, no entanto, não foram significativas para ingestão e excreção (Tabela 5). Frangos de corte alimentados com ração de nível energético muito alto tiveram maior ingestão de matéria gorda, enquanto os alimentados com ração de nível energético baixo e médio tiveram uma menor ingestão. Como não foi observada diferença na ingestão de matéria seca entre os diferentes tratamentos, era esperado que a ingestão de matéria gorda aumentasse em densidades energéticas mais altas, visto que essas rações possuíam maior teor de matéria gorda. A quantidade de matéria gorda ingerida aumentou com a idade.

Tabela 5 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de matéria gorda por frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

		Ingestão (g)	Excreção (g)	Absorção (g)	Digestibilidade (%)
ENERGIA METABOLIZÁVEL	Baixa	34,366c	6,658c	28,213	80,25
	Média	35,622c	7,313c	28,472	78,67
	Alta	37,852b	8,736b	29,372	75,58
	Muito alta	41,031a	9,863a	31,052	73,29
PERÍODO (dias)	1-3	3,993i	0,470i	3,568	88,36
	4-6	8,583h	2,032h	6,572	76,56
	7-9	14,132g	4,607g	9,525	67,53
	10-12	22,877f	5,575f	17,446	75,98
	13-15	27,931e	7,248e	20,684	74,21
	16-18	35,471d	9,015d	26,456	74,68
	19-21	41,270c	11,373c	29,897	72,40
	22-24	83,176b	15,763b	67,413	81,16
	25-27	98,834a	16,974a	80,347	82,83
CV (%)		9,12	15,28	11,25	3,37
P VALOR	Energia metabolizável	0,0000*	0,0000*	0,0174 ^{ns}	0,0000*
	Idade	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
	Interação	0,9999 ^{ns}	0,6307 ^{ns}	0,0000*	0,0000*

* Significativo a Scott-Knott 1%; ^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância (P<0,01).

Acompanhando o aumento da ingestão de matéria gorda com o aumento da energia metabolizável, frangos alimentados com rações mais energéticas excretaram maior quantidade de matéria gorda. A quantidade de matéria gorda excretada aumentou com a idade. Em estudo realizado em machos leves (White Leghorn) alimentados com rações contendo óleo de milho e sebo bovino, foi observado que, em ambos os tratamentos, maior percentagem de matéria gorda nas excretas ocorreu aos cinco e sete dias de vida e a menor percentagem de um a quatro dias e após o sétimo dia (CAREW et al., 1972). Em nosso estudo, a percentagem de matéria gorda não foi avaliada, mas sim a quantidade em gramas.

Não foi observada influência das diferentes rações sobre a absorção de matéria gorda em frangos de corte de um a 18 dias de idade (Tabela 6). Frangos de 16 a 18 dias de idade alimentadas com ração de baixa energia metabolizável absorveram maior quantidade de matéria gorda que os demais tratamentos. A partir de 22 dias de idade, frangos alimentados com nível energético muito alto passaram

a absorver maior quantidade de matéria gorda em relação aos demais tratamentos, tendo o nível energético baixo a menor absorção no período de 25 a 27 dias de idade. Este aumento da absorção com o aumento da energia metabolizável provavelmente está relacionado com a maior ingestão de matéria gorda, entretanto, como essa diferença é observada apenas a partir de 22 dias de idade, é possível dizer que após esta idade os frangos de corte possuem uma maior capacidade de absorção de matéria gorda. A quantidade absorvida de matéria gorda aumentou com a idade.

Tabela 6 – Desdobramento da interação entre nível de energia metabolizável e idade para absorção de matéria gorda (g) por frangos de corte.

PERÍODO (dias)	ENERGIA METABOLIZÁVEL			
	Baixa	Média	Alta	Muito alta
1-3	3,437i	3,630g	3,608h	3,615h
4-6	6,694h	6,383f	6,813g	6,347g
7-9	10,051g	9,463e	9,489f	9,022f
10-12	17,822f	17,621d	17,935e	16,421e
13-15	21,005e	19,648d	21,397d	20,640d
16-18	27,458d	25,577c	26,311c	26,334c
19-21	32,639cA	28,497cB	28,845cB	29,214cB
22-24	62,306B	66,377bB	67,903bB	73,797bA
25-27	72,502aC	79,047aB	80,412aB	90,550aA

Médias seguidas de letras minúsculas (maiúsculas) diferentes na coluna (linha) diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância ($P < 0,01$).

