

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EFEITO DA FONTE, NÍVEL ENERGÉTICO E RELAÇÃO DE AMINOÁCIDOS  
ESSENCIAIS DA DIETA SOBRE A RETENÇÃO DOS COMPONENTES  
CORPORAIS DE FRANGOS DE CORTE**

IRINEU BRUGALLI  
Engenheiro Agrônomo – UFPEL

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção  
do Grau de Doutor em Zootecnia  
Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil  
Setembro, 2001

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, em especial à minha esposa Rosane, pelo amor, apoio e compreensão.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, particularmente ao Departamento de Zootecnia, pela acolhida e oportunidade de realização deste trabalho.

Aos Professores Antônio Mário Penz Júnior e Alexandre de Mello Kessler pela amizade, ensinamentos e orientação inestimáveis.

Aos professores Sérgio Luis Vieira e Andréa Machado Leal Ribeiro pelo apoio, ensinamentos e amizade.

Aos Professores e amigos Fernando Rutz e João Carlos Maier pelos ensinamentos e simpatia.

Aos colegas, bolsistas e amigos Fabiano, André, Simone, Pedro, Gustavo, Marcos, Flávio, Leila, Everton, Flávia, Alexandra, Sandro, Gisele, Ana Valéria, Alexandre e Hirã pelo apoio e convivência.

À Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em especial à Ione pela dedicação e amizade.

Ao funcionário Lauro pelo empenho especial durante a condução dos trabalhos experimentais.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, do Departamento de Zootecnia, da UFRGS pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Luis Roberto Cardoso da empresa Degussa Brasil Ltda. pelo apoio e compreensão permitindo assim a conclusão deste trabalho.

# **EFEITO DA FONTE, NÍVEL ENERGÉTICO E RELAÇÃO DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS DA DIETA SOBRE A RETENÇÃO DOS COMPONENTES CORPORAIS DE FRANGOS DE CORTE<sup>1</sup>**

Autor: Irineu Brugalli

Orientador: Antônio Mário Penz Júnior

Co-orientador: Alexandre de Mello Kessler

## **RESUMO**

Foram conduzidos dois experimentos em gaiolas de metabolismo, para avaliar o desempenho, composição corporal e a eficiência de retenção da proteína bruta e da energia metabolizável consumida em frangos de corte machos (Ross), de 21 a 42 dias de idade. No primeiro experimento foram utilizadas 80 aves, duas fontes energéticas (amido ou amido+óleo) com ou sem suplementação de L-carnitina (430 g/t) e 6 níveis de consumo de energia metabolizável (65,6, 74,2, 82,8, 91,4, 100 e 108,6%) em dietas isoprotéicas. A fonte energética amido+óleo foi mais eficiente do que o amido sobre as respostas de desempenho e composição corporal, exceto para retenção de proteína que foram igualmente eficientes. A estimativa de EMM foi de 137 kcal/kg<sup>0,75</sup>/d para ambas as fontes e a eficiência de utilização da EM para ganho de 0,78 e 0,82 para o amido e o amido+óleo, respectivamente. Os níveis energéticos da dieta influenciaram o desempenho e a composição corporal. A adição de L-carnitina não afetou o desempenho e a composição corporal das aves. No segundo experimento foram utilizadas 61 aves distribuídas em 12 tratamentos (atendendo a recomendação, 15% mais metionina+cistina ou 15% mais lisina), cada tratamento teve 4 níveis de consumo destes aminoácidos (92, 100, 108 e 115%). Houve um aumento na retenção e eficiência da proteína e uma redução de gordura na carcaça nos tratamentos com 15% mais lisina. O incremento dos níveis de aminoácidos promoveu uma melhora no desempenho e composição de carcaça.

---

<sup>1</sup>Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (140 p.) Setembro, 2001.

# EFFECT OF SOURCE, ENERGY LEVEL AND ESSENTIAL AMINO ACID RELATION IN THE DIET ON RETENTION OF BODY COMPONENTS IN BROILER CHICKENS<sup>1</sup>

Author: Irineu Brugalli

Adviser: Antônio Mário Penz Júnior

Co-adviser: Alexandre de Mello Kessler

## ABSTRACT

Two experiments were carried out in metabolism cages to study the performance, body composition and retention efficiency of crude protein and metabolizable energy intake in male broilers chicken (Ross), from 21 to 42 days old. In the first experiment seventy five birds, two energy sources (starch or starch+oil) with or without L-carnitina supplementation (430 g/t) and six levels of metabolizable energy intake (65.6, 74.2, 82.8, 91.4, 100 and 108.6 %) in diets with the same protein levels were used. The starch+oil energy source was more efficient than starch on performance and body composition, except to protein retention. The maintenance metabolizable energy estimate was 137 kcal/kg<sup>0.75</sup>/d for both sources and the efficiency of utilization of metabolizable energy for gain was 0.78 and 0.82 to starch and starch+oil, respectively. The energy levels of diet affect on performance and body composition. The L-carnitine supplementation did not affect the performance and the body composition. In the second experiment fifty five birds were distributed in 12 treatments (recommendation level, 15% more methionine+cistine or 15% more lysine), with four feedings levels of amino acids (92, 100, 108 and 115%) each treatment. The efficiency and retention of protein increased and carcass fat deposition decreased with 15% more lysine. The increment of amino acid levels in the diet increased the performance and improved the carcass composition.

---

<sup>1</sup>Doctoral Thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (140 p.) September, 2001.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
2.1 Balanço energético em aves.....	03
2.2 Eficiência de uso da energia da dieta e sua partição para manutenção, ganho de proteína e ganho de gordura.....	06
2.3 Eficiência de uso de carboidratos, proteínas e gorduras da dieta para aves.....	11
2.4 Aminoácidos da dieta e composição corporal de frangos de corte.....	16
2.5 Relação energia:proteína da dieta e composição corporal de frangos de corte.....	20
3. EXPERIMENTO 1: Efeito de diferentes fontes e níveis de energia da dieta e da suplementação com L-carnitina sobre o desempenho e a composição corporal de frangos de corte.....	25
3.1 INTRODUÇÃO.....	25
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.2.1 Local.....	26
3.2.2 Período.....	27
3.2.3 Instalações.....	27
3.2.4 Animais experimentais.....	27
3.2.5 Tratamentos.....	28
3.2.6 Manejo experimental.....	29
3.2.7 Análises químicas.....	30
3.2.7.1 Rações.....	30
3.2.7.2 Composição corporal.....	30
3.2.7.3 Excretas.....	31
3.2.8 Variáveis avaliadas.....	31
3.2.9 Delineamento experimental.....	32
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
3.3.1 Desempenho.....	34
3.3.2 Composição de carcaça.....	35
3.3.3 Composição das vísceras.....	43
3.3.4 Composição corporal.....	44
3.4 CONCLUSÕES.....	51
4. EXPERIMENTO 2. Efeito de diferentes relações entre metionina+cisteína e lisina e seus níveis de inclusão na dieta sobre o desempenho e composição corporal de frangos de corte.....	53
4.1 INTRODUÇÃO.....	53

	Página
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	54
4.2.1 Local.....	54
4.2.2 Período.....	54
4.2.3 Instalações.....	55
4.2.4 Animais experimentais.....	55
4.2.5 Tratamentos.....	55
4.2.6 Manejo experimental.....	56
4.2.7 Análises químicas.....	58
4.2.7.1 Rações.....	58
4.2.7.2 Composição corporal.....	58
4.2.7.3.Excretas.....	59
4.2.8 Variáveis avaliadas.....	59
4.2.9 Delineamento experimental.....	60
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
4.3.1 Desempenho.....	61
4.3.2 Composição de carcaça.....	62
4.3.3 Composição das vísceras.....	67
4.3.4 Composição corporal.....	68
4.4 CONCLUSÕES.....	70
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	71
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
7. APÊNDICES.....	78

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
01. Eficiências médias das aves na utilização de energia metabolizável abaixo da manutenção e para a deposição de gordura e proteína acima da manutenção e o incremento calórico correspondente.....	7
02. Estimativas de Emm e das eficiências de uso da energia metabolizável para retenção.....	10
03. Composição da dieta com alta concentração nutricional, em percentagem da matéria natural.....	29
04. Efeito dos tratamentos sobre as respostas de desempenho de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	36
05. Efeito dos tratamentos sobre a energia metabolizável consumida (EMAc), a energia bruta retida na carcaça (EBr) e a eficiência de retenção da EMAc em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	38
06. Efeito dos tratamentos sobre a proteína bruta retida (PBr) e a gordura bruta retida (GBr) na carcaça e a eficiência de retenção da proteína bruta consumida (PBc) em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	39
07. Efeito dos tratamentos sobre a energia bruta retida (EBr), a proteína bruta retida (PBr) e a gordura bruta retida (GBr) nas vísceras de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	44
08. Efeito dos tratamentos sobre a energia bruta corporal retida (EBr) e a eficiência de retenção da EMAc em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	45
09. Efeito dos tratamentos sobre a proteína bruta corporal retida (PBr) e a gordura bruta corporal retida (GBr) e a eficiência de retenção da proteína bruta consumida (PBc) em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	46
10. Composição da ração basal, em percentagem da matéria natural	57
11. Níveis de oferta dos aminoácidos, metionina + cisteína (Met + Cis) e Lisina (Lis), de acordo com a relação, em percentagem, com as exigências diárias, segundo o NRC (1994).....	57
12. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre as respostas de desempenho de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	62

13. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a energia metabolizável consumida (EMAc), a energia bruta retida na carcaça (EBr) e a eficiência de retenção da EMAc em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	63
14. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a proteína bruta retida (PBr) e a gordura bruta retida (GBr) na carcaça e a eficiência de retenção da proteína bruta consumida (PBc) em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	65
15. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a composição da carcaça (PB, GB e Água) de frangos de corte de 42 dias de idade.....	66
16. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a energia bruta retida (EBr), a proteína bruta retida (PBr) e a gordura bruta retida (GBr) nas vísceras de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	68
17. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a energia bruta corporal retida (EBr) e a eficiência de retenção da EMAc em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	69
18. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a proteína bruta corporal retida (PBr) e a gordura bruta corporal retida (GBr) e a eficiência de retenção da proteína bruta consumida (PBc) em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade...	69
19. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a conversão da lisina e metionina consumidas em proteína corporal em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	70



## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
01. Efeito da interação entre nível de energia x fonte de energia e respectivas equações de regressão sobre o ganho de peso (g).....	36
02. Efeito da interação entre nível de energia x fonte de energia e respectivas equações de regressão sobre a conversão alimentar (g/g).....	37
03. Partição da energia retida como proteína e gordura na carcaça de frangos de corte.....	41
04. Proporção, em porcentagem, da energia retida na proteína (ErPB) e na gordura (ErGB) em relação a energia total retida (Er) na carcaça de frangos de corte.....	41
05. Composição da carcaça (proteína bruta e gordura bruta) de frangos de corte, em função do consumo diário de energia metabolizável.....	42
06. Retenção de proteína bruta e gordura bruta na carcaça de frangos de corte, em função da energia metabolizável aparente consumida, base peso metabólico.....	42
07. Fonte amido: relação entre a energia bruta corporal retida e o consumo diário de energia metabolizável em frangos de corte.....	50
08. Fonte amido+óleo: relação entre a energia bruta corporal retida e o consumo diário de energia metabolizável em frangos de corte.....	50

## RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

AOAC= Association of Official Analytical Chemists.

CA= Conversão Alimentar.

CO<sub>2</sub>= Dióxido de Carbono.

EB= Energia Bruta.

EBr= Energia Bruta Retida.

EMA= Energia Metabolizável Aparente.

EMAc = Energia Metabolizável Aparente Consumida.

EMm = Exigência de Energia Metabolizável Aparente para a Manutenção.

EMr = Energia Metabolizável Retida.

GB = Gordura Bruta.

GBr=Gordura Bruta Retida.

GP= Ganho de Peso.

kcal= Quilocaloria.

k<sub>g</sub> = Eficiência Energética de Deposição de Gordura.

kg<sup>0,75</sup>= Peso Metabólico.

k<sub>o</sub> = Eficiência de Utilização da EMAc acima da Manutenção.

k<sub>p</sub> = Eficiência Energética de Deposição de Proteína.

MS= Matéria Seca.

NRC= National Research Council.

O<sub>2</sub> = Oxigênio.

PB = Proteína Bruta.

PBc= Proteína Bruta Consumida.

PBr=Proteína Bruta Retida.

PC= Produção de Calor.

## 1. INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento genético têm, ao longo dos anos, tradicionalmente selecionado os frangos de corte para melhorar suas taxas de crescimento sem considerar o efeito deste processo na composição corporal. A ênfase no ganho de peso como critério de seleção resultou em aves com alto teor de gordura corporal, uma vez que existe uma correlação positiva entre taxa de crescimento e deposição de gordura (Jackson et al., 1982). A quantidade de gordura depositada é diretamente proporcional a quantidade de energia disponível para síntese. Portanto, o consumo de energia alimentar em excesso, independente da fonte (carboidrato, gordura ou proteína), é convertido em gordura corporal. Por outro lado, a deposição de proteína é grandemente controlada pela genética e existe um limite superior para a deposição de proteína, independente da sua ingestão. Assim, a maximização da deposição de proteína em frangos está relacionada em atingir as exigências diárias de proteína necessárias para sua síntese, enquanto a redução da deposição de gordura está relacionada em evitar a ingestão excessiva de energia em relação à necessária para manutenção e crescimento.

As linhagens modernas de frangos de corte têm, aparentemente, capacidade de consumo excessivo para a deposição proteica, a partir de certa idade, que pode estar associada à deposição acentuada de gordura corporal. Esta amplitude de consumo, associada ou não a um desajuste da dieta às reais

exigências dos animais, desconsiderando fatores genéticos específicos, é efetivamente uma das grandes causas do alto teor de gordura corporal dos frangos modernos ao abate e pode, conseqüentemente, sofrer algum tipo de regulação.

A aproximação da relação energia:proteína ideal tem perspectivas interessantes na melhoria das carcaças de frangos de corte. Entretanto, o ajuste e o controle de consumo, bem como as taxas de uso dos nutrientes para deposição de tecidos corporais, influenciados pelo nível de ingestão e pela estrutura química da dieta, ainda são pouco conhecidos. Sendo assim, o conhecimento dos princípios fisiológicos e metabólicos da utilização dos alimentos permitirá a maximização do desempenho e da melhora na qualidade de carcaça dos frangos de corte.

O objetivo do presente trabalho foi o de estudar o efeito do nível de consumo de nutrientes e de diferentes fontes energéticas para que, a gordura e a proteína corporal em frangos de corte, tenham a máxima eficiência de retenção.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Balanço energético em aves

Duas frações do custo energético são identificadas para frangos de corte - uma associada com os gastos de manutenção e a outra associada com os gastos de produção. Os gastos de manutenção são definidos como aqueles necessários à manutenção da homeostase (glicemia, temperatura, pressão osmótica) e do balanço energético. Já os gastos com a produção relacionam-se com a composição de energia daquilo que é produzido (carne, ovos) e com as perdas energéticas associadas com a ineficiência dessa produção. Os processos biossintéticos não são absolutamente eficientes e as reações bioquímicas associadas sempre ocorrem com um grau variável de perdas na forma de calor (Larbier e Leclercq, 1994).

A discussão a seguir sobre o balanço energético das aves baseia-se na equação geral descrita por Blaxter (1989):  $EMAc = EMm + EMr$ , onde,  $EMAc$  = energia metabolizável aparente consumida;  $EMm$  = exigência de energia metabolizável aparente para a manutenção e  $EMr$  = exigência de energia metabolizável aparente para a retenção ou produção.

Nos mamíferos existe uma relação inter e intra espécies que estabelece uma associação entre o metabolismo basal e o peso metabólico ( $kg^{0,75}$ , onde  $kg$ =peso corporal). O conceito de peso metabólico é importante quando são comparadas taxas metabólicas de animais adultos com diferentes

pesos corporais. Este conceito fornece a base comum sobre a qual é possível comparar o metabolismo de uma espécie em particular com o metabolismo de todas as outras espécies de animais (Blaxter, 1989).

Quando a EMm é avaliada como um todo, conforme deve ser feito em modelos de produção, os fatores mais importantes, além do peso corporal do animal, são as necessidades de termorregulação e a relação da manutenção diária com a taxa de crescimento do animal. A termorregulação tem duas consequências imediatas, que são os aumentos do fator EMm na equação geral do consumo no frio e a redução do consumo de alimento no calor. Estas duas respostas, necessariamente, implicam na perda de eficiência de crescimento do animal. A necessidade de produzir calor, em temperaturas abaixo do conforto térmico da ave, para manter a temperatura corporal, eventualmente chamada de termogênese adaptativa, é uma resposta homeostática imediata, que aumenta a produção de calor do organismo pela oxidação de nutrientes corporais. Nas temperaturas altas e extremas, a produção de calor é aumentada, em pequena escala, pela necessidade de aumentar as trocas respiratórias (ofegação) como meio principal de dissipação de calor corporal.

A retenção de energia corporal (EMr) é a diferença entre a energia metabolizável aparente consumida (EMAc) e a produção de calor (PC), que é dada pela equação:  $EMAc = PC + EMr$  (Blaxter, 1989). A razão entre a EMr e a EMAc produz o índice de eficiência de utilização da EMA.

Os componentes do balanço energético (EMAc, PC, EMr) podem ser determinados por meio da calorimetria direta ou indireta, pelo método do

balanço de carbono e de nitrogênio e pelo método de abate comparativo (Blaxter, 1989). A calorimetria direta estima a produção de calor através da medição de suas perdas por radiação, convecção, condução e evaporação em equipamentos denominados calorímetros. Enquanto a calorimetria indireta estima a produção de calor por determinações das trocas gasosas ( $O_2$  consumido e  $CO_2$  produzido) em câmaras de respiração (Blaxter, 1989). Na prática, a técnica da calorimetria mede a produção de calor metabólico basal e a produção de calor após o consumo do alimento a ser testado, onde a diferença entre os dois é o incremento calórico estimado (Sibbald, 1982). A determinação da EM<sub>Ac</sub> é feita em ensaios de alimentação, envolvendo controle da ingestão de alimento e da produção de excretas (Spratt et al., 1990). Enquanto a EM<sub>r</sub> pode ser determinada pelo balanço de carbono e de nitrogênio, mediante o uso de equações (Farrel, 1974). No entanto, este método, por necessitar de grande número de medidas analíticas, está sujeito a erros (Blaxter, 1989) que podem chegar a valores superiores à 30%. Segundo Blaxter (1989), a forma mais direta de determinação da EM<sub>r</sub> é feita pelo método de abate comparativo, o qual baseia-se na premissa de que animais de mesmo sexo, genótipo e peso corporal, retirados de uma mesma população, terão composição corporal semelhante (Wolynetz e Sibbald, 1987). Desta forma, a deposição ou remoção de determinado nutriente do tecido animal pode ser estimada por abates representativos no início e no final do período experimental. De acordo com Wolynetz e Sibbald (1985), este método estima com precisão a composição corporal. Determinados os componentes do balanço energético, o próximo passo é analisar os dados pelo uso de modelos

de regressão. Normalmente, o modelo mais utilizado é a regressão da EMr (variável dependente) em função da EMAc (variável independente), em que a equação resultante fornece a exigência de energia para manutenção como sendo o intercepto do eixo X, e a eficiência de conversão da energia metabolizável em energia líquida como sendo a inclinação da reta determinada (Blaxter, 1989; Spratt et al., 1990).

## **2.2 Eficiência de uso da energia da dieta e sua partição para manutenção, ganho de proteína e ganho de gordura.**

Em estudos nutricionais, a eficiência líquida da utilização de energia metabolizável da dieta para o crescimento está intimamente relacionada a composição do ganho corporal. A deposição de gordura é um processo mais eficiente do que a deposição de proteína. Teoricamente, a eficiência com que as gorduras, os carboidratos e as proteínas são utilizados na síntese de gordura corporal são 0,96, 0,80 e 0,66, respectivamente. Os valores para deposição de proteína são menores devido ao alto custo do *turnover* da proteína (Blaxter, 1989).

Os dados da Tabela 1 mostram que a eficiência para manutenção é invariavelmente maior do que a eficiência para a deposição de gordura e proteína, e que a energia metabolizável da proteína é usada com menos eficiência do que a dos carboidratos e das gorduras. Isso demonstra que é necessário ter cuidado no balanceamento correto das dietas para as aves. Os excessos protéicos, principalmente em épocas de calor ou ambientes mal



ventilados, provocam desconfortos fisiológicos pelo aumento desproporcional no incremento calórico.

TABELA 1. Eficiências médias das aves na utilização de energia metabolizável abaixo e acima da manutenção de carboidrato, gordura e proteína e o incremento calórico correspondente.

Nutriente	Eficiência		Incremento Calórico	
	Abaixo da manutenção	Acima da manutenção	Abaixo da manutenção	Acima da manutenção
Carboidrato	0,95	0,77	0,05	0,23
Gordura	0,95	0,78	0,05	0,22
Proteína	0,80	0,55	0,20	0,45
Média	0,90	0,70	0,10	0,30

Adaptado de Blaxter (1989).

Essas eficiências, seguindo as estimativas de EMm, são de extrema importância para a montagem de modelos de crescimento. Em teoria, as eficiências energéticas das retenções de proteína e gordura corporais não variam, mas sim a quantidade de energia disponível para cada um destes processos. Assim sendo, se há uma redução da energia disponível para a retenção, esta diminuirá. As situações em que esta redução pode ocorrer são diversas. Entre elas pode ser citado o aumento dos componentes da manutenção (termorregulação para o frio), a redução no consumo alimentar (termorregulação para o calor), a ingestão de proteína desbalanceada (redução na síntese protéica, com conseqüente aumento na energia disponível para lipogênese).

A partição da EMAc, em seus componentes manutenção e produção, foi estudada por Spratt et al. (1990), usando a calorimetria indireta, com

matrizes pesadas de 28 a 36 semanas de idade. A exigência de EMm foi de 88 kcal/kg<sup>0,75</sup>/d, a eficiência de utilização da EMAc acima da manutenção ( $k_o$ ) (energia retida como tecido e ovos) foi de 0,82, e a eficiência de uso da EMAc em energia retida como proteína e gordura foi de 0,51 e 0,96, respectivamente. O custo energético para depositar 1 grama de proteína foi de 11,16 kcal, enquanto que para depositar 1 grama de gordura o custo foi de 9,87 kcal. Este custo de deposição é influenciado pela composição da dieta, portanto não é constante.

Para que a influência fisiológica da energia metabolizável consumida sobre a energia retida fosse melhor entendida, Boekholt et al. (1994) estudaram a relação entre os diferentes consumos de energia metabolizável (60, 75 e 100% da exigência de EM) e a partição da energia retida entre proteína e gordura na carcaça de frangos de corte alimentados com dietas sem limitação de proteína. Os autores observaram que, a eficiência da transformação de energia metabolizável consumida acima da manutenção em energia retida como proteína e gordura foi de 0,66 e 0,86, respectivamente. A estimativa da EMm foi de 153 kcal/kg<sup>0,75</sup>/d, enquanto que a eficiência de retenção para ganho foi de 0,71.

Utilizando a técnica do abate comparativo, Klein et al. (1995) observaram que a peletização das dietas favoreceu a retenção e a eficiência da retenção de energia metabolizável em frangos de corte. Este aumento na retenção de energia, causado pela peletização, não afetou a quantidade de proteína retida/dia, mas afetou significativamente a retenção de gordura bruta. A estimativa da EMm, obtida por aqueles autores, para frangos machos de 21 a 42 dias de idade, foi de 159,50 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia. De maneira semelhante, Lecznieski (1997) estimou os valores da EMm para rações peletizada e

farelada de 143,71 e 140,81 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia, respectivamente e obteve uma eficiência de retenção de energia consumida acima da manutenção de 0,67 para a dieta peletizada e 0,60 para a dieta farelada. As aves alimentadas com dieta peletizada apresentaram maior retenção total de energia, em função da maior retenção corporal de gordura, uma vez que não houve diferença na quantidade de proteína corporal retida. Estas observações sustentam os resultados da literatura (Jackson et al., 1982; Leeson e Summers, 1997), onde foi demonstrado que aves alimentadas com dietas peletizadas tendem a ter maior deposição de gordura.

Os trabalhos de Boekholt et al. (1994) e Klein et al. (1995) demonstraram que o direcionamento de energia metabolizável consumida ocorreu de forma diferenciada entre as deposições de proteína e gordura corporais, a medida que os frangos de corte aumentavam o consumo. Em baixos níveis de consumo de uma mesma dieta (com baixa ingestão de energia metabolizável e proteína), a retenção de energia é obviamente baixa mas altamente direcionada para a retenção de tecido magro. Boekholt et al. (1994) observaram que a uma taxa de retenção de 42,8 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia somente proteína foi depositada. A medida que o consumo aumentava, a retenção de energia na forma de gordura também aumentava linearmente. A retenção de proteína aumentava com o aumento na ingestão de energia metabolizável, mas de forma não linear e tendendo a formar platô. Por outro lado, a participação da proteína na energia total retida decresceu de forma curvilínea com o aumento do consumo. Klein et al. (1995) verificaram que o nível de consumo da energia metabolizável, onde a energia retida estava igualmente dividida em retenção de

proteína e gordura, coincidentemente foi o mesmo onde a deposição protéica atingiu seu platô.

Os resultados de Klein et al. (1995), associados aos de Lecznieski (1997), mostraram uma deposição preferencial de energia consumida acima da manutenção na forma de gordura, nos níveis mais altos de consumo. De acordo com o  $k_0$  (eficiência de retenção da energia consumida acima da manutenção) para deposição de gordura (0,75 - 0,85), era de se esperar um aumento na eficiência de deposição de energia consumida. Este não foi o caso observado, sendo inclusive menor em dietas com maior energia e gordura (Lecznieski, 1997). Este fato pode estar associado ao uso ineficiente da energia armazenada nos adipócitos, em condições de crescimento muscular intenso.

Na tabela 2 estão sumarizados alguns resultados experimentais de estimativas da EMm e das eficiências  $k_0$  (eficiência energética para produção ou retenção),  $k_p$  (eficiência energética de deposição de proteína) e  $k_g$  (eficiência energética de deposição de gordura).

TABELA 2. Estimativas da EMm e das eficiências de uso da energia metabolizável para retenção.

Ave	Dieta	EMm kcal/kg <sup>0,75</sup> /d	Ef. de utilização da EM			Referência
			$k_0$	$k_p$	$k_g$	
Galos	Amido	-	0,78	-	-	Burlacu et al., 1971
Frangas	semi-purificada	138-153	-	-	-	Johnson & Crownover, 1976
Frangos	alta proteína	155	0,58	-	-	Guillaume et al., 1979
Frangos	alta gordura	127	0,77	-	-	Guillaume et al., 1979
Frangos	semi-purificada	110	0,52-0,55	-	-	Sibbald & Wolynetz, 1986
Frangas	semi-purificada	156-180	0,74-0,80	0,47-0,57	1,02-1,03	Macleod, 1990
Frangos	semi-purificada	111-143	0,57-0,66	0,41-0,58	0,65-1,27	Nieto et al., 1995
Matrizes	Convencional	88	0,82	0,51	0,96	Spratt et al., 1990
Frangos	Convencional	159,5	-	-	-	Klein et al., 1995
Frangos	Convencional	142	0,60-0,67	-	-	Lecznieski, 1997

### **2.3 Eficiência de uso de carboidratos, proteínas e gorduras da dieta para aves.**

O ganho ou síntese dos nutrientes corporais é o resultado da diferença positiva entre os processos de síntese e degradação. Isto pode ocorrer através da incorporação direta dos ácidos graxos e aminoácidos, pela síntese de gordura e proteínas, respectivamente, ou pode ser pela síntese de gordura via acetil-CoA, a partir dos nutrientes (carboidrato, proteína e gordura).

As diferentes proporções de gordura, carboidratos e proteínas na dieta afetam a eficiência de utilização da energia metabolizável. Utilizando o sistema de energia baseado nos valores de energia metabolizável, De Groot (1975) demonstrou que os valores de energia dos alimentos em dietas ricas em gorduras eram subestimados e os valores de energia dos alimentos em dietas ricas em proteínas eram superestimados. Portanto, tomando como base os carboidratos, a gordura possui maior e a proteína menor eficiência de utilização da energia metabolizável (Pirgozliev & Rose, 1999).

Guillaume et al. (1979) estudaram o efeito da proteína, do carboidrato, da gordura e da fibra da dieta de frangos de corte, de 1 a 28 dias de idade, na eficiência da energia metabolizável para manutenção e produção, mediante o uso do método de abate comparativo. Observaram maior eficiência da energia metabolizável para manutenção nas dietas com gordura e fibra do que nas dietas com carboidrato e proteína (independente do balanço inadequado de aminoácidos). Por outro lado, as estimativas de eficiência da energia metabolizável destas dietas para produção foram maiores para as dietas com gordura e carboidratos do que para as dietas com proteína e fibra.

Usando o método de calorimetria indireta (trocas gasosas em câmara de respiração) com galos, Burlacu et al. (1967) estudaram a eficiência da utilização de energia metabolizável do amido para manutenção e para lipogênese. Os valores de eficiência estimados, para manutenção e lipogênese, foram de 0,97 e 0,77, respectivamente. O menor valor da eficiência da utilização de energia metabolizável do amido para a lipogênese, quando comparado com o valor de eficiência de uso para a manutenção, segundo os autores, pode ser explicado pelo gasto de energia para síntese de gordura que é maior do que a energia gasta no processo de liberação de energia pela dissociação da glucose. A utilização metabólica da energia metabolizável ou incremento de calor parece variar de acordo com as características químicas da dieta (alimento) e do tipo de produção (manutenção, crescimento, deposição de proteína e gordura, produção de ovos).

A eficiência da gordura e dos carboidratos como fontes de energia na dieta de frangos de corte foi estudada por Plavnik et al. (1997). Os autores observaram maior ganho de peso com o aumento da densidade da dieta e uma melhoria na eficiência alimentar. Com base nos resultados de ganho de peso, eficiência alimentar e porcentagem de gordura e de proteína na carcaça, não verificaram diferenças com a utilização de carboidratos ou gorduras como fonte de suplementação energética nas dietas das aves. Estudo semelhante foi conduzido por Laurin et al. (1984) com três linhagens de frango de corte (uma linhagem comercial, uma linhagem selecionada para baixa quantidade de gordura abdominal e outra para alta taxa de deposição de gordura). Foram utilizadas duas dietas (uma com 2% de gordura e outra com 9%, ambas

isoprotéicas e isoenergéticas). Naquelas condições, o nível de gordura da dieta não afetou a composição corporal dos frangos de corte.

Deaton et al. (1981) determinaram o efeito da adição de gordura na dieta sobre a quantidade de gordura abdominal em frangos. Foram utilizados três níveis de gordura animal (4, 7 e 10%), substituindo parte dos carboidratos pela gordura e, mantendo as dietas isocalóricas e isoprotéicas. Os autores não observaram redução na lipogênese e encontraram um aumento na deposição de gordura abdominal com o aumento da gordura na dieta. Segundo Latour et al. (1994), o efeito da suplementação lipídica em dietas de aves depende do conteúdo de proteína desta. Os autores afirmaram que dietas com alta taxa de gordura são toleradas pelas aves, quando são utilizados altos níveis de proteína. Os autores sugeriram que a gordura dietética é melhor utilizada pelos frangos em crescimento quando está relacionada com uma quantidade protéica adequada.

Trabalhos revisados por Fisher (1984) mostraram que quando os carboidratos da dieta foram substituídos pela proteína ou pela gordura, a lipogênese hepática foi significativamente reduzida. Este efeito é específico (Leveille et al., 1975) pois a substituição de parte da energia dos carboidratos da dieta pela energia da proteína resultou em uma queda mais rápida da lipogênese do que quando a gordura substituiu parte da energia dos carboidratos. Isto, em parte, justifica-se pela eficiência da utilização de energia metabolizável para ganho de tecido, que é maior quando esta energia é proveniente da gordura em relação a outras fontes (Jensen et al., 1970). Quando a gordura substituiu os carboidratos da dieta, mantendo as mesmas

isoenergéticas, Huyghebaert et al. (1989) observaram que os frangos utilizaram mais eficientemente (15,8%) a gordura da dieta do que os carboidratos para a deposição corporal de ganho de peso.

Usando níveis crescentes de gordura total, de 2 a 8,6%, e mantendo uma relação energia:proteína constante (139 kcal EM/%PB), Donaldson (1985) demonstrou uma redução na lipogênese hepática com o aumento dos níveis de gordura na dieta. Embora tenha reduzido a lipogênese, não houve alteração na deposição de gordura corporal e, segundo o autor, isto ocorreu devido a maior disponibilidade de ácidos graxos provenientes diretamente da dieta para a deposição no tecido adiposo. Saadoun e Leclercq (1987) mostraram que uma dieta com 9% de gordura reduziu a lipogênese hepática em frangos de corte selecionados para alta ou baixa quantidade de gordura abdominal.

Na maioria dos trabalhos em que a gordura foi aumentada, ocorreu concomitante redução no nível de carboidratos da dieta. Assim, a interpretação do efeito da quantidade de carboidratos da dieta na lipogênese hepática pode ser confundida, pois a diminuição da lipogênese poderia ser atribuída tanto à redução dos carboidratos da dieta quanto ao aumento da gordura ou proteína. Pensando nisso, Tanaka et al. (1983) conduziram um experimento com pintos em crescimento, mantendo os níveis de carboidratos constantes nas dietas e aumentando os níveis de gordura ou proteína. Os autores observaram que a lipogênese hepática foi reduzida, mesmo com o aumento dos níveis de gordura ou proteína na dieta. Aumentando o nível de proteína nas dietas, às custas da redução dos carboidratos, o fluxo normal de substratos pela via glicolítica diminuiu e aumentou a produção de glicose por gliconeogênese. O aumento da



proteína na dieta, de 15 para 35%, reduziu em aproximadamente 75% a síntese de ácidos graxos *in vitro* e a atividade da enzima málica (Yeh e Leveille, 1969). O excesso de proteína dietética, diferentemente da gordura, produziu uma redução nos níveis de ácidos graxos circulantes e, conseqüentemente, uma redução na deposição de gordura corporal nas aves.

Segundo Mcleod (1982) outro fator importante a considerar é o fornecimento de proteína bruta em excesso ou de qualidade inferior, sem um bom equilíbrio de aminoácidos, que proporciona um aumento na transaminação e na desaminação de aminoácidos. O principal produto de excreção do metabolismo de nitrogênio em aves é o ácido úrico, o qual implica em gasto considerável de energia para ser formado. Assim, a ave gasta mais energia para eliminar o excesso de nitrogênio do corpo, quando a dieta possui excesso de proteína. Desta forma, menos energia fica disponível para o ganho de peso.

Um aumento na síntese protéica foi observado em frangos de corte quando o consumo de proteína da dieta aumentou até um determinado nível. A partir deste nível não ocorreu aumento da síntese de proteína (Muramatsu, 1990). A relação entre consumo de proteína da dieta e crescimento, retenção de proteína ou síntese de proteína corporal foi estudada em pintos. Foram observados valores máximos de 2,7, 3,0 e 2,9 g de proteína consumida/dia, para as respostas ganho de peso, retenção de proteína e síntese de proteína corporal, respectivamente (Muramatsu, 1990). Kita et al. (1989), fornecendo uma dieta para pintos com proteína constante, observaram redução proporcional da síntese de proteína com níveis deficientes de energia

metabolizável. Entretanto, quando a energia metabolizável aparente consumida foi acima do adequado, a síntese de proteína corporal permaneceu constante.

#### **2.4 Aminoácidos da dieta e composição corporal de frangos de corte**

O desequilíbrio de componentes nutricionais (principalmente aminoácidos) limita o crescimento de tecido magro e direciona calorías para os adipócitos (Gous, 1998). O fato de que as exigências têm sido em grande parte determinadas em função do ganho de peso e da conversão alimentar, de certa forma leva a uma dieta menos adequada para maximização do crescimento de tecido magro. Sibbald & Wolynetz (1986) encontraram que a exigência de lisina para máxima deposição de proteína foi maior do que a exigência para máximo ganho de peso. Em uma série de experimentos do tipo dose-resposta, Pack & Schutte (1995), Huyghebaert & Pack (1994) e Moran & Bilgili (1990) mostraram claramente o efeito da metionina e da lisina da dieta sobre a deposição de carne de peito de frangos de corte.

Os parâmetros mais importantes para caracterizar a qualidade de carcaça são o rendimento de carcaça e o rendimento de peito. Este último é o que representa o maior valor monetário da carcaça como um todo e ao mesmo tempo é considerado a medida mais sensível de dietas nutricionalmente adequadas. Isto ocorre devido ao contínuo aumento da porção da carne do peito, como porcentagem do peso corporal e também como porcentagem da proteína corporal (Fisher, 1993).

Se o fornecimento de aminoácidos essenciais da dieta for limitante, a síntese protéica será reduzida, sendo a deposição de carne do peito a primeira a ser afetada. A forma pela qual o aumento nos níveis de aminoácidos limitantes (disponíveis) reduz a gordura nas carcaças de frangos de corte é indireta, ou seja, é o resultado do maior direcionamento das calorias para a deposição de tecido magro. Leeson (1995) mostrou que à medida que o nível de proteína na dieta é reduzido, diminui o tecido magro (proteína) e aumenta a gordura do peito. Porém, dentro do mesmo nível protéico, a suplementação de aminoácidos aumenta o conteúdo de proteína e reduz o teor de gordura do peito de frangos de corte. De maneira semelhante, Scheuermann & Mazzuco (1996) mostraram um aumento do conteúdo percentual de proteína e uma redução de gordura da carcaça de frangos de corte em função do aumento dos níveis de aminoácidos essenciais da dieta, níveis que variaram de 100 a 120% da recomendação do NRC (1994).