A energia metabolizável da ração não influenciou a digestibilidade de matéria gorda nos três primeiros dias de idade (Tabela 7). No período de quatro a seis dias de idade, as rações de baixa, média e alta energia apresentaram valor de digestibilidade iguais entre si e maiores que a de energia muito alta. De sete a 12 dias, maior valor de digestibilidade foi encontrado em rações de baixa e média energia, sendo a menor digestibilidade de matéria gorda observada com nível energético muito alto. Frangos de corte de 13 a 18 dias de idade apresentaram maior digestibilidade de matéria gorda nos tratamentos de baixa e média energia e menor digestibilidade nos tratamentos de alta e muito alta. De 19 a 21 dias de idade, a maior digestibilidade foi encontrada em aves alimentadas com rações de baixa energia metabolizável e menores valores em rações de alta e muito alta. O nível de energia metabolizável da ração não influenciou a digestibilidade de matéria gorda

em frangos de corte a partir de 22 dias de idade. Resultados diferentes foram encontrados por CANÇADO & BAIÃO (2002b) que testaram o aumento da energia metabolizável por meio da adição ou não de óleo na ração de frangos um a 21 dias de idade, observando digestibilidade da matéria gorda superiores nas aves alimentadas com óleo.

Tabela 7 – Desdobramento da interação entre nível de energia metabolizável e idade para digestibilidade da matéria gorda (%) em frangos de corte.

PERÍODO (dias)	ENERGIA METABOLIZÁVEL			
	Baixa	Média	Alta	Muito alta
1-3	89,70a	90,13a	87,15a	86,28a
4-6	79,01cA	78,30cA	75,94cA	71,99cB
7-9	72,50dA	70,93eA	65,21eB	60,75dC
10-12	78,91cA	79,32cA	74,79cB	70,30cC
13-15	77,89cA	75,14dA	72,76cB	70,52cB
16-18	78,65cA	75,73dA	72,64cB	71,15cB
19-21	79,39cA	72,77eB	68,93dC	67,50cC
22-24	82,80b	81,18b	81,05b	79,38b
25-27	83,44b	84,53b	81,69b	81,59b

Médias seguidas de letras minúsculas (maiúsculas) diferentes na coluna (linha) diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância ($P < 0,01$).

Os resultados mostram que o aumento da energia metabolizável com conseqüente aumento do teor de matéria gorda da ração proporcionou uma diminuição da digestibilidade lipídica em frangos de corte de quatro a 21 dias de idade, indicando uma possível dificuldade em digerir gorduras nesta faixa etária. MAIORKA et al. (2004) mostraram que a atividade de lipase pancreática é maior em aves aos sete dias de idade alimentadas com dietas contendo alto nível de energia metabolizável e sugerem que a circulação entero-hepática pode ser o fator limitante mais importante para as aves jovens quanto ao uso de lipídeos na dieta, visto que a concentração e a atividade da lipase podem ser moduladas pelo incremento de lipídeos na dieta. Entretanto, CANÇADO & BAIÃO (2002b) não observaram influência do aumento de energia metabólica pelo uso ou não de óleo na ração sobre a concentração de lipase no pâncreas de frangos de corte até 15 dias de idade e ROUTMAN et al. (2003) não observaram influência do nível de energia metabolizável da dieta sobre a atividade de lipase aos 23 e 46 dias de idade. Para PINCHASOV & NOY (1993), é mais provável que os fatores físicos do sistema

gastrointestinal como o comprimento e a área de superfície limitem mais o crescimento precoce do que a disponibilidade de enzimas. Independentemente de qual seja o fator limitante, os resultados desta pesquisa mostram que a partir de 21 dias de idade é possível aumentar a densidade energética e nutricional da ração sem prejudicar a digestibilidade da matéria gorda da ração, o que indica que a partir desta idade os frangos de corte possuem capacidade de digerir maior quantidade de gorduras.

Ainda de acordo com a Tabela 7, maior valor de digestibilidade da matéria gorda da dieta foi encontrado no período de um a três dias de idade, e o segundo maior valor de 22 a 27 dias de idade, independentemente do nível energético utilizado. Frangos de corte alimentados com rações de baixa, alta e muito alta energia tiveram o menor valor de digestibilidade deste nutriente no período de sete a nove dias de idade. Frangos de corte arraçoados com energia metabolizável média apresentaram menor valor de digestibilidade no período de sete a oito dias e de 19 a 21 dias, tendo os demais períodos valores intermediários e iguais entre si.

Nos três primeiros dias de idade os pintinhos apresentam a melhor digestibilidade da matéria gorda, tendo uma queda brusca no período de sete a nove dias de idade. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por MURAKAMI et al. (1992) que revelaram uma absorção alta de lipídeos logo após o nascimento, decrescendo ao mínimo até o sexto dia, aumentando novamente após este período. De acordo com NITSAN et al. (1991), um fator limitante da digestão e conseqüentemente do consumo e do crescimento de frangos de corte é o desenvolvimento da secreção de enzimas digestivas em aves logo após o nascimento. Estes mesmos autores mostram que a atividade específica de lipase nos frangos diminuiu no período de três a seis dias de idade, aumentando cerca de 10-20% aos 21 dias. O'SULLIVAN et al. (1992) observaram um aumento na atividade de lipase em pâncreas de frangos de oito para 21 dias de idade.

A maior digestibilidade da matéria gorda nos três primeiros dias de idade pode ser explicada pelo fato dos frangos de corte nascerem com alguma reserva de lipase acumulada no pâncreas durante o desenvolvimento embrionário (NITSAN, 1995). Após esta reserva se esgotar, há uma queda na digestibilidade da gordura, pois, de acordo com NITSAN (1995), a síntese de enzimas é limitada durante a fase

inicial de vida das aves. Também deve ser levado em consideração o fato dos pintinhos possuírem uma baixa população microbiana e o aumento da atividade microbiana no intestino, como consequência da colonização pós-eclosão, poder aumentar a desconjugação dos ácidos biliares, visto que muitas espécies de bactérias possuem esta capacidade (HYLEMOND, 1985). Este ácido biliar desconjugado pode prejudicar a formação de micelas e conseqüentemente reduzir a digestão de gorduras (GARRETT & YOUNG, 1975). Este fato foi comprovado por CAMPBELL et al. (1983) que observaram maior retenção de gordura em aves livres de germes em relação a aves convencionais.

Os resultados desta pesquisa mostram que a partir de 22 dias de idade a digestibilidade da fração graxa da dieta se torna mais eficiente. MACARI et al. (1994) explicaram que apenas quando a estrutura do enterócito alcança seu desenvolvimento pleno, é que a absorção de lipídeos se efetiva, o que ocorre após duas ou três semanas de vida pós-natal, fase em que os mecanismos de digestão e absorção alcançam sua plenitude.

3.3.3 Proteína bruta

Os valores de ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de proteína bruta por frangos de corte até 27 dias de idade estão apresentados na Tabela 8. Não foram observadas interações significativas entre os níveis energéticos e idade para nenhuma destas variáveis.

Frangos de corte alimentados com rações de alta e muito alta energia ingeriram maior quantidade de proteína bruta, enquanto os alimentados com baixa e média tiveram menor ingestão. Ao aumentar o nível de energia metabolizável da ração, o teor de proteína bruta também foi aumentado, como a ingestão de ração não diferiu entre os tratamentos, a ingestão de proteína bruta aumentou com o aumento do nível energético. De acordo com BRUE & LATSHAW (1985), quando os frangos não reduzem o consumo alimentar em função da densidade energética e nutricional, consomem mais nutrientes por dia. Entretanto, resultado diferente foi encontrado por SAKOMURA et al. (2004), que mesmo não observando diferenças no consumo de ração, não observaram diferenças no consumo de proteína bruta em

diferentes níveis de energia metabolizável com os nutrientes devidamente ajustados. A ingestão de proteína bruta aumentou com a idade.

Tabela 8 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de proteína bruta por frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

		Ingestão (g)	Excreção (g)	Absorção (g)	Digestibilidade (%)
ENERGIA METABOLIZÁVEL	Baixa	188,093b	66,733a	122,291b	66,34b
	Média	184,789b	61,954b	122,362b	68,04a
	Alta	192,354a	66,300a	127,825a	66,77b
	Muito alta	199,268a	69,714a	128,778a	65,81b
PERIODO (dias)	1-3	28,905i	5,593h	23,909i	81,20a
	4-6	62,205h	19,742g	42,529h	68,31b
	7-9	102,330g	42,434f	59,896g	58,54d
	10-12	153,387f	50,303e	103,774f	67,51b
	13-15	187,195e	62,451d	124,744e	66,67b
	16-18	237,784d	79,780c	158,004d	66,49b
	19-21	276,675c	101,683b	174,992c	63,12c
	22-24	307,974b	115,378a	192,597b	62,56c
	25-27	364,946a	121,959a	239,885a	66,74b
CV (%)		8,19	13,21	11,34	5,33
P VALOR	Energia metabolizável	0,0000*	0,0000*	0,0026*	0,0043*
	Idade	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
	Interação	0,9759 ^{ns}	0,9851 ^{ns}	0,4043 ^{ns}	0,1084 ^{ns}

* Significativo a Scott-Knott 1%; ^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância (P<0,01).

Menor excreção de proteína bruta foi observada em frangos alimentados com nível de energia metabolizável médio em relação aos demais tratamentos, as quais foram iguais entre si. Este resultado pode expressar um melhor aproveitamento da proteína bruta neste nível energético. A quantidade de proteína bruta excretada aumentou com a idade.