O suprimento de aminoácidos e, conseqüentemente a quantidade e a qualidade da proteína da dieta, afetam significativamente a deposição de proteína corporal. Nieto et al. (1995) estudaram o efeito da qualidade da proteína da dieta sobre as exigências de EMm e os custos da deposição de proteína e de gordura corporal em frangos de corte de 2 a 4 semanas de idade. Foram usadas três dietas semi-purificadas à base de farelo de soja: sem suplementação (S), suplementada com 20 g de L-Lisina/kg (SL-dieta desbalanceada) e 2 g de DL-Metionina/kg (SM-dieta balanceada), para promover uma diminuição ou um aumento na taxa de crescimento. A exigência de EMm diminuiu significativamente (143, 123 e 111 kcal/kg<sup>0,75</sup>/d para as dietas SL, S e SM,

respectivamente) com a melhora na qualidade da proteína da dieta. O mesmo comportamento teve a eficiência com que a EMAc promoveu o crescimento ou ganho, ou seja, também diminuiu (0,66, 0,60 e 0,57) com a melhora no balanço protéico da dieta. Estas diferenças se devem ao custo energético para eliminar o excesso de aminoácidos das dietas desbalanceadas (SL e S). Os autores também observaram que a eficiência do uso da EMAc para acréscimo de proteína aumentou e para deposição de gordura diminuiu com a melhora na qualidade da proteína dietética.

Com o objetivo de avaliar as respostas do desempenho e da composição corporal de frangos de corte, Summers et al. (1992) conduziram um experimento variando a proteína e o balanço dos aminoácidos metionina e lisina da dieta. Quatro dietas (tratamentos) foram usadas, sendo que a primeira atendeu a exigência em proteína, mas teve 20% a menos de metionina e 20% a mais de lisina do que a recomendação do NRC (1994). A segunda dieta atendeu a exigência em metionina e lisina, porém foi deficiente em proteína. A terceira dieta foi deficiente em proteína, metionina (20%) e lisina (20%). Por último, a quarta dieta atendeu a exigência em proteína, mas teve 20% a mais de metionina e lisina do que a recomendação. A energia e os demais aminoácidos essenciais atenderam as exigências segundo NRC (1994) nas quatro dietas. Os autores observaram redução no ganho de peso e piora na conversão alimentar com a redução de 20% nos níveis de metionina e lisina da dieta. A percentagem de gordura e de proteína na carcaça aumentou e diminuiu, respectivamente, com a redução de 20% nos níveis de metionina e lisina da dieta. A dieta quatro, com 20% a mais de metionina e lisina do que a

recomendação, proporcionou maior percentagem de gordura e menor percentagem de proteína na carcaça do que as dietas um e dois. Os autores concluíram o trabalho afirmando que, o nível e o balanço de aminoácidos essenciais podem ter um efeito significativo no desempenho e composição de carcaça de frangos de corte.

Tesseraud et al.(1996) verificaram que dietas deficientes em lisina causavam redução significativa no peso corporal, no conteúdo de proteína do tecido e na taxa de deposição protéica, aparentemente pela diminuição da síntese protéica. A deficiência de lisina ainda promoveu um aumento na taxa relativa de síntese e na degradação protéica, sendo que o maior efeito foi observado no aumento da taxa relativa de degradação. Segundo os autores, este resultado indica que a deficiência de lisina não apenas retarda o desenvolvimento do frango, que tem seu turnover protéico afetado, mas também induz a grandes mudanças no metabolismo.

Os experimentos com frangos de corte têm sistematicamente demonstrado que quando ocorre uma melhoria no equilíbrio de aminoácidos da dieta, os efeitos são o aumento nos cortes magros e a redução na gordura das carcaças. O conceito de proteína ideal, o qual pressupõe a formulação por aminoácidos disponíveis, vem de encontro à necessidade de carcaças mais magras. Já na década de 1960, Dean & Scott (1965) citados por Firman & Boling (1998), foram os primeiros a usar dietas com o objetivo de determinar a proteína ideal. Os autores (Firman & Boling, 1998) definiram proteína ideal como sendo o balanço exato de aminoácidos, cuja composição é idêntica às exigências do animal. Summers et al. (1992) observaram que o nível e o

balanço de aminoácidos essenciais da dieta pode ter um efeito significativo no consumo, influenciando assim o ganho de peso e a composição da carcaça de frangos de corte. Dados recentes de Dari (1996) demonstraram que o uso de dietas com comprometimento na disponibilidade de aminoácidos (ingredientes alternativos de baixa digestibilidade) também tem efeitos deletérios sobre a qualidade de carcaça de frangos de corte.

### **2.5 Relação energia:proteína da dieta e composição corporal de frangos de corte**

Quando o consumo energético pela ave excede aquele exigido para manutenção e crescimento, este excesso de energia é depositada como gordura. Em geral, dietas com altos níveis de energia produzem carcaças mais gordas, enquanto que dietas com altos níveis de proteína produzem carcaças mais magras. Infelizmente, as mudanças na relação energia:proteína para produzir carcaças mais magras não são econômicas, pois o nível de proteína na dieta seria muito alto para proporcionar uma carcaça com baixo teor de gordura (Leeson e Summers, 1997). Existem vários trabalhos mostrando que dietas com menor relação energia:proteína proporcionam carcaças mais magras, enquanto relações maiores de energia:proteína resultam em carcaças mais gordas (Yeh e Leveille, 1969; Leveille et al., 1975; Jackson et al., 1982; Donaldson, 1985; Rosebrough e Steele, 1985; Cabel e Waldroup, 1991; Summers et al., 1992; Leeson, 1995; Leeson e Summers, 1997).

Os constituintes corporais básicos são a gordura, a proteína, a água e a cinza. Uma vez que estes quatro componentes sejam expressos, como

percentagem de peso da carcaça (100%), o aumento num destes componentes causa a diminuição em outro e vice-versa (Lin, 1981). Isto foi observado por Edwards et al. (1973), que trabalharam com machos e fêmeas de matrizes de corte da 2ª a 10ª semana de idade. Os autores verificaram em ambos os sexos uma redução no conteúdo de umidade, um leve aumento no teor de proteína e cinza e um aumento no conteúdo de gordura da carcaça com a idade. Entretanto, quando a composição de carcaça é estudada é importante considerar a unidade de medida dos componentes corporais, principalmente gordura e proteína. Em algumas situações, a percentagem de um componente na carcaça muda, simplesmente, porque houve uma mudança concomitante no nível de outro componente.

O aumento de gordura e a “diminuição” de proteína na carcaça foi demonstrado por Leeson e Summers (1997). Os frangos de corte foram alimentados com dietas contendo diferentes níveis energéticos, mantendo a proteína constante ou variando os níveis de proteína bruta e mantendo a energia constante. As diferenças nos resultados apareceram claramente quando os dados de carcaça foram apresentados em percentagem ou em base de unidade absoluta. À medida que foi aumentando o nível de energia da dieta houve um aumento proporcional de gordura e uma diminuição de proteína na carcaça. Entretanto, em termos absolutos, o aumento no nível energético da dieta afetou apenas a quantidade de gordura depositada. Do mesmo modo, à medida que o nível de proteína da dieta aumentou, os frangos depositaram proporcionalmente menos gordura e mais proteína na carcaça. No entanto, em termos absolutos, com exceção da redução da proteína na carcaça, com o

nível de ingestão protéico mais baixo, não houve alteração na quantidade de proteína depositada em resposta ao aumento na ingestão protéica. Em resumo, a quantidade absoluta de gordura na carcaça foi afetada pelo equilíbrio proteína:energia da dieta, enquanto que a quantidade de proteína não foi alterada.

Os dados obtidos por Jackson et al. (1982) já mostraram que a melhora na composição da carcaça de frangos de corte ocorre mais pela redução da gordura na carcaça do que pelo aumento do conteúdo protéico na mesma. Aumentos nos níveis de energia metabolizável da dieta não alteraram a quantidade de proteína na carcaça mas aumentaram a quantidade de gordura, proporcionando um incremento no peso corporal. Por outro lado, o aumento de proteína na dieta tornou as aves mais magras, embora tenha sido novamente em função da redução dos depósitos de gordura. O alto conteúdo de proteína na dieta não mostrou exercer benefícios sobre a taxa de crescimento das aves. A eficiência da utilização de proteína e de energia na dieta foi afetada pelos seus respectivos níveis de inclusão. A utilização de proteína e de energia diminuiu com cada incremento protéico da dieta, mas aumentou com o incremento dos níveis energéticos na dieta. Donaldson (1985) observou um aumento na lipogênese com o aumento das relações energia:proteína (120, 139, 158 e 177), proporcionando maior teor de gordura corporal em frangos de corte com a maior relação energia:proteína da dieta.

Os resultados de Kirchgessner et al. (1978), citados por Emmans (1987), demonstraram que a alteração da relação energia:proteína, mantendo o equilíbrio de aminoácidos, tem relação com o consumo de energia por frangos



de corte. Com o aumento da relação energia:proteína, as aves aumentaram o consumo de energia para manter o consumo de proteína, o que levou a um aumento na proporção de gordura no ganho de peso.

A redução da energia metabolizável em dietas isoprotéicas de frangos (Leeson et al., 1996) provocou um aumento no consumo de proteína para manter níveis de ingestão de energia compatíveis com a deposição de tecido magro (demonstrado pelo ganho na carne do peito). A diferença de interpretação em relação aos estudos clássicos de regulação do consumo pela energia da dieta surge exatamente quando é introduzido o componente composição do ganho de peso. Os resultados mostram que a prioridade é manter o crescimento de tecido magro, uma vez que há redução na gordura abdominal dos frangos, provavelmente em função da redução da energia líquida pelo consumo excessivo de proteína. Entretanto, quando foi permitido aos frangos comporem sua dieta a partir da livre oferta de duas dietas com diferentes relações energia:proteína, foi observado que as aves buscaram uma relação intermediária, que ao mesmo tempo maximizou a produção da carne de peito e reduziu a gordura abdominal. Tradicionalmente, as maiores relações energia:proteína têm sido determinadas em função da maximização do ganho de peso que, em compensação traz uma vantagem, que é o aproveitamento máximo da proteína da dieta, uma vez que há energia disponível em excesso para o crescimento protéico. Entretanto, é possível obter melhorias nas deposições de tecido magro e gordura corporal pelo estreitamento nas relações energia:proteína.

Utilizando dietas com 3150 kcal/kg de energia metabolizável e níveis de proteína bruta de 18, 20 e 22% ou livre escolha entre 18 e 22% de proteína bruta, Kolling (2001) observou uma menor retenção de proteína com a maior relação energia:proteína (nível protéico mais baixo), produzindo frangos menores e com mais gordura proporcional. O mesmo aconteceu na comparação entre machos e fêmeas. As aves que receberam menor nível de proteína tiveram pior conversão de energia consumida em proteína corporal, entretanto, foram mais eficientes na retenção de proteína consumida. Estes resultados confirmam os de Jackson et al. (1982), que afirmam que a eficiência da utilização de proteína consumida é inversamente proporcional ao consumo de proteína.

### **3. EXPERIMENTO 1: EFEITO DA FONTE E NÍVEIS DE ENERGIA DA DIETA E DA SUPLEMENTAÇÃO COM L-CARNITINA SOBRE O DESEMPENHO E A COMPOSIÇÃO CORPORAL DE FRANGOS DE CORTE**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

A produtividade animal é fundamentalmente determinada pela capacidade genética e pelos fatores ambientais, bem como pela nutrição. A composição da dieta influencia de forma marcante a composição da carcaça. A síntese dos nutrientes corporais é o resultado da diferença positiva entre os processos de síntese e de degradação. Isto pode ocorrer pela incorporação direta dos ácidos graxos e dos aminoácidos, pela síntese de gordura e proteínas, respectivamente, ou pode ser pela síntese de gordura via acetil-CoA, a partir dos nutrientes (carboidrato, proteína e gordura). Entretanto, a eficiência com que a energia metabolizável é convertida em energia corporal parece variar de acordo com o balanço e o tipo de nutrientes da dieta e de acordo com sua utilização, seja para manutenção ou produção. Estas variações deveriam ser conhecidas e levadas em consideração no momento da formulação de alimentos balanceados. Entretanto, as exigências nutricionais baseadas em um modelo fatorial dos componentes manutenção, tecido magro e tecido adiposo, bem como suas taxas de deposição, ainda são pouco conhecidas.

A L-carnitina é sintetizada naturalmente nos animais, a partir dos aminoácidos essenciais metionina e lisina, e tem como função primária

participar do transporte de ácidos graxos de cadeia longa para o interior da mitocôndria para produção de energia, através da  $\beta$ -oxidação. A suplementação de L-carnitina em dietas de frangos de corte pode otimizar a utilização de energia da dieta, conforme estudos de Rabie et al. (1997) e de Rabie & Szilágyi (1998).

O objetivo deste trabalho foi avaliar, em condições de alimentação controlada, o efeito de níveis crescentes de energia na dieta, de deficiente a ligeiramente excessiva, proveniente de diferentes fontes, em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade. Além das respostas de desempenho, a composição corporal foi estudada usando a técnica do abate comparativo. Este estudo difere dos estudos de Klein et al. (1995) e de Lecznieski (1997), bem como dos da literatura em geral. Naqueles estudos os frangos receberam níveis crescentes de energia, de proteína e demais nutrientes ao mesmo tempo. Portanto, este estudo foi conduzido para entender melhor o efeito isolado da energia metabolizável aparente consumida na retenção dos componentes corporais. Também foi avaliada a resposta da suplementação de L-carnitina na dieta.

## **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1 Local**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO), da Faculdade de Agronomia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

As determinações de matéria seca (MS), energia bruta (EB), gordura bruta (GB) e proteína bruta (PB) das carcaças, vísceras, excretas e rações

experimentais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, do Departamento de Zootecnia, da UFRGS.

### **3.2.2 Período**

O período experimental foi de 11 de janeiro a 02 de fevereiro de 1999.

### **3.2.3 Instalações**

Foram utilizadas gaiolas individuais de metabolismo, medindo 25 x 40 x 40 cm, com comedouros individuais e um bebedouro tipo calha. As gaiolas foram distribuídas em três fileiras de dois andares cada. Cada conjunto de quatro gaiolas possuía uma bandeja na parte inferior que possibilitou a coleta individual de excretas. A sala possuía um aparelho de ar condicionado para manter a temperatura o mais constante possível. As médias das temperaturas máximas e mínimas foram 28 e 25°C, respectivamente. Enquanto que as umidades relativas do ar máximas e mínimas foram 83 e 62%, respectivamente.

### **3.2.4 Animais experimentais**

Foram utilizados 80 frangos machos, da linhagem comercial Ross, com 21 dias de idade, com peso médio de  $734 \pm 20$  g, sendo 5 abatidos no início do experimento para estimar a composição corporal inicial, 3 usados como testemunha negativa e 72 utilizados para compor os 24 tratamentos. Os frangos foram obtidos de uma granja de integração da Empresa Avipal S/A,

com 18 dias de idade. O período de 18 a 21 dias foi usado para a adaptação das aves ao novo ambiente (sala, gaiolas), permanecendo em gaiolas individuais até os 42 dias de idade.

### **3.2.5 Tratamentos**

Na Tabela 3 está a dieta com alta concentração nutricional, isto para possibilitar a diluição da energia metabolizável sem causar deficiência nos demais nutrientes. A dieta basal, obtida com a diluição da dieta de alta concentração nutricional, atendeu todas as exigências nutricionais segundo NRC (1994), exceto a energia que permaneceu deficiente (57% da exigência). Foram utilizados 24 tratamentos constituídos da dieta basal suplementada com amido de milho ou suplementada com amido de milho + óleo de soja (proporção de 80:20) ou suplementada com e sem L-carnitina (430 g/tonelada de ração). Cada grupo de tratamentos teve 6 níveis de consumo energético: 65,6; 74,2; 82,8; 91,4; 100 e 108,6% da exigência em energia metabolizável (3200 kcal/kg). Estes níveis crescentes de energia foram obtidos a partir da dieta basal suplementada com amido ou amido + óleo.

Tratamentos 1 a 6: dieta basal + amido de milho

Tratamentos 7 a 12: dieta basal + amido de milho + óleo de soja

Tratamentos 13 a 18: dieta basal + amido de milho + L-carnitina

Tratamentos 19 a 24: dieta basal + amido de milho + óleo de soja + L-carnitina

TABELA 3. Composição da dieta com alta concentração nutricional, em porcentagem da matéria natural.

Ingredientes	%
Milho	16,660
Farelo de soja, 44%	51,840
Farinha de carne e ossos, 45%	8,000
Glúten de milho, 60%	12,000
Óleo de soja degomado	7,163
Fosfato bicálcico	3,105
Sal	0,639
DL-Metionina, 98%	0,156
Cloreto de colina, 60%	0,070
Clortetraciclina, 15%	0,045
Bacitracina de zinco, 15%	0,045
Banox (anti-oxidante)	0,010
Coban (anti-coccidiano), 40%	0,043
Premix vitamínico*	0,044
Premix mineral**	0,180
L-carnitina***	0,075
<b>Total</b>	<b>100,075</b>
Composição calculada	
Proteína bruta, %	35,00
Energia metabolizável aparente, kcal/kg	3.200
Metionina, %	0,67
Metionina + Cisteína, %	1,26
Lisina, %	1,75
Cálcio, %	1,58
Fósforo disponível, %	0,61

\*Nível de inclusão: 0,5 kg/t. Garantia/kg de ração: Vit. A 8000 UI; Vit D3 2000 UI; Vit E 20 mg; Vit K3 2 mg; Vit B1 2 mg; Vit B2 6 mg; Vit B6 2,5 mg; Vit B12 0,012 mg; Biotina 0,08 mg; Ácido Pantotênico 15 mg; Niacina 35 mg; Ácido Fólico 1 mg.

\*\*Nível de inclusão: 1 kg/t. Garantia/kg de ração: Ferro 40 mg; Zinco 80 mg; Manganês 80 mg; Cobre 10 mg; Iodo 0,7 mg; Selênio 0,3 mg.

\*\*\*Ajinomoto.

### 3.2.6 Manejo experimental

As aves foram pesadas individualmente aos 21 dias de idade e a cada 7 dias até o término do experimento. Diariamente, as rações experimentais eram pesadas e fornecidas, atendendo os níveis de consumo pré-estabelecidos, conforme o manual da linhagem (Apêndice 1). O fornecimento de água foi à vontade. Diariamente foram registradas as umidades e as temperaturas máxima e mínima da sala (Apêndice 2). As excretas foram coletadas individualmente, colocadas em sacos plásticos, e

acondicionadas em “freezer” até o final do experimento, para posteriores análises químicas.

### **3.2.7 Análises químicas**

#### **3.2.7.1 Rações**

Utilizando amostras das rações experimentais foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), gordura bruta (GB) (AOAC, 1984) e energia bruta (EB) (PARR INSTRUMENTS CO., 1984).

#### **3.2.7.2 Composição corporal**

No início do experimento foram abatidas 5 aves para a determinação da composição corporal. Com a composição média das aves abatidas no início do experimento (Apêndice 3) foi estimada a composição corporal inicial das aves experimentais, ajustadas para o peso individual inicial. As demais aves foram abatidas no final do período experimental. As carcaças e as vísceras limpas foram moídas separadamente em moedor de carne industrial modelo Macra, e retiradas amostras de aproximadamente 200 g. As amostras foram submetidas à secagem em estufa à 60°C, por 72 horas, resultando em amostras secas ao ar. O material parcialmente seco foi moído em moedor elétrico e uma amostra foi retirada para posterior análises de MS, PB, GB e EB, conforme metodologia descrita pela AOAC (1984). A retenção dos componentes corporais foi calculada através da diferença entre as aves abatidas no início e no final do período experimental, de acordo com a técnica de abate comparativo (Blaxter, 1989). A energia das penas foi calculada a partir dos dados de Klein (1995).