Frangos de corte alimentados com rações com nível energético alto e muito alto absorveram maior quantidade de proteína bruta em relação aos níveis baixo e médio, os quais foram iguais entre si. As diferenças na quantidade de proteína bruta absorvida podem estar relacionadas à maior ingestão de proteína bruta em rações mais energéticas. A quantidade absorvida de proteína bruta aumentou com a idade.

Maior digestibilidade de proteína bruta foi observada em aves alimentadas com rações de média energia metabolizável, o que possivelmente representa um balanço ótimo de proteínas neste tratamento. A digestibilidade das rações com nível energético baixo, alto e muito alto tiveram valores iguais entre si e menores que no médio. Ao avaliar a digestibilidade de proteína bruta, XAVIER et al. (2008) encontraram efeito cúbico para a digestibilidade em frangos de corte no período de quatro a sete dias de idade em relação à energia metabolizável. Entretanto, CANÇADO & BAIÃO (2002b) avaliando a adição (aumento da energia metabolizável) ou não de óleo na ração de franginhos de um a 21 dias de idade não encontraram efeitos definidos para a digestibilidade da proteína bruta. ROUTMAN et al. (2003) não observaram influência do nível de energia metabolizável da dieta sobre a atividade de tripsina aos 23 e 46 dias de idade.

A digestibilidade da proteína bruta foi influenciada pela idade, sendo o maior valor encontrado em frangos de um a três dias de idade, seguida de uma rápida queda até o menor valor aos sete e nove dias. Após este período a digestibilidade da proteína bruta volta a aumentar, porém sem alcançar a digestibilidade dos primeiros três dias de idade. Estes resultados podem ser explicados pela trajetória de atividade das enzimas, visto que, segundo NITSAN et al. (1991), há uma diminuição da atividade específica de tripsina no pâncreas durante os seis primeiros dias de vida, aumentando cerca de 10-20% aos 14 dias de idade. O'SULLIVAN et al. (1992) observaram um aumento na atividade de tripsina em pâncreas de frangos de oito para 21 dias de idade.

A maior digestibilidade nos três primeiros dias pode ser devido a uma maior disponibilidade de enzimas que foram acumuladas no pâncreas durante o desenvolvimento embrionário (NITSAN, 1995). A menor quantidade de microorganismos intestinais nos pintinhos logo após a eclosão também pode ter influenciado na maior digestibilidade da proteína bruta nos três primeiros dias de vida, pois as bactérias que colonizam o intestino são capazes de incorporar aminoácidos em sua proteína microbiana (SALTER & COATES, 1974), levando a uma menor digestibilidade dos aminoácidos. Estudos realizados por CAMPBELL et al. (1983) e FURUSE & YOKOTA (1985) mostram menor digestibilidade de proteínas em aves convencionais comparadas a aves livres de germes.

3.3.4 Fibra bruta

Não foi observada interação entre as rações e idade dos frangos de corte para as variáveis ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de fibra bruta (Tabela 9). A ingestão de fibra bruta foi maior em frangos alimentados com rações de alta e muito alta energia metabolizável e menor com rações de baixa e média. As rações mais energéticas apresentaram maior teor de fibra bruta em sua composição e como a ingestão de ração não foi influenciada pelo nível energético, conseqüentemente houve um aumento de ingestão de fibra bruta com o aumento da energia. Segundo BRUE & LATSHAW (1985), quando os frangos não reduzem o consumo alimentar em função da densidade energética e nutricional, consomem mais nutrientes por dia. A ingestão de fibra bruta aumentou com a idade.

Tabela 9 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de fibra bruta por frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

		Ingestão (g)	Excreção (g)	Absorção (g)	Digestibilidade (%)
ENERGIA METABOLIZÁVEL	Baixa	36,333b	24,124c	12,408	36,99a
	Média	35,963b	23,720c	12,349	38,53a
	Alta	37,969a	25,649b	11,943	34,91b
	Muito alta	38,333a	27,493a	11,019	31,48b
PERIODO (dias)	1-3	5,071i	1,720h	3,464e	67,10a
	4-6	10,913h	6,563g	4,376d	40,00b
	7-9	17,954g	14,557f	3,397e	18,94e
	10-12	29,151f	18,229e	11,173c	38,03b
	13-15	35,574e	23,268d	12,306c	34,66c
	16-18	45,188d	28,908c	16,281b	36,10c
	19-21	52,577c	38,183b	14,394b	27,11d
	22-24	63,442b	47,348a	16,094b	25,51d
	25-27	75,195a	49,683a	25,510a	34,56c
CV (%)		8,32	13,92	28,74	19,31
P VALOR	Energia metabolizável	0,0000*	0,0000*	0,0103 ^{ns}	0,0000*
	Idade	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
	Interação	0,9996 ^{ns}	0,9957*	0,2284 ^{ns}	0,3438 ^{ns}

* Significativo a Scott-Knott 1%; ^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância (P<0,01).

A excreção de fibra bruta aumentou com o aumento do nível energético da ração, tendo maior excreção os frangos alimentados com ração de energia metabolizável muito alta e menor excreção os alimentados com rações de nível energético médio e baixo. Esta maior excreção provavelmente é devido a maior ingestão de fibra bruta com o aumento no nível energético. A quantidade de fibra bruta excretada aumentou com a idade.

A absorção de fibra bruta em frangos de corte não foi influenciada pela densidade energética e nutricional da ração. A quantidade de fibra bruta absorvida aumentou com a idade. Aves alimentadas com densidade energética alta e muito alta apresentaram menor digestibilidade da fibra bruta em relação às demais rações, provavelmente devido à maior ingestão e conseqüente excreção de fibra bruta. Foram encontradas diferenças na digestibilidade da fibra bruta em relação à idade, sendo o maior valor observado nos três primeiros dias de idade, reduzindo ao menor valor de digestibilidade no período de sete a nove dias, voltando a elevar sem, contudo, alcançar a digestibilidade do intervalo inicial.

3.3.5 Matéria mineral

Não houve interação entre os diferentes níveis de energia e idade para as variáveis ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de matéria mineral para os frangos de corte até 27 dias de idade (Tabela 10). O nível de energia metabolizável influenciou a ingestão de matéria mineral, tendo os frangos alimentados com a ração mais energética, maior ingestão de matéria mineral em relação aos demais tratamentos, que foram iguais entre si. Este resultado pode ser explicado pelo aumento no teor de matéria mineral da ração com o aumento da energia metabolizável e conseqüentemente, quando os frangos não reduzem o consumo alimentar em função da energia da ração, consomem mais nutrientes por dia (BRUE & LATSHAW 1985). A ingestão de matéria mineral aumentou com a idade. As rações também influenciaram a excreção de matéria mineral, sendo a maior excreção observada naqueles frangos alimentados com rações de nível energético alto e muito alto, justificado provavelmente devido à maior ingestão de matéria mineral. A quantidade excretada de matéria mineral também aumentou com a idade.

Tabela 10 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de matéria mineral por frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

		Ingestão (g)	Excreção (g)	Absorção (g)	Digestibilidade (%)
ENERGIA METABOLIZÁVEL	Baixa	45,499b	26,558b	19,074a	46,09a
	Média	44,259b	26,172b	17,991a	45,53a
	Alta	44,976b	28,670a	16,517b	40,00b
	Muito alta	48,415a	29,837a	18,215a	41,65b
PERÍODO (dias)	1-3	6,881i	1,570h	5,462g	77,94a
	4-6	14,788h	6,131g	8,698f	58,74b
	7-9	24,352g	19,064f	5,288g	21,67f
	10-12	37,721f	22,685e	15,348e	40,42d
	13-15	46,028e	28,296d	17,731d	38,58d
	16-18	58,486d	33,772c	24,714b	42,24c
	19-21	68,062c	38,182b	29,880a	43,59c
	22-24	71,377b	49,450a	21,927c	30,81e
	25-27	84,590a	52,420a	32,132a	38,63d
CV (%)		8,15	13,53	21,52	13,80
P VALOR	Energia metabolizável	0,0000*	0,0000*	0,0008*	0,0000*
	Idade	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
	Interação	0,9548 ^{ns}	0,9998 ^{ns}	0,0111 ^{ns}	0,1502 ^{ns}

* Significativo a Scott-Knott 1%; ^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância (P<0,01).

Frangos de corte alimentados com ração de energia metabolizável alta absorveram menor quantidade de matéria mineral do que os frangos dos demais tratamentos. A absorção de matéria mineral também foi influenciada pela idade, tendo os pintinhos de um a três e de sete a nove dias de idade menor absorção de matéria mineral e os frangos de 19 a 21 e de 25 a 27 dias maior absorção deste nutriente.