### 3.2.7.3 Excretas

Ao término do período experimental, amostras de excretas de aproximadamente 200 g foram retiradas para posterior análise de MS, PB e EB (AOAC, 1984).

### 3.2.8 Variáveis avaliadas

Foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar das aves no período de 21 a 42 dias de idade. Conforme a técnica de abate comparativo foram calculados os parâmetros de composição corporal, com base no peso metabólico ( $\text{kg}^{0,75}/\text{dia}$ ), para ajustar as diferenças de peso corporal entre as aves. Foram avaliadas as seguintes respostas de composição da carcaça (com pés e cabeça), das vísceras limpas e da composição corporal total (carcaça + vísceras + penas):

- a) Consumo de energia metabolizável aparente ( $\text{kcal}/\text{kg}^{0,75}/\text{d}$ ) =  $\text{EB}_{\text{consumida}} - \text{EB}_{\text{excretada}}$ .
- b) Retenção de energia bruta ( $\text{kcal}/\text{kg}^{0,75}/\text{d}$ ) = energia bruta da carcaça ou corporal final – energia bruta estimada da carcaça ou corporal inicial.
- c) Eficiência da retenção de energia metabolizável consumida ( $\text{kcal}/\text{kcal}$ ) = energia bruta total retida na carcaça ou corporal  $\div$  energia metabolizável aparente consumida ( $b \div a$ ).
- d) Retenção de proteína bruta ( $\text{g}/\text{kg}^{0,75}/\text{d}$ ) = proteína bruta total da carcaça ou corporal final – proteína bruta total estimada da carcaça ou corporal inicial.
- e) Retenção de gordura bruta ( $\text{g}/\text{kg}^{0,75}/\text{d}$ ) = gordura bruta total da carcaça ou corporal final – gordura bruta total estimada da carcaça ou corporal inicial.

- f) Eficiência de retenção da proteína bruta consumida (g/g)= proteína bruta retida ÷ consumo de proteína.
- g) Percentual de energia bruta retida como proteína bruta = proteína bruta total retida x 5,66 kcal ÷ energia bruta total retida.
- h) Percentual de energia bruta retida como gordura bruta = energia bruta total retida – energia bruta total retida como proteína.
- i) Energia metabolizável de manutenção (EMm) = obtida através da análise de regressão linear simples dos valores de retenção de energia em função da energia metabolizável aparente consumida , com base nos resultados individuais, tendo como unidade o kg de peso metabólico ( $\text{kg}^{0,75}/\text{d}$ ). A equação utilizada foi  $Y = b_0 + b_1x$ , onde Y é a estimativa da retenção de energia;  $b_0$  é o intercepto no eixo y ou a retenção associada ao consumo zero de EM e  $b_1$  é a inclinação da curva de retenção em função do consumo de EM (x), que fornece a estimativa da eficiência de retenção da EM. Considerando que, na manutenção, a retenção Y é igual a zero, se encontra que a  $EMm = -b_0 \div b_1$ .

### **3.2.9 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 2 x 6 (Fonte x Carnitina x Nível). Os fatores principais foram o amido de milho e o amido de milho + óleo de soja (proporção 80:20). Cada fonte de energia apresentou 2 níveis de L-carnitina (com ou sem), totalizando 24 tratamentos com 6 níveis de consumo de energia, 3 repetições e uma ave

por unidade experimental. O nível basal de energia (57% da exigência) foi utilizado para as análises de regressão.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão, através do programa Statistix (1996). O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + O_i + C_j + N_k + OC_{ij} + ON_{ik} + CN_{jk} + OCN_{ijk} + e_{ijkl}$$

em que

$Y_{ijkl}$  = observação da resposta de uma ave que recebeu o óleo  $i$  e a carnitina  $j$  no nível de consumo  $k$ .

$\mu$  = média geral;

$O_i$  = efeito do óleo  $i$ , sendo  $i= 1,2$ ;

$C_j$  = efeito da carnitina  $j$ , sendo  $j=1,2$ ;

$N_k$  = efeito do nível de consumo  $k$ , sendo  $k=1-6$ ;

$OC_{ij}$  = efeito da interação óleo x carnitina;

$ON_{ik}$  = efeito da interação óleo x nível;

$CN_{jk}$  = efeito da interação carnitina x nível;

$OCN_{ijk}$  = efeito da interação óleo x carnitina x nível; e

$e_{ijkl}$  = erro aleatório associado à cada observação  $Y_{ijkl}$ .

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em função da importância da L-carnitina no metabolismo energético, a hipótese neste trabalho, foi de que sua incorporação na dieta de frangos poderia contribuir para a utilização da energia pelo tecido magro, principalmente nas dietas com alto óleo. Entretanto, exceto para a energia bruta e a gordura bruta retida nas vísceras, nenhuma das demais respostas

estudadas (desempenho, composição de carcaça e composição corporal) foram influenciadas pela suplementação de L-carnitina. Portanto, durante a discussão dos resultados, o efeito da L-carnitina só será discutido para as vísceras, uma vez que não houve efeito nas demais respostas.

### **3.3.1 Desempenho**

As respostas de desempenho foram significativamente ( $P < 0,01$ ) afetadas pela fonte de energia e pelo nível energético da dieta (Tabela 4 e Apêndices 4, 5 e 6). O consumo de ração foi menor, o ganho de peso foi maior e a conversão alimentar foi melhorada quando foi utilizado amido + óleo como fonte de energia na dieta. Lembrando que o óleo de soja possui maior valor energético do que o amido de milho, já era esperado que o consumo de ração fosse menor, uma vez que as dietas foram ajustadas para que as aves consumissem o mesmo nível de energia, independentemente da fonte (amido ou amido + óleo). O maior ganho de peso e a melhor conversão alimentar podem ser explicados pela melhor eficiência de utilização da energia das dietas com alto óleo, uma vez que o óleo tem menor incremento de calor do que o amido (De Groot, 1975, Blaxter, 1989, Pirgozliev & Rose, 1999), conseqüentemente mais energia líquida ficou disponível para deposição do ganho de peso. Estes resultados corroboram com os resultados obtidos por Huyghebaert et al. (1989) que, ao substituir parcialmente os carboidratos da dieta por gordura, mantendo as mesmas isoenergéticas, observaram que os frangos utilizaram mais eficientemente (15,8%) a gordura da dieta do que os carboidratos para a deposição do ganho de peso.

Foram utilizados 7 níveis de consumo de energia na dieta, partindo de um nível extremamente deficiente até um nível levemente acima das recomendações (NRC, 1994), mantendo as dietas isoprotéicas. Portanto, as relações energia:proteína foram gradualmente aumentando com o incremento dos níveis de energia na dieta. O consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar foram melhores nos níveis 100, 100 e 91,4% de suplementação de energia, respectivamente. As figuras 1 e 2 (Apêndices 7 e 8) mostram o efeito da interação entre nível de energia e fonte de energia sobre o ganho de peso e a conversão alimentar, respectivamente. Pelas figuras podemos afirmar que a deposição de energia corporal a partir da gordura (dieta com amido+óleo) é mais eficiente do que a deposição de energia corporal a partir dos carboidratos (dieta com amido).

### **3.3.2 Composição de carcaça**

A análise de variância mostrou que a energia metabolizável aparente consumida (EMAc) ( $\text{kcal/kg}^{0,75}/\text{d}$ ) não foi afetada pela fonte de energia da dieta (Tabela 5 e Apêndice 9). Isto era esperado, uma vez que as dietas foram calculadas para que as aves recebessem a mesma quantidade de energia, independentemente da fonte. Entretanto, o incremento nos níveis energéticos consumidos da dieta promoveu um efeito linear positivo sobre a energia metabolizável aparente consumida. Também era esperado, pois os níveis de energia utilizados partiram de um nível extremamente baixo em relação a recomendação do NRC (1994).

TABELA 4. Efeito dos tratamentos sobre as respostas de desempenho de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas		
		Consumo ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (g/g)
Fonte <sup>1</sup>	Amido	2514 a	1329 b	1,89 b
	Amido+Óleo	2417 b	1418 a	1,71 a
Carnitina	Com	2469	1374	1,80
	Sem	2462	1373	1,80
Nível <sup>2</sup>	65,6	2038 e	1164 d	1,75 a
	74,2	2233 d	1288 c	1,74 a
	82,8	2407 c	1366b c	1,77 a
	91,4	2583 b	1453 ab	1,78 a
	100	2710 a	1489 a	1,83 ab
	108,6	2824 a	1480 a	1,92 b
Probabilidade				
Fonte (A)		0,001	<0,001	<0,001
Carnitina (B)		0,753	0,973	0,738
Nível (C)		<0,001	<0,001	<0,001
A*B		0,698	0,235	0,256
A*C		0,780	0,007	0,004
B*C		0,947	0,543	0,707
A*B*C		0,718	0,768	0,358

<sup>1,2</sup>Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste F<sup>1</sup> (P<0,01) e pelo teste Tukey<sup>2</sup> (P<0,05).

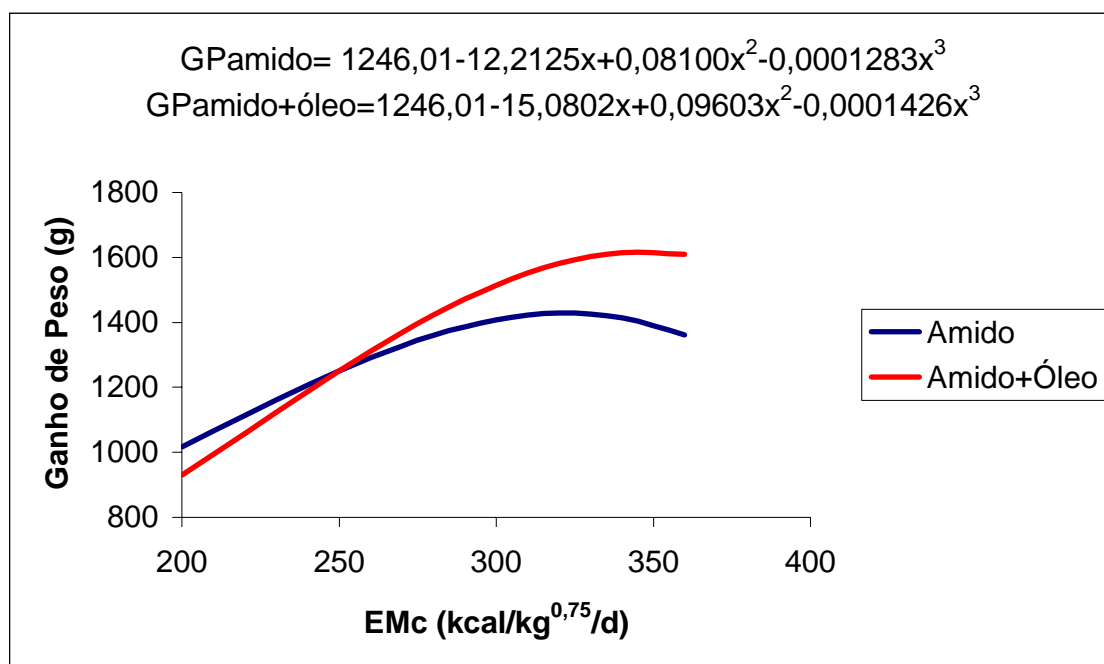


FIGURA 1. Efeito da interação entre nível de energia x fonte de energia e respectivas equações de regressão sobre o ganho de peso (g).

$$\text{CA amido} = 1,5298 + 0,00006542x + 0,000004351X^2$$

$$\text{CA amido+óleo} = 1,5298 + 0,0006233x$$

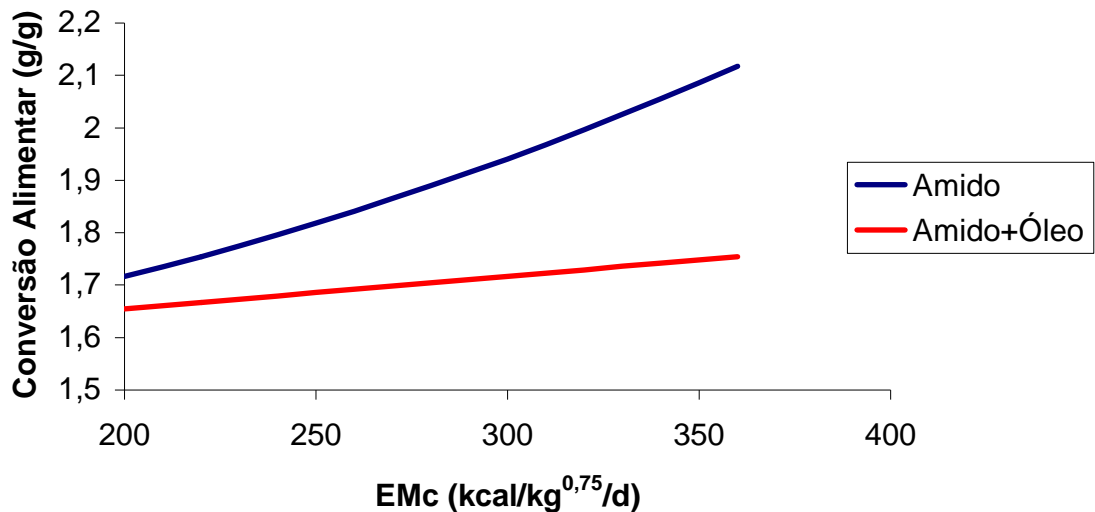


FIGURA 2.. Efeito da interação entre nível de energia x fonte de energia e respectivas equações de regressão sobre a conversão alimentar (g/g).

Nas Tabelas 5 e 6 (Apêndices 10, 11, 12, 13 e 14) são apresentados os resultados das respostas de composição da carcaça. A energia bruta retida (EBr) (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) foi maior (P<0,01) quando a fonte de energia da dieta foi o amido+óleo (Tabela 5). Esta variável foi influenciada pelo incremento dos níveis de energia consumidos da dieta, sendo maior nos últimos dois níveis de suplementação de energia. A eficiência de retenção da EMAC foi melhorada (P<0,01) com a adição de amido+óleo na dieta como fonte de energia (Tabela 5). Os níveis de consumo de energia da dieta afetaram a eficiência de retenção da EMAC, atingindo a máxima eficiência no nível 91,4% de energia.

TABELA 5. Efeito dos tratamentos sobre a energia metabolizável consumida (EMAc), a energia bruta retida na carcaça (EBr) e a eficiência de retenção da EMAc em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas		
		EMAc (kcal/kg <sup>0,75</sup> /d)	Ebr (kcal/kg <sup>0,75</sup> /d)	Efic.ret.EMAc (kcal/kcal)
Fonte <sup>1</sup>	Amido	279	85,4 b	0,30 b
	Amido+Óleo	285	94,4 a	0,33 a
Carnitina	Com	284	89,2	0,31
	Sem	280	90,6	0,32
Nível <sup>2</sup>	65,6	238 d	59,3 d	0,25 c
	74,2	258 c	74,5 c	0,29 b
	82,8	270 c	80,3 c	0,30 b
	91,4	292 b	101 b	0,35 a
	100	311 a	108 ab	0,35 a
	108,6	322 a	116 a	0,36 a
Probabilidade				
Fonte (A)		0,092	<0,001	<0,001
Carnitina (B)		0,292	0,466	0,150
Nível (C)		<0,001	<0,001	<0,001
A*B		0,700	0,083	0,023
A*C		0,826	0,383	0,310
B*C		0,530	0,888	0,604
A*B*C		0,505	0,516	0,926

<sup>1,2</sup>Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste F<sup>1</sup> (P<0,01) e pelo teste Tukey<sup>2</sup> (P<0,05).

A proteína bruta retida (PBr) (g/kg<sup>0,75</sup>/d) na carcaça não foi afetada pela fonte de energia da dieta (Tabela 6). Diferentemente da proteína, a gordura bruta retida (GBr) (g/kg<sup>0,75</sup>/d) na carcaça foi maior (P<0,01) com o uso de amido+óleo como fonte energética na dieta (Tabela 6). A eficiência de retenção da proteína bruta consumida (PBc) não foi afetada (P>0,05) pela fonte de energia da dieta (Tabela 6). Considerando os níveis de energia da dieta, a proteína bruta retida, a gordura bruta retida e a eficiência de retenção da proteína bruta consumida atingiram a máxima retenção e eficiência nos níveis 91,4, 100 e 91,4% de suplementação de energia, respectivamente.

A proteína bruta retida e a eficiência da retenção de proteína consumida não foram afetadas pelas diferentes fontes energéticas, possivelmente porque ambas as fontes forneceram energia suficiente para



atingir a taxa máxima de deposição protéica. Após ter atingido o máximo crescimento de tecido magro, em função da maior eficiência da utilização de energia nas dietas contendo amido+óleo como fonte energética, houve um excedente de energia líquida que foi direcionada para lipogênese, demonstrado pela maior deposição de gordura na carcaça. Mesmo com dietas atendendo as recomendações em proteína e aminoácidos, houve uma redução na retenção de proteína e na eficiência da retenção de proteína consumida com níveis deficientes de energia metabolizável. Provavelmente, a proteína ou aminoácidos tenham sido desviados para produção de energia, em consequência, menos aminoácidos ficaram disponíveis para síntese de proteína corporal.

TABELA 6. Efeito dos tratamentos sobre a proteína bruta retida (PBr) e a gordura bruta retida (GBr) na carcaça e a eficiência de retenção da proteína bruta consumida (PBc) em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas		
		PBr (g/kg <sup>0,75</sup> /d)	GBr (g/kg <sup>0,75</sup> /d)	Efic.ret.PBc (g/g)
Fonte <sup>1</sup>	Amido	6,84	4,97 b	0,33
	Amido+Óleo	6,98	5,84 a	0,34
Carnitina	Com	6,91	5,33	0,34
	Sem	6,92	5,48	0,33
Nível <sup>2</sup>	65,6	6,44 b	2,43 d	0,29 c
	74,2	6,48 b	4,03 c	0,30 c
	82,8	6,85 ab	4,42 c	0,33 b
	91,4	7,38 a	6,30 b	0,36 a
	100	7,16 a	7,20 ab	0,36 a
	108,6	7,15 a	8,05 a	0,37 a
Probabilidade				
Fonte (A)		0,303	<0,001	0,364
Carnitina (B)		0,939	0,431	0,759
Nível (C)		<0,002	<0,001	<0,001
A*B		0,144	0,174	0,083
A*C		0,414	0,482	0,328
B*C		0,570	0,793	0,438
A*B*C		0,411	0,384	0,137

<sup>1,2</sup>Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste F<sup>1</sup> (P<0,01) e pelo teste Tukey<sup>2</sup> (P<0,05).

A partição da energia retida entre gordura e proteína é mostrada na figura 3. A energia retida como gordura e proteína é uma função linear da energia retida. O intercepto com o eixo X ( $\pm 29,89 \text{ kcal/kg}^{0,75}/\text{d}$ ) confirma que, em baixo consumo de energia, há uma alta preferência para retenção de proteína, mesmo que isto resulte em mobilização da gordura corporal. A retenção de gordura é, proporcionalmente, muito mais afetada do que a retenção de proteína devido à restrição no consumo de energia, mostrado por Jackson et al. (1982) e Boekholt et al. (1994). A cada unidade de energia bruta retida, aproximadamente 90% é como gordura e 10% é como proteína. Entretanto, se a quantidade de energia retida como proteína for expressada como uma proporção do total de energia retida na carcaça, a contribuição da energia da proteína na energia retida total diminui gradualmente com o aumento da retenção de energia. Enquanto a contribuição de energia da gordura na retenção total de energia aumenta (Figura 4). O mesmo comportamento pode ser observado na composição do ganho de proteína e gordura na carcaça (Figura 5). As respostas da retenção de proteína e gordura na carcaça, base peso metabólico, aumentaram linearmente com o incremento no consumo de energia, mantendo as dietas isoprotéicas (Figura 6).

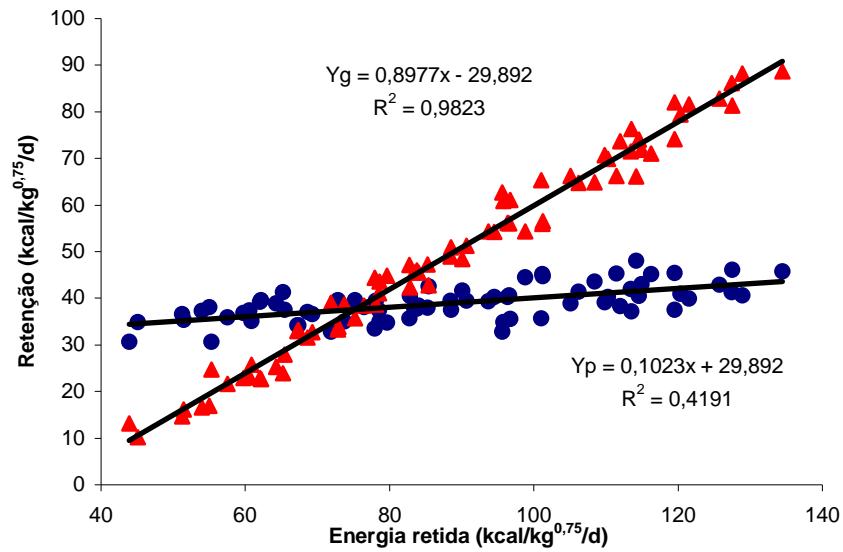


FIGURA 3. Partição da energia retida como proteína (Yp) e gordura (Yg) na carcaça de frangos de corte.

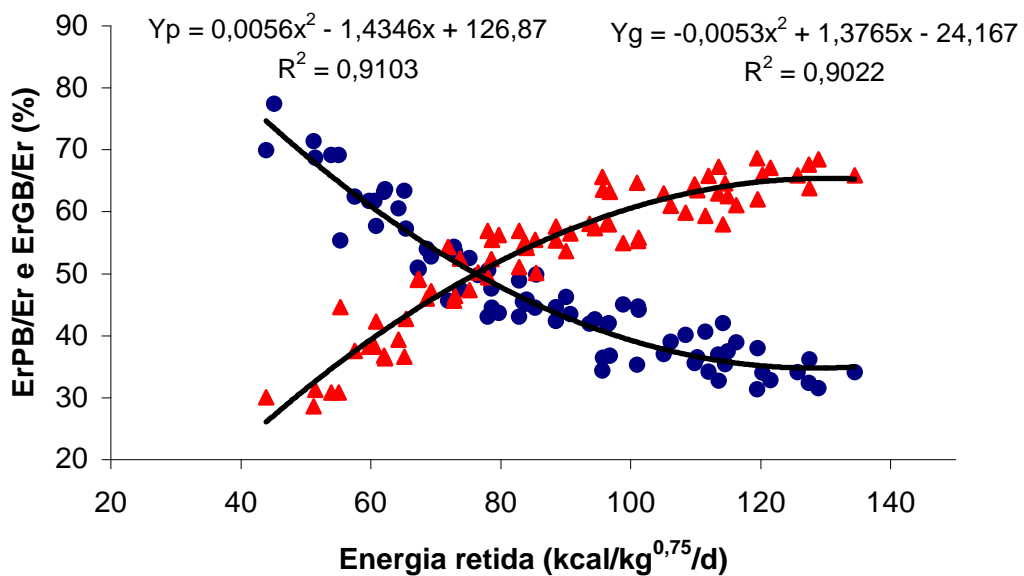


FIGURA 4. Proporção, em porcentagem, da energia retida na proteína (ErPB) (Yp) e na gordura (ErGB) (Yg), em relação a energia total retida (Er) na carcaça de frangos de corte.

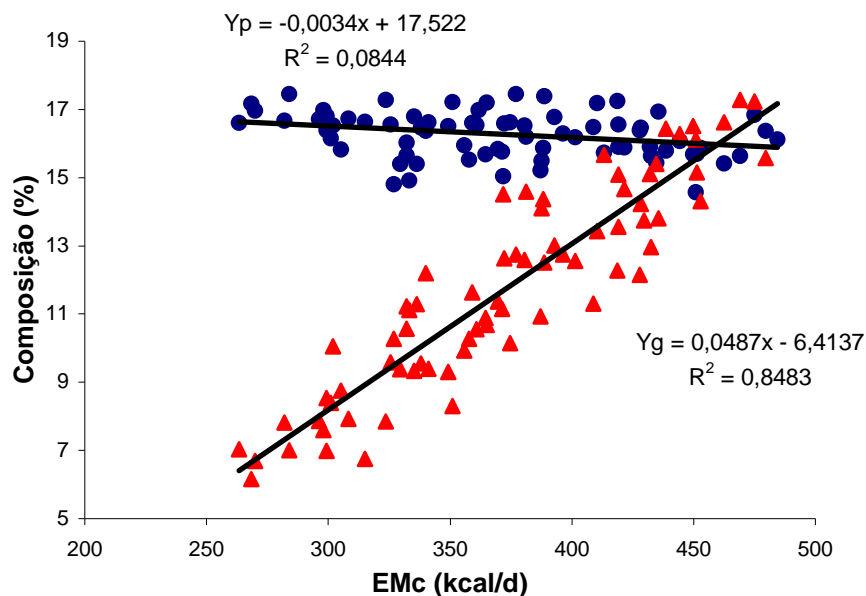


FIGURA 5. Composição da carcaça (proteína bruta (Yp) e gordura bruta (Yg)) de frangos de corte, em função do consumo diário de energia metabolizável.

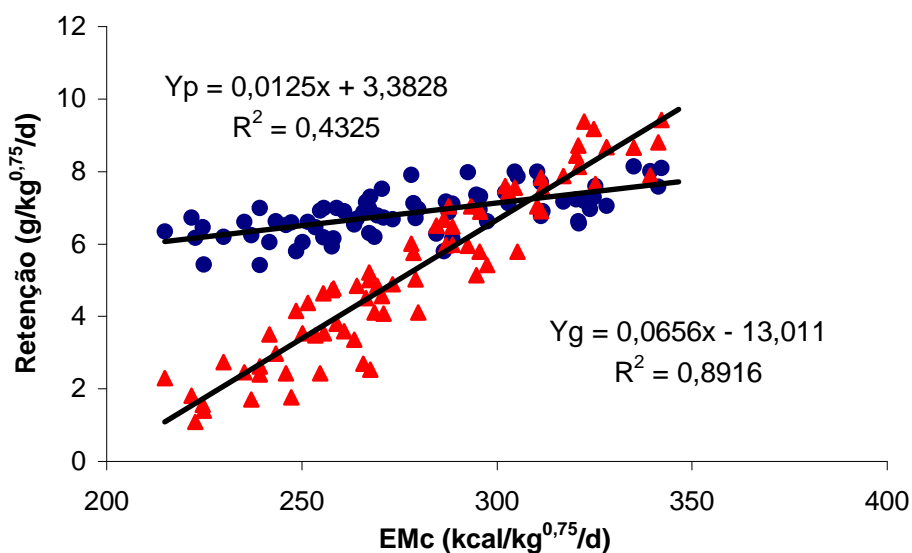


FIGURA 6. Retenção de proteína (Yp) e gordura (Yg) brutas na carcaça de frangos de corte, em função da energia metabolizável aparente consumida, base peso metabólico.

### 3.3.3 Composição das vísceras

Os resultados da composição das vísceras estão apresentados na Tabela 7 (Apêndices 15, 16 e 17). O nível de energia foi utilizado como covariável. A EBr ( $\text{kcal/kg}^{0,75}/\text{d}$ ) nas vísceras foi maior ( $P<0,05$ ) para aquelas que receberam amido+óleo como fonte de energia na dieta. A suplementação de L-carnitina promoveu um aumento ( $P<0,05$ ) da EBr nas vísceras das aves. Esta variável foi influenciada positivamente ( $P<0,01$ ) pelo incremento dos níveis de energia na dieta, tendo a máxima retenção no nível mais alto. A retenção de PB não foi afetada pela fonte de energia, pela suplementação de L-carnitina e nem pelos níveis de energia da dieta. A retenção de GB nas vísceras foi maior ( $P<0,05$ ) naquelas que receberam amido+óleo como fonte energética na dieta. A suplementação de L-carnitina aumentou ( $P<0,01$ ) a deposição de GB nas vísceras. Os níveis energéticos da dieta afetaram a retenção de GB nas vísceras, tendo a maior retenção no nível 108,6%.

A suplementação de L-carnitina não teve efeito no desempenho, composição de carcaça e corporal total, porém teve efeito sobre a retenção de gordura e energia bruta das vísceras. A informação na literatura com relação ao efeito da suplementação de carnitina nas dietas de aves, principalmente de frangos de corte, é limitada. Alguns trabalhos (Rabie et al., 1997, Rabie & Szilágyi, 1998) mostram que a suplementação de L-carnitina em dietas de frangos de corte, mesmo em doses baixas (50 – 100 g/t), tem sido efetiva em aumentar o ganho de peso e o rendimento de peito, melhorar a conversão alimentar e reduzir o teor de gordura abdominal. Entretanto, outros trabalhos (Cartwright, 1986, Barker & Sell, 1994) não conseguiram mostrar qualquer

efeito da suplementação de L-carnitina na dieta de frangos de corte sobre o desempenho e composição corporal, mesmo em doses elevadas (200 até 5000 g/t). A inconsistência dos resultados do presente estudo e dos encontrados na literatura, anteriormente mencionados, pode estar associada com as diferentes condições de experimentação (manejo, ambiente, sexo, idade, etc).

TABELA 7. Efeito dos tratamentos sobre a energia bruta retida (EBr), a proteína bruta retida (PBr) e a gordura bruta retida (GBr) nas vísceras de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas		
		Ebr (kcal/kg <sup>0,75</sup> /d)	PBr (g/kg <sup>0,75</sup> /d)	GBr (g/kg <sup>0,75</sup> /d)
Fonte <sup>1</sup>	Amido	5,38 b	0,33	0,38 b
	Amido+Óleo	6,90 a	0,37	0,51 a
Carnitina <sup>1</sup>	Com	6,99 a	0,35	0,53 a
	Sem	5,30 b	0,35	0,36 b
Nível <sup>2</sup>	65,6	2,90 d	0,43	0,05 c
	74,2	5,72 bcd	0,43	0,35 bc
	82,8	4,52 cd	0,34	0,28 bc
	91,4	7,79 ab	0,37	0,61 ab
	100	6,62 abc	0,38	0,47 b
	108,6	9,50 a	0,26	0,85 a
Probabilidade				
Fonte (A)		0,023	0,223	0,025
Carnitina (B)		0,012	0,814	0,005
A*B		0,577	0,299	0,823
Nível (Covariável)		<0,001	0,003	0,001
Coeficiente		0,132	-0,004	0,017

<sup>1,2</sup>Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste F<sup>1</sup> (P<0,01) e pelo teste Tukey<sup>2</sup> (P<0,05).

### 3.3.4 Composição corporal

Os resultados das respostas de composição corporal estão nas Tabelas 8 e 9 (Apêndices 18, 19, 20, 21). A EBr (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) foi maior (P<0,01) naquelas aves que receberam as dietas com amido+óleo como fonte energética (Tabela 8). O nível 108,6% de energia foi o que promoveu a máxima retenção da energia bruta. A eficiência de retenção da EMAC foi maior (P<0,05)

para as aves que receberam dietas em que a fonte de energia foi amido+óleo (Tabela 8). Esta eficiência também foi maior no nível 108,6% de suplementação energética.

A retenção corporal de PB ( $\text{g/kg}^{0,75}/\text{d}$ ) não foi influenciada pelas diferentes fontes de energia e nem pelo incremento dos níveis energéticos da dieta (Tabela 9). A retenção corporal de GB ( $\text{g/kg}^{0,75}/\text{d}$ ) foi maior ( $P<0,01$ ) para as aves que receberam amido+óleo como fonte de energia e teve máxima retenção no nível mais alto de energia (Tabela 9). A eficiência de retenção da PBc não teve efeito da fonte de energia, porém foi afetada ( $P<0,05$ ) pelos níveis energéticos da dieta, sendo que a máxima eficiência foi no nível 108,6% (Tabela 9).

TABELA 8. Efeito dos tratamentos sobre a energia bruta corporal retida (EBr) e a eficiência de retenção da EMAC em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas	
		Ebr ( $\text{kcal/kg}^{0,75}/\text{d}$ )	Efic.ret.EMAc ( $\text{kcal/kcal}$ )
Fonte <sup>1</sup>	Amido	113,6 b	0,41 b
	Amido+Óleo	122,8 a	0,43 a
Carnitina	Com	118,4	0,42
	Sem	118,0	0,42
Nível <sup>2</sup>	65,6	81,9 d	0,35 c
	74,2	108,6 c	0,42 ab
	82,8	104,7 c	0,39 bc
	91,4	128,9 b	0,44 ab
	100	135,2 ab	0,44 ab
	108,6	149,9 a	0,47 a
Probabilidade			
Fonte (A)		0,005	0,044
Carnitina (B)		0,909	0,788
Nível (C)		<0,001	<0,001
A*B		0,918	0,985
A*C		0,732	0,838
B*C		0,963	0,705
A*B*C		0,664	0,617

<sup>1,2</sup>Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste F<sup>1</sup> ( $P<0,01$ ) e pelo teste Tukey<sup>2</sup> ( $P<0,05$ ).

TABELA 9. Efeito dos tratamentos sobre a proteína bruta corporal retida (PBr) e a gordura bruta corporal retida (GBr) e a eficiência de retenção da proteína bruta consumida (PBc) em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas		
		PBr (g/kg <sup>0,75</sup> /d)	GBr (g/kg <sup>0,75</sup> /d)	Efic.ret.PBc (g/g)
Fonte <sup>1</sup>	Amido	10,82	5,52 b	0,53
	Amido+Óleo	10,75	6,41 a	0,52
Carnitina	Com	10,59	6,03	0,53
	Sem	10,98	5,89	0,51
Nível <sup>2</sup>	65,6	10,15	2,48 d	0,46 c
	74,2	11,03	4,79 c	0,51 bc
	82,8	10,55	4,69 c	0,51 bc
	91,4	11,05	6,91 b	0,54 ab
	100	10,77	7,74 b	0,54 ab
	108,6	11,16	9,16 a	0,58 a
Probabilidade				
Fonte (A)		0,768	<0,005	0,664
Carnitina (B)		0,122	0,567	0,117
Nível (C)		0,165	<0,001	<0,001
A*B		0,857	0,801	0,939
A*C		0,729	0,624	0,786
B*C		0,774	0,934	0,899
A*B*C		0,063	0,702	0,015

<sup>1,2</sup>Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste F<sup>1</sup> (P<0,01) e pelo teste Tukey<sup>2</sup> (P<0,05).

Considerando a composição corporal e da carcaça, a fonte energética da dieta amido+óleo favoreceu a retenção e a eficiência de retenção da energia metabolizável consumida. Este aumento na retenção de energia, causado pela fonte amido+óleo, não afetou a quantidade de proteína retida/dia, mas afetou significativamente a gordura bruta retida, por consequência promoveu um maior ganho de peso. Estas observações sustentam os resultados da literatura, em que as gorduras são mais eficientes em depositar gordura do que os carboidratos (De Groot, 1975, Blaxter, 1989, Pirgozliev & Rose, 1999).

A diferença de interpretação em relação aos estudos clássicos de regulação do consumo pela energia da dieta surge quando se leva em



consideração a composição do ganho de peso. Os resultados apresentados nas figuras 3 e 6 mostram que a prioridade foi manter o crescimento de tecido magro, uma vez que em baixo consumo de energia houve uma preferência para retenção de proteína.

A eficiência líquida da utilização de energia metabolizável da dieta para deposição, está fortemente relacionada com a composição do ganho de peso, ou seja, a relação gordura:proteína retida. Os resultados do presente trabalho mostram que a eficiência de retenção da EM<sub>Ac</sub> aumentou com o incremento dos níveis energéticos na dieta, provavelmente em função do maior direcionamento de energia da dieta para deposição de gordura, uma vez que a deposição de proteína não foi afetada, considerando que a deposição de gordura é um processo mais eficiente do que a deposição de proteína (Blaxter, 1989).

Segundo Kessler e Brugalli (1999), em revisão sobre o assunto, a retenção diária de proteína corporal cresce na primeira parte da curva de crescimento de frangos de corte, alcança o máximo (platô) no ponto de inflexão e diminui na segunda parte da curva. Portanto, a partir do ponto de inflexão, há uma redução no crescimento de tecido magro e se esta redução não for acompanhada por uma redução no consumo, haverá um aumento na disponibilidade de nutrientes para lipogênese. Após a inflexão, a energia para a retenção de proteína atinge valores baixos, enquanto a energia para a lipogênese alcança valores expressivos. De certa forma, isto foi demonstrado neste estudo. Os resultados de Macleod (1990) demonstraram claramente a predominância da retenção de gordura com incrementos na energia

metabolizável aparente consumida em dietas deficientes em proteína. Existem vários trabalhos na literatura mostrando que aumentos nos níveis de energia metabolizável da dieta provocam uma maior deposição de gordura corporal, proporcionando um incremento no ganho de peso (Leveille et al., 1975; Jackson et al., 1982; Donaldson, 1985; Rosebrough e Steele, 1985; Cabel e Waldroup, 1991; Summers et al., 1992; Leeson, 1995; Leeson e Summers, 1997).

Considerando o menor (65,6 %) e o maior (108,6 %) nível de energia estudados, é possível observar um aumento de 22% no ganho de peso (1164 vs 1480 g), 10% na retenção de proteína (10,15 vs 11,16 g/kg<sup>0,75</sup>/d) e 73% na retenção de gordura corporal (2,48 vs 9,16 g/kg<sup>0,75</sup>/d). Estes resultados mostram que a relação energia:proteína da dieta influenciou fortemente a quantidade de gordura corporal. Em condições práticas é possível dizer que, se a proteína não for limitante em aves em crescimento, um maior aporte de energia na dieta resultará não somente em um aumento na retenção de gordura mas também em um acréscimo na retenção de proteína corporal.