A digestibilidade da matéria mineral foi influenciada pelo nível energético das rações, tendo as rações mais energéticas (alta e muito alta) menor digestibilidade e as rações menos energéticas (baixa e média) maiores valores. Esta menor digestibilidade em níveis elevados de energia metabolizável deve-se à maior ingestão de matéria mineral com conseqüente aumento na excreção, levando a uma queda no valor de digestibilidade. Em relação à idade, a maior digestibilidade de matéria mineral foi observada de um a três dias seguida de quatro a seis dias. A menor digestibilidade foi encontrada no período de sete a nove dias, tendo um

aumento após este período sem, no entanto, alcançar a digestibilidade dos seis primeiros dias de idade. A digestibilidade dos pintinhos de sete a nove dias de idade pode ter sido prejudicada pela transição da superfície entérica onde células embrionárias remanescentes são eliminadas, estando este processo completo em duas semanas (MORAN Jr., 2007).

3.3.6 Extrativo não nitrogenado

Na Tabela 11 estão as médias de ingestão, excreção, absorção e digestibilidade do extrativo não nitrogenado. Nos alimentos, a fração de extrativo não nitrogenado inclui os mais solúveis e, portanto, os mais úteis carboidratos (MORRISON, 1966). Constituído principalmente de amido, é a fração que menos fornece energia, se comparados com as proteínas e gorduras, entretanto, pela proporção normalmente alta com que participam das dietas, acabam sendo os que mais contribuem energeticamente na alimentação animal (NUNES, 1998). Não foram observadas interações entre energia metabolizável e idade para nenhuma destas variáveis.

A ingestão e a absorção de extrativo não nitrogenado não foram influenciadas pelas rações e aumentaram com a idade. O nível de energia metabolizável influenciou a excreção de extrativo não nitrogenado, tendo o nível energético médio menor excreção, enquanto os demais tratamentos foram iguais entre si. A excreção de extrativo não nitrogenado aumentou com a idade. Por outro lado, a digestibilidade foi influenciada pelas rações, tendo a ração de média energia maior digestibilidade em relação às demais que foram iguais entre si.

Pintinhos de corte de um a três dias de idade apresentaram maior digestibilidade de extrativo não nitrogenado, sendo o segundo maior valor observado no período de 25 a 27 dias de idade. A menor digestibilidade de extrativo não nitrogenado foi observado no período de sete a nove dias, sendo o segundo menor valor observado de quatro a seis dias. Esta queda da digestibilidade do extrativo não nitrogenado, que é composto basicamente de amido, pode ser explicada pelo comportamento enzimático da amilase, que, segundo NITSAN et al. (1991), diminui entre três e seis dias de idade, aumentando cerca de 10-20% aos 11 dias de idade.

A alta digestibilidade nos três primeiros dias de idade pode ser explicada pela reserva de amilase feita no pâncreas durante a fase embrionária (NITSAN, 1995). O'SULLIVAN et al. (1992) observaram um aumento na atividade de amilase em pâncreas de frangos de oito para 21 dias de idade.

Tabela 11 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade de extrativo não nitrogenado por frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

		Ingestão (g)	Excreção (g)	Absorção (g)	Digestibilidade (%)
ENERGIA METABOLIZÁVEL	Baixa	524,687	99,633a	423,100	80,52b
	Média	503,302	94,978b	406,862	81,21a
	Alta	510,323	100,504a	415,667	80,32b
	Muito alta	515,193	102,396a	411,736	79,94b
PERIODO (dias)	1-3	72,235i	8,943g	64,786i	87,95a
	4-6	155,857h	34,994f	120,921h	77,55d
	7-9	255,910g	68,294e	187,616g	73,31e
	10-12	412,272f	78,392e	334,972f	81,15c
	13-15	502,849e	98,047d	404,802e	80,52c
	16-18	638,961d	120,420c	518,541d	81,17c
	19-21	743,512c	148,069b	595,443c	80,00c
	22-24	847,092b	165,836a	681,256b	80,44c
	25-27	1001,578a	176,396a	814,830a	82,59b
CV (%)		8,25	13,39	9,76	2,66
P VALOR	Energia metabolizável	0,1152 ^{ns}	0,0013 [*]	0,0376 [*]	0,0096 [*]
	Idade	0,0000 [*]	0,0000 [*]	0,0000 [*]	0,0000 [*]
	Interação	0,3299 ^{ns}	0,7311 ^{ns}	0,5056 ^{ns}	0,0747 ^{ns}

* Significativo a Scott-Knott 1%;^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância (P<0,01).

3.3.7 Energia

Os dados referentes à ingestão, excreção, absorção e digestibilidade do conteúdo de energia bruta da dieta estão na Tabela 12. Não foi observada interação entre o nível energético da ração e idade para estas variáveis. A ingestão de energia bruta foi influenciada pela energia metabolizável das rações, tendo a maiores valores de ingestão, excreção e absorção frangos de corte alimentados com rações mais energéticas (alta e muito alta) e menores em rações menos energéticas (baixa

e média). Como a ingestão de ração não foi influenciada pela energia, conseqüentemente houve uma maior ingestão de energia bruta e metabolizável, como explicado por BRUE & LATSHAW (1985). Resultado semelhante ao encontrado por OLIVEIRA NETO et al. (2000) que observaram que o consumo de energia metabolizável aumentou de forma linear em razão dos níveis de energia metabolizável da ração. A ingestão, excreção e absorção de energia bruta aumentou com a idade.