Através da análise de regressão linear simples dos valores de retenção de energia corporal, em função da energia metabolizável aparente consumida, foi determinada a estimativa da energia metabolizável de manutenção (EMm) e a eficiência de retenção da EMAc acima da manutenção (eficiência para ganho) para as duas fontes energéticas, amido e amido+óleo (Figuras 7 e 8). As seguintes equações foram determinadas para a fonte amido  $Y = -106,46 + 0,779x$  ( $R^2 = 0,92$ ) e para a fonte amido+óleo  $Y = -112,49 + 0,816x$  ( $R^2 = 0,94$ ). Considerando que na manutenção a retenção de energia (Y) é igual a zero, a

estimativa de energia metabolizável de manutenção foi igual para as duas fontes energéticas,  $EMm=137 \text{ kcal/kg}^{0,75}/d$ . Já a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (ko) diferiu entre as fontes, sendo 0,78 e 0,82 para amido e amido+óleo, respectivamente. A ineficiência da fração da EMAC em transformar-se em tecido corporal, é chamada de incremento de calor para a produção ou retenção (ICr). Este é dependente do tipo de tecido depositado com o respectivo custo energético de deposição e da eficiência com que os diferentes componentes absorvidos da dieta participam na deposição (Blaxter, 1989). É importante salientar que as fontes de energia (amido de milho e óleo de soja) utilizadas foram fontes de excelente digestibilidade. Provavelmente, isto explica o mesmo valor estimado de EMm para as duas fontes energéticas. Entretanto, a eficiência da utilização de energia metabolizável para ganho foi maior para a fonte amido+óleo, apresentando, conseqüentemente, um menor incremento de calor de retenção (0,18 vs 0,22). Estes resultados sustentam os da literatura (De Groote, 1975, Huyghebaert et al., 1989, Pirgozliev & Rose, 1999,) que mostram que os frangos utilizam mais eficientemente a gordura da dieta do que os carboidratos na deposição de ganho de peso.

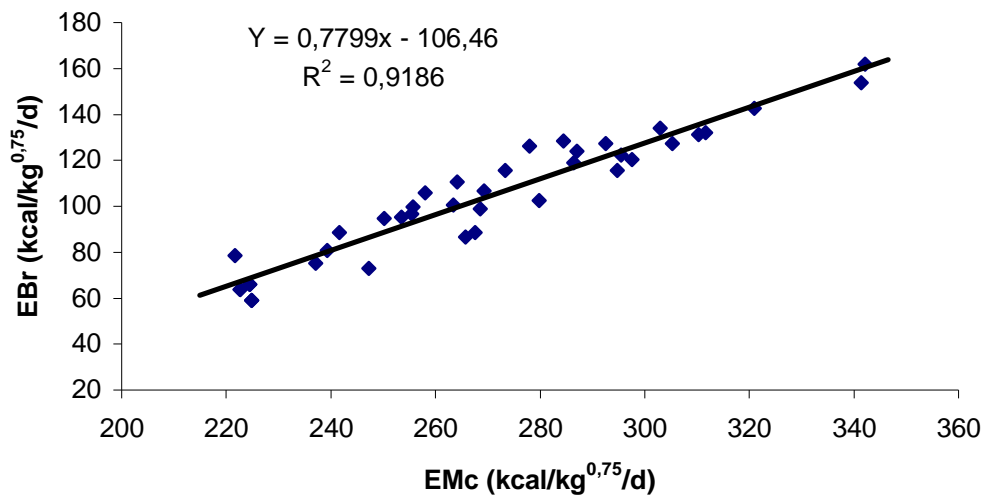


FIGURA 7. Fonte amido: relação entre a energia bruta corporal retida e o consumo diário de energia metabolizável em frangos de corte.

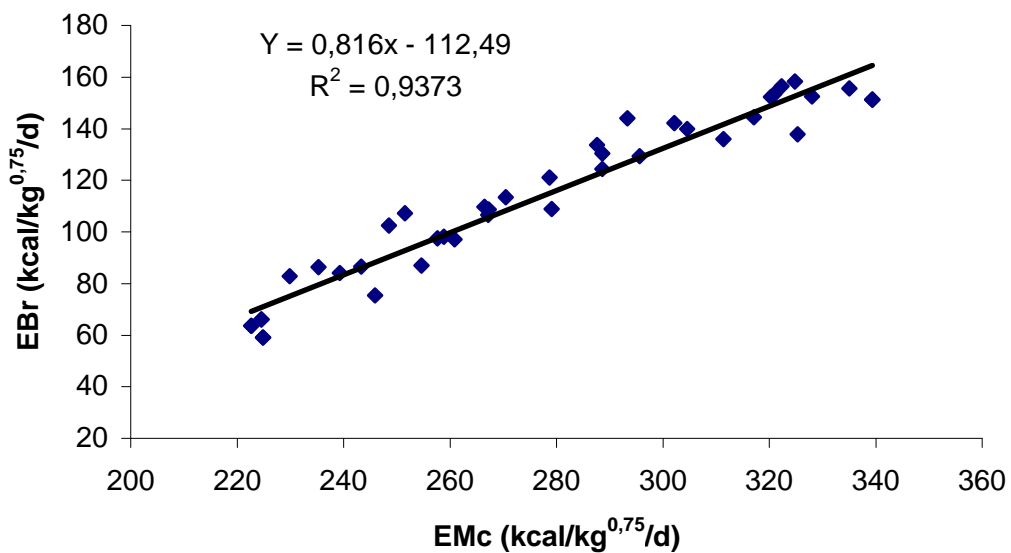


FIGURA 8. Fonte amido+óleo: relação entre a energia bruta corporal retida e o consumo diário de energia metabolizável em frangos de corte.

### 3.4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode ser concluído que:

- A fonte energética da dieta amido+óleo foi mais eficiente na retenção total de energia, na deposição de gordura e na eficiência da retenção de energia metabolizável consumida do que o amido. Entretanto, tanto o amido quanto o amido+óleo foram igualmente eficientes em promover a retenção de proteína.

- O ganho de peso foi maior e a conversão alimentar foi melhor com a fonte de energia amido+óleo da dieta.

- A estimativa de energia metabolizável de manutenção foi de 137 kcal/kg<sup>0,75</sup>/d para as duas fontes energéticas e a eficiência de utilização da energia metabolizável aparente para ganho foi de 0,78 e 0,82 para as fontes amido e amido+óleo, respectivamente.

- A suplementação de L-carnitina (430 g/t) não foi efetiva em melhorar o desempenho e a composição corporal dos frangos de corte.

- O incremento dos níveis de energia da dieta aumentou a energia metabolizável aparente consumida e a partir de um certo nível de consumo de EMA houve a tendência em formar platô nas respostas de desempenho, retenção de energia bruta corporal, gordura bruta corporal, proteína bruta da carcaça e eficiência da energia metabolizável e proteína bruta consumidas.

- A prioridade metabólica foi manter o crescimento de tecido magro, uma vez que em baixo consumo de energia, houve uma preferência para retenção de proteína.

- Em condições práticas é possível dizer que, se a proteína não for limitante em frangos de corte em crescimento, um maior aporte de energia na dieta resultará, não somente em um aumento na retenção de gordura, mas também em um acréscimo na retenção de proteína corporal.

## **4.EXPERIMENTO 2.EFEITO DE DIFERENTES RELAÇÕES ENTRE METIONINA+CISTEÍNA E LISINA E SEUS NÍVEIS DE INCLUSÃO NA DIETA SOBRE O DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE FRANGOS DE CORTE**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

A seleção genética baseada em altas taxas de crescimento permitiu grande desenvolvimento da avicultura de corte. Entretanto, em resposta ao enfoque dado pelos programas de melhoramento genético, em que foi preterida a qualidade da carcaça em favor do desempenho produtivo, isto resultou em carcaças com maior teor de gordura.

A composição corporal de frangos de corte pode ser alterada pela manipulação da composição da dieta. Diversos experimentos com frangos de corte têm sistematicamente demonstrado que quando ocorre uma melhoria no equilíbrio de aminoácidos da dieta, os efeitos são o aumento nos cortes magros e a redução na gordura das carcaças (Moran & Bilgili, 1990, Summers et al., 1992, Nieto et al., 1995). O balanço inadequado de aminoácidos tem seu efeito primário sobre o consumo de alimento e isto pode afetar a taxa de crescimento e a composição de carcaça (D'Mello, 1994). A deposição de carne de peito parece ser o primeiro local de síntese protéica a ser reduzido se houver deficiência de aminoácidos essenciais na dieta (Leeson, 1995). É importante salientar que a eficiência de uso dos nutrientes para deposição de tecidos

corporais, influenciados pelo nível de ingestão e composição da dieta, ainda são pouco conhecidos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar, em condições de alimentação controlada, o efeito de diferentes relações entre os aminoácidos metionina+cisteína e lisina, bem como seus níveis de inclusão, de deficiente a excessivo, na dieta de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade. Além das respostas de desempenho, a composição corporal foi estudada usando a técnica do abate comparativo. Este estudo foi conduzido para entender melhor o efeito isolado do balanço inadequado de aminoácidos na retenção dos componentes corporais, uma vez que a energia metabolizável aparente e demais nutrientes foram mantidos constantes.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.2.1 Local**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO), da Faculdade de Agronomia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

As determinações de matéria seca (MS), energia bruta (EB), gordura bruta (GB) e proteína bruta (PB) das carcaças, vísceras, excretas e rações experimentais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, do Departamento de Zootecnia, da UFRGS.

### **4.2.2 Período**

O período experimental foi de 23 de abril a 14 de maio de 1999.



### **4.2.3 Instalações**

Foram utilizadas gaiolas individuais de metabolismo medindo 25 x 40 x 40 cm, com comedouros individuais e um bebedouro tipo calha. As gaiolas foram distribuídas em três fileiras de dois andares cada. Cada conjunto de quatro gaiolas possuía uma bandeja na parte inferior que possibilitou a coleta individual de excretas. A sala possuía um aparelho de ar condicionado para manter a temperatura o mais constante possível. As médias das temperaturas máximas e mínimas foram 26 e 22°C, respectivamente. Enquanto que as umidades relativas do ar máximas e mínimas foram 74 e 56%, respectivamente.

### **4.2.4 Animais experimentais**

Foram utilizados 61 frangos machos, da linhagem comercial Ross, com 21 dias de idade, com peso médio de  $745 \pm 22$  g, sendo 5 abatidos no início do experimento para estimar a composição corporal inicial, 8 usados como testemunha negativa e 48 utilizados para compor os 12 tratamentos. Os frangos foram obtidos de uma granja de integração da Empresa Avipal S/A, com 18 dias de idade. O período de 18 a 21 dias foi usado para a adaptação das aves ao novo ambiente (sala, gaiolas), permanecendo em gaiolas individuais até os 42 dias de idade.

### **4.2.5 Tratamentos**

Foram utilizados 12 tratamentos, constituídos de uma dieta basal (Tabela 10) calculada com base nos valores determinados de aminoácidos dos

ingredientes. A dieta basal atendeu todas as exigências nutricionais segundo NRC (1994), exceto nos aminoácidos metionina + cisteína (Met + Cis) e lisina (Lis), que permaneceram deficientes (86% da exigência). Cada relação de aminoácidos teve 4 níveis de consumo destes aminoácidos: 92, 100, 108 e 115% das exigências da referência NRC (1994) destes aminoácidos. Foram fornecidas quantidades diárias (conforme cálculo das exigências diárias) crescentes nestes tratamentos para atingir os 4 níveis de ingestão de aminoácidos por tratamento. A relação 1 atendeu as recomendações na proporção da oferta, a 2 atendeu em metionina + cisteína, mas ofereceu 15% a mais de lisina e a 3 atendeu em lisina, mas ofereceu 15% a mais de metionina + cisteína (Tabela 11). As relações dos demais principais aminoácidos foram respeitadas, ou seja, foram alterados nas mesmas proporções que a lisina e metionina.

#### **4.2.6 Manejo experimental**

As aves foram pesadas individualmente aos 21 dias de idade e a cada 7 dias até o término do experimento. Diariamente, foram pesadas e fornecidas as rações experimentais, atendendo os níveis de consumo pré-estabelecidos conforme o manual da linhagem (Apêndice 22). O fornecimento de água foi à vontade. Diariamente foram registradas as umidades e as temperaturas máxima e mínima da sala (Apêndice 23). As excretas foram coletadas individualmente, colocadas em sacos plásticos, e acondicionadas em “freezer” até o final do experimento, para posteriores análises químicas.

TABELA 10. Composição da ração basal, em percentagem da matéria natural.

Ingredientes	%
Milho	64,732
Farelo de soja, 44%	17,211
Farinha de carne e ossos, 45%	8,000
Glúten de milho, 60%	4,406
Amido de milho	1,227
Óleo de soja degomado	3,710
Sal	0,300
L-Treonina	0,050
L-Lisina HCL, 78%	0,028
Cloreto de colina, 60%	0,056
Clortetraciclina, 15%	0,030
Bacitracina de zinco, 15%	0,060
BHT (anti-oxidante)	0,030
Coban (anti-coccidiano), 40%	0,030
Premix vitamínico*	0,030
Premix mineral**	0,100
Total	100
<i>Composição calculada, %</i>	<i>%</i>
Energia metabolizável aparente, kcal/kg	3250
Proteína bruta	21,00
Cálcio	0,931
Fósforo disponível	0,570
Metionina	0,324
Metionina digestível	0,296
Metionina + Cisteína	0,620
Metionina + Cisteína digestível	0,563
Lisina	0,860
Lisina digestível	0,782

\*Nível de inclusão: 0,5 kg/t. Garantia/kg de ração: Vit. A 8000 UI; Vit D3 2000 UI; Vit E 20 mg; Vit K3 2 mg; Vit B1 2 mg; Vit B2 6 mg; Vit B6 2,5 mg; Vit B12 0,012 mg; Biotina 0,08 mg; Ácido Pantotênico 15 mg; Niacina 35 mg; Ácido Fólico 1 mg.

\*\*Nível de inclusão: 1 kg/t. Garantia/kg de ração: Ferro 40 mg; Zinco 80 mg; Manganês 80 mg; Cobre 10 mg; Iodo 0,7 mg; Selênio 0,3 mg.

TABELA 11. Níveis de oferta dos aminoácidos, metionina + cisteína (Met + Cis) e Lisina (Lis), de acordo com a relação, em percentagem, com as exigências diárias, segundo o NRC (1994).

NÍVEL	RELAÇÃO 1	RELAÇÃO 2	RELAÇÃO 3
	Met+Cis/Lis	Met+Cis/Lis	Met+Cis/Lis
BASAL	86/86	-/-	-/-
1	92/92	92/105,8	105,8/92
2	100/100	100/115	115/100
3	108/108	108/124,2	124,2/108
4	115/115	115/132,25	132,25/115

## **4.2.7 Análises químicas**

### **4.2.7.1 Rações**

Utilizando amostras das rações experimentais, foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), gordura bruta (GB) (AOAC, 1984) e energia bruta (EB) (PARR INSTRUMENTS CO., 1984).

### **4.2.7.2 Composição corporal**

No início do experimento foram abatidas 5 aves para a determinação da composição corporal. Com a composição média das aves abatidas no início do experimento (Apêndice 24) foi estimada a composição corporal inicial das aves experimentais, ajustadas para o peso individual inicial. As demais aves foram abatidas no final do período experimental. As carcaças (com pés e cabeça) e as vísceras limpas foram moídas, separadamente em moedor de carne industrial modelo Macra, e retiradas amostras de aproximadamente 200 g. Estas amostras foram submetidas à secagem em estufa a 60°C, por 72 horas, resultando em amostras secas ao ar. O material parcialmente seco foi moído em moedor elétrico e uma amostra foi retirada para posterior análise de MS, PB, GB e EB, conforme metodologia descrita pela AOAC (1984). A retenção dos componentes corporais foi calculada através da diferença entre as aves abatidas no início e no final do período experimental, de acordo com a técnica de abate comparativo (Blaxter, 1989).

#### **4.2.7.3.Excretas**

As excretas foram coletadas diariamente, de forma individual, e armazenadas em freezer até o final do experimento. Ao término do período experimental, amostras de excretas de aproximadamente 200 g foram retiradas para posteriores determinações de MS, PB e EB (AOAC, 1984).

#### **4.2.8 Variáveis avaliadas**

Foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar das aves no período de 21 a 42 dias de idade. Conforme a técnica de abate comparativo foram calculados os parâmetros de composição corporal, com base no peso metabólico ( $\text{kg}^{0,75}/\text{dia}$ ), para ajustar as diferenças de peso corporal entre as aves. Foram avaliadas as seguintes respostas de composição da carcaça (com pés e cabeça), das vísceras limpas e da composição corporal total (carcaça + vísceras + penas):

- a) Consumo de energia metabolizável aparente ( $\text{kcal}/\text{kg}^{0,75}/\text{d}$ ) = EBconsumida – EBexcretada.
- b) Retenção de energia bruta ( $\text{kcal}/\text{kg}^{0,75}/\text{d}$ ) = energia bruta da carcaça ou corporal final – energia bruta estimada da carcaça ou corporal inicial.
- c) Eficiência de retenção da energia metabolizável consumida ( $\text{kcal}/\text{kcal}$ ) = energia bruta total retida na carcaça ou corporal  $\div$  energia metabolizável aparente consumida ( $b \div a$ ).
- d) Retenção de proteína bruta ( $\text{g}/\text{kg}^{0,75}/\text{d}$ ) = proteína bruta total da carcaça ou corporal final – proteína bruta total estimada da carcaça ou corporal inicial.

- e) Retenção de gordura bruta ( $\text{g/kg}^{0,75}/\text{d}$ ) = gordura bruta total da carcaça ou corporal final – gordura bruta total estimada da carcaça ou corporal inicial.
- f) Eficiência de retenção da proteína bruta consumida ( $\text{g/g}$ ) = proteína bruta total retida na carcaça ou corporal  $\div$  proteína bruta consumida.
- g) Percentual de proteína bruta da carcaça = proteína bruta retida na carcaça  $\div$  peso da carcaça  $\times 100$ .
- h) Percentual de gordura bruta da carcaça = gordura bruta retida na carcaça  $\div$  peso da carcaça  $\times 100$ .
- i) Percentual de água da carcaça = água retida na carcaça  $\div$  peso da carcaça  $\times 100$ .
- j) Conversão da lisina e metionina consumidas em proteína corporal = lisina ou metionina consumida  $\div$  proteína bruta total retida.

#### **4.2.9 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 4 (Relação de aminoácidos x Níveis de suplementação de aminoácidos) com 4 repetições e uma ave por unidade experimental. O nível basal (86%) foi utilizado para as análises de regressão.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão através do programa Statistix (1996). O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + N_j + RN_{ij} + e_{ik}$$

em que

$Y_{ijk}$  = observação da resposta de uma ave que recebeu o tratamento  $i$  e o nível de consumo  $j$ .

$\mu$  = média geral;

$R_i$  = efeito da relação  $i$ , sendo  $i=1,2,3$ ;

$N_j$  = efeito do nível  $j$ , sendo  $j=1,2,3$  e  $4$ ;

$RN_{ij}$  = efeito da interação relação x nível; e

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado à cada observação  $Y_{ijk}$ .

### **4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.3.1 Desempenho**

O consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar são apresentados na Tabela 12 (Apêndices 25, 26 e 27). A análise de variância dos dados mostra que os resultados do desempenho não foram influenciados pelas relações. Entretanto, trabalhos têm mostrado que o balanço inadequado de aminoácidos essenciais na dieta afeta negativamente o desempenho (Summers et al., 1992, Nieto et al., 1995, Tesseraud et al., 1996).

O desequilíbrio de aminoácidos nas dietas do presente trabalho não promoveu diferenças nas respostas de desempenho, apesar dos tratamentos 5, 6, 7 e 8 terem 15% a mais de lisina e os tratamentos 9, 10, 11 e 12 terem 15% a mais de metionina + cisteína em relação aos tratamentos 1, 2, 3 e 4 que atenderam as recomendações nutricionais segundo NRC (1994). A análise de regressão polinomial dos níveis de aminoácidos essenciais da dieta,

considerando o nível mais baixo (86% da exigência), mostrou que estes não influenciaram as respostas de desempenho e de composição corporal.

TABELA 12. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre as respostas de desempenho de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas		
		Consumo ração (g)	Ganho Peso (g)	Conversão alimentar (g/g)
Relação	Padrão	2913	1631	1,79
	Alta Lis	2916	1658	1,76
	Alta Met+Cis	2909	1622	1,80
Nível <sup>1</sup>	92	2912	1586 b	1,84 c
	100	2912	1599 b	1,82 bc
	108	2914	1678 a	1,74 ab
	115	2913	1685 a	1,73 a
Probabilidade				
Relação		0,263	0,332	0,383
Nível		0,972	0,001	0,001
Relação x Nível		0,525	0,906	0,861

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05).

#### 4.3.2 Composição da carcaça

Os resultados da composição de carcaça são apresentados nas Tabelas 13, 14 e 15 (Apêndices 28 a 36) . A energia metabolizável aparente consumida (EMAc) foi influenciada pela relação (P<0,05) e pelos níveis de aminoácidos (P<0,01) (Tabela 13). As dietas foram calculadas para serem isoenergéticas e o consumo de ração foi controlado, portanto era de se esperar que as aves tivessem o mesmo consumo de energia. Entretanto, a energia metabolizável aparente consumida nas dietas com alta lisina (tratamentos 5, 6, 7 e 8) foi significativamente menor do que as dietas balanceadas (Tratamentos 1, 2, 3 e 4) e não diferiu das dietas com alta metionina + cisteína (Tratamentos 9, 10, 11 e 12). Considerando os níveis de suplementação de aminoácidos, o



nível 92% da exigência foi o que promoveu maior consumo de energia metabolizável aparente. Efeito semelhante foi encontrado por Nieto et al. (1995), que observaram um consumo significativamente maior de energia metabolizável quando as aves consumiram uma dieta balanceada em relação as dietas com balanço inadequado de aminoácidos essenciais. Segundo os autores, este efeito se deu em função da diferença na metabolizabilidade da energia que foi maior na dieta balanceada.

TABELA 13. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a energia metabolizável consumida (EMAc), a energia bruta retida na carcaça (EBr) e a eficiência de retenção da EMAc em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas		
		EMAc (kcal/kg <sup>0,75</sup> /d)	EBr (kcal/kg <sup>0,75</sup> /d)	Efic.ret.EMAc (kcal/kcal)
Relação <sup>1</sup>	Padrão	342 a	120	0,35
	Alta Lis	334 b	119	0,35
	Alta Met+Cis	336 ab	119	0,36
Nível <sup>1</sup>	92	344 a	118	0,34
	100	338 ab	119	0,35
	108	332 b	119	0,36
	115	334 b	120	0,36
Probabilidade				
Relação		0,033	0,858	0,963
Nível		0,008	0,981	0,719
Relação x Nível		0,131	0,321	0,619

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05).

A EBr na carcaça e a eficiência de retenção da EMAc não foram influenciadas pelos tratamentos. Entretanto, a deposição de proteína e a eficiência de retenção de proteína na carcaça foram significativamente maiores (P<0,05) nas dietas altas em lisina do que nas dietas balanceadas e nas dietas altas em metionina+cisteína. Com isso, era de se esperar, também, um aumento na retenção de água, uma vez que ocorre deposição de água na

relação 3-4:1 com a proteína retida, mas isso não foi observado pela análise fatorial dos resultados. A deposição de gordura na carcaça, expressa em porcentagem, reduziu nas dietas altas em lisina. Este efeito da lisina na redução da deposição de gordura foi muito bem demonstrado por Grisoni (1991), citado por Leclercq (1998), trabalhando com 8 níveis de suplementação de lisina em dietas de frangos de corte.

Existe uma série de trabalhos na literatura mostrando o efeito dos níveis de proteína e energia das dietas, bem como a suplementação de aminoácidos na redução de gordura e aumento de proteína corporal de frangos de corte (Leveille et al., 1975, Jackson et al., 1982, Donaldson, 1985; Rosebrough e Steele, 1985; Cabel e Waldroup, 1991; Leeson, 1995; Leeson e Summers, 1997). Sabe-se que o efeito da proteína da dieta na composição da carcaça é essencialmente um efeito dos aminoácidos. Entretanto, diferentemente dos resultados deste trabalho, Summers et al. (1992) encontraram maior porcentagem de gordura e menor de proteína nas carcaças de frangos de corte, quando suplementaram a dieta com 15% a mais de lisina e metionina. A forma pela qual ocorreu uma redução na gordura e um aumento na deposição de proteína, bem como uma melhora na eficiência de deposição de proteína na carcaça no presente estudo não é clara, possivelmente tenha sido resultado do maior direcionamento da energia para a deposição de tecido magro.

O fato das exigências terem sido, em grande parte, determinadas em função do ganho de peso e da conversão alimentar, de certa forma têm levado a dietas menos adequadas para maximização do crescimento de tecido

magro. A lisina e os aminoácidos sulfurados têm mostrado exercer um efeito específico sobre a composição corporal. A determinação das exigências destes aminoácidos tem mostrado serem maiores para o rendimento de carne de peito do que para o máximo ganho de peso (Hickling et al., 1990, Moran & Bilgili, 1990, Schutte & Pack, 1995). Um aumento no nível de lisina, acima do nível recomendado pelo NRC (1994), parece incrementar a deposição de proteína e reduzir a deposição de gordura na carcaça de frangos de corte.

TABELA 14. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a proteína bruta retida (PBr) e a gordura bruta retida (GBr) na carcaça e a eficiência de retenção da proteína bruta consumida (PBc) em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas		
		PBr (g/kg <sup>0,75</sup> /d)	GBr (g/kg <sup>0,75</sup> /d)	Efic.ret.PBc (g/g)
Relação <sup>1</sup>	Padrão	7,93 b	8,02	0,39 b
	Alta Lis	8,69 a	7,30	0,44 a
	Alta Met+Cis	8,38 ab	7,65	0,42 ab
Nível	92	7,96	7,76	0,40
	100	8,20	7,73	0,41
	108	8,60	7,52	0,43
	115	8,58	7,63	0,43
Probabilidade				
Relação		0,034	0,232	0,019
Nível		0,157	0,955	0,101
Relação x Nível		0,892	0,255	0,933

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste de Tukey.

TABELA 15. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a composição da carcaça (PB, GB e Água) de frangos de corte de 42 dias de idade.

Efeito		Respostas		
		PB (%)	GB (%)	Água (%)
Relação <sup>1</sup>	Padrão	16,57 b	15,04 a	62,85
	Alta Lis	17,18 a	13,86 b	62,99
	Alta Met+Cis	16,92 ab	14,54 ab	62,98
Nível	92	16,54	14,53	62,84
	100	17,09	14,96	62,25
	108	17,05	14,20	63,16
	115	16,89	14,25	63,52
Probabilidade				
Relação		0,036	0,055	0,955
Nível		0,162	0,478	0,216
Relação x Nível		0,321	0,357	0,193

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

A análise fatorial dos resultados mostrou que não houve efeito dos níveis de aminoácidos das dietas sobre as respostas da composição da carcaça. Entretanto, Scheuermann & Mazzuco (1996) mostraram um aumento no conteúdo percentual de proteína e uma redução da gordura na carcaça de frangos de corte em função do aumento dos níveis de aminoácidos essenciais da dieta, níveis que variaram de 100 a 120% da recomendação do NRC (1994). O mesmo efeito foi demonstrado por Leeson (1995) na deposição de carne de peito, em que a suplementação de aminoácidos aumentou o conteúdo de proteína e reduziu o teor de gordura.

O processo contínuo de síntese e degradação de proteína sem alterar o conteúdo de proteína chamamos de *turnover* protéico. Quando a taxa de síntese protéica excede a taxa de degradação ocorre um aumento na deposição de proteína. Em frangos de crescimento rápido, mais de 75% dos aminoácidos utilizados para síntese de proteína, são provenientes da degradação protéica e não da dieta (Klasing, 1998). Entretanto, a proteólise

parece ser deficiente em metionina, considerando as necessidades para síntese protéica (Muramatsu, 1990). Existem evidências bioquímicas de que a taxa de oxidação da metionina é muito maior do que a dos outros aminoácidos (Kino & Okumura, 1987). Além disso, metionina e cistina são importantes constituintes das proteínas das penas. Uma vez sintetizadas não retornam mais ao *pool* de aminoácidos livres para resíntese de outras proteínas. Sendo assim, a necessidade de aminoácidos sulfurados aumenta (Muramatsu, 1990). Talvez isso possa explicar porque a suplementação com metionina acima do nível recomendado (tratamentos 9, 10, 11 e 12), diferentemente da suplementação com lisina (tratamentos 5, 6, 7 e 8), não teve efeito sobre a composição corporal.

#### **4.3.3 Composição das vísceras**

Os resultados de retenção de energia, proteína e gordura nas vísceras, são apresentados na tabela 16 (Apêndices 37, 38 e 39). As diferentes relações entre os aminoácidos metionina e lisina e o incremento dos níveis destes aminoácidos nas dietas não influenciaram a composição e a retenção de energia nas vísceras.

TABELA 16. Efeito das relações e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a energia bruta retida (EBr), a proteína bruta retida (PBr) e a gordura bruta retida (GBr) nas vísceras de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas		
		EBr (kcal/kg <sup>0,75</sup> /d)	PBr (g/kg <sup>0,75</sup> /d)	GBr (g/kg <sup>0,75</sup> /d)
Relação	Padrão	11,85	0,52	0,93
	Alta Lis	11,08	0,51	0,86
	Alta Met+Cis	10,82	0,59	0,80
Nível	92	11,46	0,55	0,90
	100	11,45	0,53	0,90
	108	10,38	0,52	0,76
	115	11,80	0,57	0,90
Probabilidade				
Relação		0,488	0,245	0,433
Nível (Covariável)		0,985	0,666	0,735
Coeficiente		0,000839	0,000985	-0,00168

#### 4.3.4 Composição corporal

Os resultados da composição corporal total são apresentados nas Tabelas 17, 18 e 19 (Apêndices 40 a 46). A retenção de energia, proteína e gordura e as eficiências da retenção de energia metabolizável consumida e de proteína consumida não foram afetadas pelas relações entre lisina e metionina+cisteína e pelos níveis de aminoácidos da dieta. Entretanto, a conversão da lisina e da metionina ingeridas em proteína retida foram afetadas. Os tratamentos com alta lisina ou alta metionina+cisteína foram menos eficientes ( $P < 0,01$ ) em converter a lisina e a metionina consumidas em proteína retida, respectivamente. O incremento dos níveis de aminoácidos na dieta afetaram de forma negativa ( $P < 0,01$ ) a eficiência de conversão da lisina e metionina ingeridas.

TABELA 17. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a energia bruta corporal retida (EBr) e a eficiência de retenção da EMAC em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas	
		EBr (kcal/kg <sup>0,75</sup> /d)	Efic.ret.EMAc (kcal/kcal)
Relação	Padrão	152	0,45
	Alta Lis	148	0,44
	Alta Met+Cis	148	0,44
Nível	92	149	0,44
	100	149	0,44
	108	149	0,45
	115	150	0,45
Probabilidade			
Relação		0,517	0,932
Nível		0,997	0,760
Relação x Nível		0,156	0,490

TABELA 18. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a proteína bruta corporal retida (PBr) e a gordura bruta corporal retida (GBr) e a eficiência de retenção da proteína bruta consumida (PBc) em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas		
		PBr (g/kg <sup>0,75</sup> /d)	GBr (g/kg <sup>0,75</sup> /d)	Efic.ret.PBc (g/g)
Relação	Padrão	12,06	8,96	0,60
	Alta Lis	12,57	8,16	0,63
	Alta Met+Cis	12,03	8,53	0,60
Nível	92	11,91	8,76	0,59
	100	12,00	8,63	0,60
	108	12,61	8,27	0,63
	115	12,36	8,53	0,62
Probabilidade				
Relação		0,172	0,169	0,060
Nível		0,194	0,773	0,098
Relação x Nível		0,624	0,157	0,863

TABELA 19. Efeito da relação e dos níveis de aminoácidos da dieta sobre a conversão da lisina e metionina consumidas em proteína corporal em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Efeito		Respostas	
		Cons.Lis/PBr (g/g)	Cons.Met/PBr (g/g)
Relação <sup>1</sup>	Padrão	0,093 b	0,039 b
	Alta Lis	0,103 a	0,036 b
	Alta Met+Cis	0,092 b	0,048 a
Nível <sup>1</sup>	92	0,086 a	0,035 a
	100	0,095 b	0,040 b
	108	0,097 b	0,042 b
	115	0,106 c	0,047 c
Probabilidade			
Relação		<0,001	<0,001
Nível		<0,001	<0,001
Relação x Nível		0,838	0,739

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05).

#### 4.4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode ser concluído que:

- O aumento na retenção e na eficiência de retenção da proteína e a redução de gordura na carcaça em função do aumento da relação lisina/metionina+cisteína na dieta sugerem que é possível melhorar a qualidade da carcaça de frangos de corte usando níveis de aminoácidos essenciais acima dos recomendados pelo NRC (1994).

- A eficiência de conversão da lisina e metionina consumidas em proteína corporal foi afetada pela variação das relações lisina/metionina+cisteína da dieta e diminuiu a medida que aumentava o consumo destes aminoácidos.

- A relação entre lisina/metionina da dieta pode ter influência significativa no desempenho e na composição da carcaça dos frangos de corte.



## 5. CONCLUSÕES

Os resultados gerados nas condições experimentais permitem as seguintes conclusões:

- A aproximação da relação energia:proteína ideal tem perspectivas interessantes na melhoria das carcaças de frangos de corte, mas o ajuste e/ou controle do consumo de alimento pelos frangos de corte deve ser melhor conhecido.

- A relação entre aminoácidos essenciais pode ter influência significativa no desempenho e na composição de carcaça dos frangos de corte.

- É importante o conhecimento da eficiência da utilização dos nutrientes da dieta para maximizar a produção de carne magra, uma vez que existem diferenças na utilização da energia metabolizável aparente da dieta entre as diferentes fontes de energia.

- O efeito da suplementação de L-carnitina em dietas de frangos de corte necessita de mais estudos, uma vez que os resultados da literatura são inconcipientes.

- Se a proteína não for limitante na dieta de frangos de corte em crescimento, um maior aporte de energia na dieta resultará não somente em um aumento na retenção de gordura mas também em um pequeno acréscimo na retenção de proteína corporal.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, M.; SHIMADA, A.; AVILA, S. Metabolizable and net energy values of cassava meal for chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.58, p.694-698, 1979.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 12. ed. Washington: Willian Horwitz, 1984. 1094p.
- BARKER, D.L.; SELL, J.L. Dietary carnitine did not influence performance and carcass composition of broiler chickens and young turkeys fed low- or high-fat diets. **Poultry Science**, Champaign v.73, p.281-287, 1994.
- BLAXTER, K. **Energy metabolism in animals and man**. New York: Cambridge University, 1989. 336p.
- BOEKHOLT, H.A. et al. Effect dietary energy restriction on retention of protein, fat and energy in broilers chickens. **British Poultry Science**, London, v. 35, p. 603-614, 1994.
- BURLACU, G. et al. Efficiency of the energy of starch in birds. In: BLAXTER, K.L. **Energy Metabolism in animals and man**. New York: Cambridge University, 1971. p.369-375.
- BURLACU, G. et al. Efficiency of utilization of the energy of starch in birds. In: SYMPOSIUM HELD AT WARSAW, 4, 1967, Poland. **Proceedings...** Poland:[s.n.], 1967. p. 369-375.
- CABEL, M.C.; WALDROUP, P.W. Effect of dietary level and length of feeding on performance and abdominal fat content of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p. 1550-1558, 1991.
- CARTWRIGHT, AL. Effect of carnitine and dietary energy concentration on body weight and body lipid of growing broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.65, p. 21, 1986.
- D'MELLO, J.P.F. **Amino Acid in Farm Animal Nutrition**. Wallingford: Cab International, 1994. 416 p. Cap. 4: Amino acid imbalances, antagonisms and toxicities.

- DARI, R.L. **Uso de aminoácidos digestíveis e do conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte**. 1996, 146 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- DE GROOTE, G. Net energy systems for chickens. GEORGIA NUTRITION CONFERENCE, 1975, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta:[s.n.], 1975. p.9-30.
- DEATON, J.W. et al. Abdominal fat of broilers as influenced by dietary level of animal fat. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, p. 1250-1253, 1981.
- DONALDSON, W.E. Lipogenesis and body fat in chicks: effects of calorie-protein ratio and dietary fat. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, p. 1199-1204, 1985.
- EDWARDS, H.M. Jr. et al. Influences of age, sex and type of dietary fat supplementation on total carcass and fatty acid composition. **Poultry Science**, Champaign, v. 52, p. 934-948, 1973.
- EMMANS, G.C. Growth, body composition and feed intake. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 43, p.208-227, 1987.
- FARREL, D.J. General principles and assumptions of calorimetry. In: MORRIS, T.R.; FREEMAN, B.M. (Ed.). **Energy requirements of poultry**. Edinburgh: British Poultry Science, 1974. p. 1-23.
- FIRMAN, J.D.; BOLING, S.D. Ideal protein in turkeys. **Poultry Science**, Pehovot, Israel, v. 77, p. 105-110, 1998.
- FISHER, C. Fat deposition in broilers. In: WISEMAN, J. **Fats in animal nutrition**. London: Butterworths., 1984. p. 437-470.
- FISHER, C. The impact of amino acids on carcass quality in broilers. DEGUSSA TECHNICAL SYMPOSIUM, 1993, Fayetteville, Arkansas [S.l.:s.n], 1993. p. 14-16.
- GOUS, R.M. Making progress in the nutrition of broilers. **Poultry Science**, Pehovot, Israel, v. 77, p. 111-117, 1998.
- GUILLAUME, J.; SCHEELE, C.W.; KUSSAIBATI, R. In: SYMPOSIUM ON ENERGY METABOLISM HELD AT CHURCHILL COLLEGE, 8, 1979, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge:[s.n.], 1979. p. 37-41.
- HICKLING, D. M.; GUENTER, M.; JACKSON, M.E. The effect of dietary methionine and lysine on broiler chicken performance and breast meat yield. **Canadian Journal Animal Science**, Ottawa, v.70, p.673-678,1990.