Tabela 12 – Ingestão, excreção, absorção e digestibilidade do conteúdo de energia bruta da dieta por frangos de corte de um a 27 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

		Ingestão (kcal)	Excreção (kcal)	Absorção (kcal)	Digestibilidade (%)
ENERGIA METABOLIZÁVEL	Baixa	3812b	867b	2973b	77,48b
	Média	3785b	844b	2933b	78,31a
	Alta	3909a	912a	3039a	77,09b
	Muito alta	4071a	950a	3110a	76,61b
PERIODO (dias)	1-3	543i	69h	485i	87,63a
	4-6	1170h	273g	898h	76,71c
	7-9	1925g	587f	1337g	69,48d
	10-12	3058f	690e	2376f	77,63c
	13-15	3732e	865d	2867e	76,84c
	16-18	4740d	1074c	3666d	77,37c
	19-21	5515c	1313b	4202c	76,11c
	22-24	6594b	1558a	5036b	76,42c
	25-27	7811a	1652a	6079a	79,04b
CV (%)		8,30	13,41	10,03	3,11
P VALOR	Energia metabolizável	0,0001*	0,0000*	0,0005*	0,0047*
	Idade	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
	Interação	1,0000 ^{ns}	0,9958 ^{ns}	0,9999 ^{ns}	0,3463 ^{ns}

* Significativo a Scott-Knott 1%; ^{ns} Não significativo a Scott-Knott 1%

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1% de significância (P<0,01).

A digestibilidade da energia bruta ingerida foi influenciada pelo nível de energia metabolizável da ração, tendo os frangos alimentados com nível energético médio maior digestibilidade em relação aos demais tratamentos que foram inclusive iguais entre si. A energia não é um nutriente, mas sim o resultado da oxidação dos nutrientes (NRC, 1994), sendo as principais fontes energéticas os lipídeos, proteínas e carboidratos. A maior digestibilidade da energia bruta obtida com rações de nível

energético médio pode refletir as taxas de digestibilidade alcançadas na matéria gorda, proteína bruta, e extrativo não nitrogenado deste tratamento, resultado de uma possível melhor eficiência energética das rações com nível energético médio.

Em relação à idade, maior digestibilidade foi observada no período de um a três dias de idade e a menor no período de sete a nove dias, o que reflete o comportamento da digestibilidade dos nutrientes discutidos anteriormente, indicando que a capacidade de digestão das aves não está totalmente desenvolvida nas primeiras semanas de vida, limitando o aproveitamento dos nutrientes e conseqüentemente da energia.

3.4 Conclusões

Os frangos de corte no período do alojamento até 27 dias de idade digerem melhor os nutrientes de dietas com nível de energia metabolizável médio. Rações mais energéticas possuem uma resposta satisfatória da digestibilidade de matéria gorda a partir de 21 dias de idade. A digestibilidade dos nutrientes e do conteúdo de energia bruta da dieta reduz a partir dos três primeiros dias, ascendendo após sete a nove dias, sem, contudo, atingir aos 27 dias de idade o patamar alcançado naqueles três primeiros dias.

REFERÊNCIAS

BARANYIOVA, E. Effect of intraperitoneal administration of amino acids on the food intake of chickens in the first month after hatching. **Acta Veterinária (Brno)**, Brno, v. 56, p. 417-426, 1987.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 2005.

BRUE, R. N.; LATSHAW, J.D. Energy utilization by the broiler chicken as affected by various fats and levels. **Poultry Science**, Champaign, v.64, n.11, p.2119-2130, 1985.

CAMPBELL, G. L.; CAMPBELL, L. D.; CLASSEN, H. L. Utilization of rye by chickens; effect of microbial status, diet gamma irradiation and sodium taurocholate supplementation. **British Poultry Science**, London, v.24, n.2, p.191-203, 1983.

CANÇADO, S. V.; BAIÃO, N. C. Efeito do período de jejum entre o nascimento e o alojamento e da adição de óleo à ração sobre o desempenho de pintos de corte e digestibilidade da ração. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n. 6, p. 630-635, dez., 2002.

CAREW Jr., L. B.; MACHEMER Jr. R. H.; SHARP, R. W.; FOSS, D. C. Fat absorption by the very young chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 51, n. 3, p. 732-742, 1972.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. **In...45^a** Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258

FOYE, O. T.; UNI, Z. ; FERKET, P. R. Effect of in ovo feeding egg white protein, β -hydroxy- β -methylbutyrate, and carbohydrates on glycogen status and neonatal growth of turkeys. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, n. 7, p. 1185-1192, 2006a.

FOYE, O. T.; UNI, Z.; McMURTRY, J. P. ; FERKET, P. R. The effects of amniotic nutrient administration, "in ovo feeding" of arginine and/or β -hydroxy- β -methyl butyrate (HMB) on insulin-like growth factors, energy metabolism and growth in turkey poults. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 5, n. 4, p. 309-317, 2006b.

FREEMAN, C. P. The digestion, absorption and transport of fats non-ruminants. In: WISEMAN, J. (Ed.). **Fats in Animal Nutrition**. London: Butterworths, 1984. p.105-122.

FURUSE M.; YOKOTA, H. Effect of the gut microflora on chick growth and utilization of protein and energy at different concentrations of dietary protein. **British Poultry Science**, London, v.26, n.1, p.97-104, 1985.

GARRETT, R. L.; YOUNG, R. J. Effect of micelle formation on the absorption of neutral fat and fatty acids by the chicken. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.105, n.7, p.827-838, 1975.

HYLEMOND, P. B. Metabolism of bile acids in intestinal microflora. In: DANIELSEN, H.; SJOVALL, J. (Ed.). **Sterols and Bile Acids: New Comprehensive Biochemistry**. Amsterdam: Elsevier Science, 1985. p.331-343.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 294p.

MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. da; SANTIN, E.; PIZAURO Jr, J. M.; MACARI, M. Broiler breeder age and dietary energy level on performance and pancreas lipase and trypsin activities of 7-days old chicks. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 3, n. 3, p. 234-237, 2004.

MORAN Jr., E. T. Nutrition of the developing embryo and hatchling. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 5, p. 1043-1049, 2007.

MORRISON, F. B. **Alimentos e alimentação dos animais**. 2 ed. São Paulo: Melhoramentos, 1966. 892p.

MURAKAMI, H.; AKIBA, Y.; HORIGUCHI, M. Growth and utilization of nutrients in newly hatched chicks with or without removal of residual yolk. **Growth, development, and aging**, United States, v.56, n.2, p.75-84, 1992.

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

NITSAN, Z. I.; BEM-AURAHAM, G.; ZOREF, Z.; NIR, I. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, London, v. 32, n. 3, p. 515-523, 1991.

NITSAN, Z. I. The development of digestive enzyme tract in posthatched chicks. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 10, 1995, Antalya. **Proceedings...** Antalya: WPSA, 1995. p. 21-28.

NOY, Y.; PINCHASOV, Y. Effect of a single intubation of nutrients on subsequent early performance of broiler chicks and turkey poults. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 10, p. 1861-1866, 1993.

NUNES, I. J. **Nutrição Animal Básica**. 2. ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ Editora, 1998. 387p.: il.

OHTA, Y.; TSUSHIMA, N.; KOIDE, K.; KIDD, M. T.; ISHIBASHI, T. Effect of amino acid injection in broiler breeder eggs on embryonic growth and hatchability of chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 1493-1498, 1999.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H. S.; FERREIRA, R. NA.; CARMO, H. M. 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.4, p.1132-1140, 2000.

PINCHASOV, Y.; NOY, Y. Comparison of post-hatch holding time and subsequent early performance of broiler chicks and turkey poults. **British Poultry Science**, London, v. 34, n. 1, p. 11-120, 1993.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F. de; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. de T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa:UFV Imprensa Universitária, 2005. 186 p.

ROUTMAN, K. S.; YOSHIDA, L.; FRIZZAS DE LIMA, A. C.; MACARI, M.; PIZAURO JR., J. M. Intestinal and pancreas enzyme activity of broilers exposed to thermal stress. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.5, n.1, p.23-27, 2003.

SAS INSTITUTE INC. **SAS for Windows 9.2**. SAS Institute Inc., Cary, NC.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; RABELLO, C. B.; WATANABE, K.; PELICIA, K.; FREITAS, E. R.; Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desenvolvimento e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.1758-1767, 2004.

TAKO, P.; FERKET, P. R.; UNI, Z. Effects of in ovo feeding of carbohydrates and β -hydroxy- β -methylbutyrate on the development of chicken intestine. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 12, p. 2023-2028, 2004.

XAVIER, S. A. G.; STRINGHINI, J. H.; BRITO, A. B. de; ANDRADE, M. A.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. Níveis de energia metabolizável em rações pré-iniciais para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 109-115, 2008.