- HUYGHEBAERT, G.; PACK, M. Effects of dietary protein content and addition of nonessential amino acids on the response of broiler chicks to dietary sulfur amino acids. WPSA EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 11, 1994, Glasgow. **Proceedings...** Glasgow:[s.n.], 1994. p. 465-466.
- HUYGHEBAERT, G. et al. The utilisation of the metabolisable energy from carbohydrates and fats by broiler chicks. In: EAAP SYMPOSIUM ON THE ENERGY METABOLISM OF FARM ANIMALS, Lunteren, Netherlands, 11, 1989. **Proceedings...** Lunteren, Netherlands:[s.n.], 1989. p.9-12.
- JACKSON, S.; SUMMERS, J.D.; LEESON, S. Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, p. 2224-2231, 1982.
- JENSEN, L.S.; SCHUMAIER, G.W.; LATSHAW, J.D. "Extra caloric" effect of dietary fat for developing turkeys as influenced by calorie-protein ratio. **Poultry Science**, Champaign, v. 49, p. 1697, 1970. Resumo.
- JOHNSON, D. E.; CROWNOVER, J. C. Maintenance energy requirements of lean vs. Obese growing chicks at equal age and body energy. In: VERMOREL, M. **Energy Metabolism**. [S.l.:s.n.],1976. p. 121-124.
- KESSLER, A.M.; BRUGALLI, I. Recentes avanços do efeito da nutrição no crescimento específico de componentes da carcaça de frangos de corte. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE TECNOLOGIA DE PROCESSAMENTO E QUALIDADE DA CARNE DE AVES, 1999, Concórdia. **Resumos...** Concórdia:[s.n.], 1999. p.1-19.
- KINO, K.; OKUMURA, J. The different degradation rates of deficient amino acids in chicks fed a histidine-or methionine plus cystine-free diet. **Nutrition Reports International**, Los Altos, v.36, p. 781-790. 1987.
- KITA, K. et al. Influence of dietary non-protein energy intake on whole-body protein turnover in chicks. **British Journal of Nutrition**, London, v. 61, p. 235-244, 1989.
- KLASING, C. K. **Comparative avian nutrition**. New York: Cab International, 1998. 350p.
- KLEIN, C.H.; KESSLER, A.M.; PENZ Jr, A.M. Efeito da forma física da ração sobre alguns parâmetros de metabolismo energético de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.482-483.
- KOLLING, A. V. **Efeito da relação calórico protéica da dieta sobre as curvas de crescimento corporal de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade**. 2001. 116 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de

Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

- LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**. Nottingham: Nottingham University , 1994. 305p.
- LATOUR, M.A. et al. The effects of dietary on growth performance, carcass composition, and feed efficiency in the broiler chick. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p.1362-1369, 1994.
- LAURIN, D.E. et al. Effect of dietary-fat supplementation on the carcass composition of 3 Genetic lines of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, p. 2131-2135, 1984.
- LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, Pehovot, Israel, v.77, p.118-123, 1998.
- LECZNIESKI, J.L. **Efeito da forma física e do nível de energia na ração sobre o desempenho, composição corporal e a utilização da energia em frangos**. 1997. 108 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- LEESON, S. Nutrição e qualidade da carcaça de frangos de corte. CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: APINCO, 1995. p. 111-118.
- LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J.D. Broiler response to diet energy. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, p. 529-535, 1996.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2. ed. Guelph: University Books, 1997. 350p.
- LEVEILLE, G.A. et al. Lipid biosynthesis in the chick. A consideration of site of synthesis, influence of diet and possible regulatory mechanisms. **Poultry Science**, Champaign, v. 54, p. 1075-1093, 1975.
- LIN, C.Y. Relationship between increased body weight and fat deposition in broilers. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 37, p.106-110, 1981.
- MACLEOD, M.G. Energy and nitrogen intake, expenditure and retention at 20° in growing fowl given diets with a wide range of energy and protein contents. **British Journal of Nutrition**, London, v.64, p.625-637, 1990.
- McLEOD, J.A. Nutritional factors influencing carcasse fat in broilers - A review. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 38, p.195-200, 1982.

- MORAN, E.T.; BILGILI, S.F. Processing losses, carcass yield quality, and meat yields of broiler chickens receiving diets marginally deficient to adequate in lysine prior to marketing. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, p. 702-710, 1990.
- MURAMATSU, T. Nutrition and whole-body protein turnover in the chicken in relation to mammalian species. **Nutrition Research Reviews**, Wallingford, v.3, p. 211-228, 1990.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9. ed. Washington, D.C: National Academic Press, 1994. 155p.
- NIETO, R. et al. Effect of dietary protein quality on energy metabolism in growing chickens. **British Journal of Nutrition**, London, v.74, p.163-172. 1995.
- PACK, M.; SCHUTTE, J.B. Sulfur amino acid requirement of broiler chicks from fourteen to thirty-eight days of age. 2. Economical evaluation. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, p. 488-493, 1995.
- PARR INSTRUMENTS CO. **Instrutions for the 1241 and 1242 adiabatic calorimeters**. Moline:[s.n.], 1984. 29p. (Parr Manual, 153).
- PIRGOZLIEV, V.; ROSE, S.P. Net energy systems for poultry feeds: a quantitative review. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v.55, p.23-36, 1999.
- PLAVNIK, I. et al. The response of broiler chickens and turkey poults to steam-pelleted diets supplemented with fat or carbohydrates. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p.1006-1013, 1997.
- RABIE, M.H.; SZILÁGYI, M. Effects of L-Carnitina supplementation of diets differents in energy levels on performance, abdominal fat content, and yield and composition of edible meat of broilers. **British Journal of Nutrition**, London, v.80, p.391-400, 1998.
- RABIE, M.H. et al. Influence of dietary L-carnitine on performance and carcass quality of broiler chickens. **Acta Biologica Hungarica**, Budapest, v.48, p.241-252, 1997.
- ROSEBROUGH, R.W.; STEELE, N.C. Energy and protein relationships in the broiler. 1. effect of protein levels and feeding regimens on growth, body composition and in vitro lipogenesis of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, p. 119-126, 1985.
- SAADOUN, A.; LECLERCQ, B. In vivo lipogenesis of genetically lean and fat chicks: effects of nutritional state and dietary fat. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 117, p. 428-435, 1987.

- SCHEUERMANN, G.N.; MAZZUCO, H. Restrição alimentar de aminoácidos em dietas de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: APINCO, 1996. p.48.
- SCHUTTE, J. B.; PACK, M. Sulfir amino acid requirement of broiler chicks from 14 to 38 days of age. 1. Performance and carcass yield. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, p. 480-487, 1995.
- SIBBALD, I.R.; WOLYNETZ, M.S. Effects of dietary lysine and feed intake on energy utilization and tissue synthesis by broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.65, p.98-105, 1986.
- SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 62, p. 983-1048, 1982.
- SPRATT, R.S. et al. Energy metabolism of broiler breeder hens. 1. The partition of dietary energy intake. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, p. 1339-1347, 1990.
- STATISTIX for windows: user's manual. Tallahassee, F1.: Analytical Software, 1996. 333p.
- SUMMERS, J.D.; SPRATT, D.; ATKINSON, J.L. Broiler weight gain and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy, and protein level. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 263-273, 1992.
- TANAKA, K.; OHTANI, S.; SHIGENO, K. Effect of increasing dietary energy on hepatic lipogenesis in growing chicks. II. Increasing energy by fat or protein supplementation. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, p. 452-458, 1983.
- TESSERAUD, S. et al. Dietary lysine deficiency greatly affects muscle and liver protein turnover in growing chickens. **British Journal of Nutrition**, London, v.75, p.853-865, 1996.
- WOLYNETZ, M.S.; SIBBALD, I.R. Need for comparative slaughter experiments in poultry research. **Poultry Science**, Canadá, v. 66, p. 1961-1972. 1987.
- WOLYNETZ, M.S.; SIBBALD, I.R. Prediction of initial carcass composition in comparative slaughter experiments. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 681-687. 1985.
- YEH, Y.Y., LEVEILLE, G.A. Effect of dietary protein on hepatic lipogenesis in the growing chick. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 98, p. 356-366, 1969.

## 7. APÊNDICES

APÊNDICE 1. Quantidades diárias ofertadas de ração (g/ave), segundo o nível energético da ração (%), com base nas recomendações de consumo, à vontade, sugeridas pelo manual da linhagem Ross (Experimento 1)

Idade (dias)	C.R. <sup>1</sup>	Basal	Tratamentos 1 a 6 e 13 a 18						Tratamentos 7 a 12 e 19 a 24					
		57	65,6	74,2	82,8	91,4	100	108,6	65,6	74,2	82,8	91,4	100	108,6
		(g)												
21	102	61,1	68,3	75,5	82,7	89,9	97,1	104,3	66,3	72,0	77,8	83,5	89,3	95,0
22	106	63,5	71,0	78,5	86,0	93,4	100,9	108,4	68,9	74,9	80,8	86,8	92,8	98,8
23	110	65,9	73,7	81,4	89,2	97,0	104,7	112,5	71,5	77,7	83,9	90,1	96,3	102,5
24	114	68,3	76,4	84,4	92,4	100,5	108,5	116,6	74,1	80,5	86,9	93,4	99,8	106,2
25	118	70,7	79,0	87,4	95,7	104,0	112,3	120,7	76,7	83,3	90,0	96,6	103,3	109,9
26	122	73,1	81,7	90,3	98,9	107,5	116,2	124,8	79,3	86,2	93,0	99,9	106,8	113,7
27	126	75,5	84,4	93,3	102,2	111,1	120,0	128,8	81,9	89,0	96,1	103,2	110,3	117,4
28	129	77,3	86,4	95,5	104,6	113,7	122,8	131,9	83,8	91,1	98,4	105,6	112,9	120,2
29	133	79,7	89,1	98,5	107,9	117,2	126,6	136,0	86,4	93,9	101,4	108,9	116,4	123,9
30	136	81,5	91,1	100,7	110,3	119,9	129,5	139,1	88,4	96,0	103,7	111,4	119,0	126,7
31	140	83,9	93,8	103,7	113,5	123,4	133,3	143,2	91,0	98,9	106,8	114,7	122,5	130,4
32	143	85,7	95,8	105,9	116,0	126,1	136,1	146,2	92,9	101,0	109,0	117,1	125,2	133,2
33	147	88,1	98,5	108,8	119,2	129,6	140,0	150,3	95,5	103,8	112,1	120,4	128,7	137,0
34	151	90,5	101,1	111,8	122,4	133,1	143,8	154,4	98,1	106,6	115,1	123,7	132,2	140,7
35	154	92,3	103,1	114,0	124,9	135,7	146,6	157,5	100,1	108,7	117,4	126,1	134,8	143,5
36	157	94,1	105,2	116,2	127,3	138,4	149,5	160,6	102,0	110,9	119,7	128,6	137,4	146,3
37	160	95,9	107,2	118,5	129,7	141,0	152,3	163,6	104,0	113,0	122,0	131,0	140,1	149,1
38	163	97,7	109,2	120,7	132,2	143,7	155,2	166,7	105,9	115,1	124,3	133,5	142,7	151,9
39	166	99,5	111,2	122,9	134,6	146,3	158,0	169,8	107,9	117,2	126,6	135,9	145,3	154,7
40	168	100,7	112,5	124,4	136,2	148,1	159,9	171,8	109,2	118,6	128,1	137,6	147,1	156,5
41	171	102,5	114,5	126,6	138,7	150,7	162,8	174,9	111,1	120,8	130,4	140,0	149,7	159,3
42	173	103,7	115,9	128,1	140,3	152,5	164,7	176,9	112,4	122,2	131,9	141,7	151,4	161,2

<sup>1</sup>C.R.: Consumo recomendado pelo manual da linhagem.



APÊNDICE 2. Temperatura e umidade relativa do ar registradas durante o experimento 1.

DATA	IDADE (dias)	TEMPERATURA (°C)		UMIDADE RELATIVA (%)	
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
11/1	21	27,2	22,5	86	61
12/1	22	25,8	22,2	87	68
13/1	23	30	22,7	86	57
14/1	24	26,6	19,3	87	74
15/1	25	27	17,2	84	54
16/1	26	28,7	19,8	84	46
17/1	27	28	22,3	84	62
18/1	28	31,8	25,4	81	57
19/1	29	27,3	24,4	86	61
20/1	30	27,2	24,3	85	61
21/1	31	28,6	25,8	83	54
22/1	32	31,1	23,4	84	65
23/1	33	27,1	23,8	86	60
24/1	34	-	-	-	-
25/1	35	28,6	25,2	85	53
26/1	36	30,4	25,8	82	57
27/1	37	27,5	23,4	83	63
28/1	38	27,5	25	81	58
29/1	39	27,2	24,3	89	72
30/1	40	29,5	23,1	90	66
31/1	41	26,5	24	83	61
b1/2	42	27,6	23,2	79	61
2/2	43	27,8	20,8	82	63
Média		28	25	83	62

APÊNDICE 3. Composição corporal dos frangos abatidos no início do experimento (21 dias de idade), para a técnica do abate comparativo (Experimento 1).

Ave	Peso (g)	MS (%)	PB (%)	GB (%)	CZ (%)	EB (kcal/kg)
01	691	30,28	15,88	10,67	4,43	1902
02	689	31,51	16,52	11,40	6,37	2007
03	692	30,41	15,94	10,53	6,51	1892
04	681	29,80	15,62	9,79	6,20	1804
05	672	27,52	14,43	9,07	5,95	1670
Média	685	29,90	15,68	10,29	5,89	1855

APÊNDICE 4. Análise de variância para consumo de ração (g) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	168045	168045	18,72	0,0001
Carnitina	1	897,467	897,467	0,10	0,7532
Nível	5	5298630	1059726	118,08	0,0000
Fonte x Carnitina	1	1369,39	1369,39	0,15	0,6978
Fonte x Nível	5	22144,9	4428,97	0,49	0,7795
Carnitina x Nível	5	10385,3	2077,06	0,23	0,9469
Fonte x Carnitina x Nível	5	25876,8	5175,37	0,58	0,7175
Resíduo	48	430781	8974,60		
TOTAL	72	5958130			

APÊNDICE 5. Análise de variância para ganho de peso (g) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	142578	142578	23,80	0,0000
Carnitina	1	6,72222	6,72222	0,00	0,9734
Nível	5	987016	197403	32,95	0,0000
Fonte x Carnitina	1	8668,06	8668,06	1,45	0,2349
Fonte x Nível	5	109707	21941,4	3,66	0,0069
Carnitina x Nível	5	24507,8	4901,56	0,82	0,5427
Fonte x Carnitina x Nível	5	15237,1	3047,42	0,51	0,7682
Resíduo	48	287534	5990,29		
TOTAL	72	1575254			

APÊNDICE 6. Análise de variância para conversão alimentar (g/g) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	0,60740	0,60740	92,13	0,0000
Carnitina	1	7,464E-04	7,464E-04	0,11	0,7380
Nível	5	0,27835	0,05567	8,44	0,0000
Fonte x Carnitina	1	0,00870	0,00870	1,32	0,2562
Fonte x Nível	5	0,13438	0,02688	4,08	0,0036
Carnitina x Nível	5	0,01947	0,00389	0,59	0,7071
Fonte x Carnitina x Nível	5	0,03724	0,00745	1,13	0,3576
Resíduo	48	0,31646	0,00659		
TOTAL	72	1,40274			

APÊNDICE 7. Análise da regressão do ganho de peso (g) em relação ao consumo de energia metabolizável (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d).

Variável Preditora		Coeficiente	Erro Padrão	Student's T	P	VIF
Amido	Constante	1246,01	70,3181	17,72	<0,0001	
	Linear	-12,2125	2,78624	-4,38	<0,0001	2001,1
	Quadrática	0,08100	0,02004	4,04	0,0001	8842,4
	Cúbica	-1,283E-04	3,513E-05	-3,65	0,0005	2505,0
Amido+Óleo	Linear	-15,0802	3,93280	-3,83	0,0003	4126,3
	Quadrática	0,09603	0,02874	3,34	0,0014	19340,5
	Cúbica	-1,426E-04	5,060E-05	-2,82	0,0063	5615,1
<b>R<sup>2</sup></b>	0,81					
<b>CV</b>	75,28					
Causas de Variação		GL	SQ	QM	F	P
Regressão		6	1662971	277162	48,91	<0,0001
Resíduo		68	385313	5666,36		
Total		74	2048284			

APÊNDICE 8. Análise da regressão da conversão alimentar (g/g) em relação ao consumo de energia metabolizável (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d).

Variável Preditora		Coeficiente	Erro Padrão	Student's T	P	VIF
Amido	Constante	1,52980	0,06797	22,51	<0,0001	
	Linear	6,542E-05	5,314E-04	0,12	0,9024	51,8
	Quadrática	4,351E-06	1,518E-06	2,87	0,0055	36,2
	Cúbica					
Amido+Óleo	Linear	6,233E-04	2,328E-04	2,68	0,0092	10,3
	Quadrática					
	Cúbica					
<b>R<sup>2</sup></b>	0,61					
<b>CV</b>	0,089					
Causas de Variação		GL	SQ	QM	F	P
Regressão		6	0,90057	0,30019	37,74	<0,0001
Resíduo		68	0,56472	0,00795		
Total		74	1,46529			

APÊNDICE 9. Análise de variância para energia metabolizável aparente consumida aparente (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	524,315	524,315	2,96	0,0919
Carnitina	1	200,905	200,905	1,13	0,2923
Nível	5	62692,4	12538,5	70,75	0,0000
Fonte x Carnitina	1	26,6370	26,6370	0,15	0,7000
Fonte x Nível	5	379,980	75,9961	0,43	0,8263
Carnitina x Nível	5	741,860	148,372	0,84	0,5300
Fonte x Carnitina x Nível	5	775,393	155,079	0,88	0,5050
Resíduo	48	8507,03	177,230		
TOTAL	72	73848,5			

APÊNDICE 10. Análise de variância para energia bruta retida na carcaça (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	1442,88	1442,88	20,58	0,0000
Carnitina	1	37,8014	37,8014	0,54	0,4663
Nível	5	28971,6	5794,33	82,66	0,0000
Fonte x Carnitina	1	220,230	220,230	3,14	0,0827
Fonte x Nível	5	378,905	75,7810	1,08	0,3828
Carnitina x Nível	5	118,251	23,6502	0,34	0,8878
Fonte x Carnitina x Nível	5	301,069	60,2139	0,86	0,5155
Resíduo	48	3364,83	70,1006		
TOTAL	72	34835,6			

APÊNDICE 11. Análise de variância para eficiência de retenção na carcaça da energia metabolizável consumida acima da manutenção (kcal/kcal) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	0,01091	0,01091	20,15	0,0000
Carnitina	1	0,00116	0,00116	2,15	0,1495
Nível	5	0,11181	0,02236	41,31	0,0000
Fonte x Carnitina	1	0,00298	0,00298	5,51	0,0230
Fonte x Nível	5	0,00333	6,662E-04	1,23	0,3095
Carnitina x Nível	5	0,00198	3,958E-04	0,73	0,6036
Fonte x Carnitina x Nível	5	7,389E-04	1,478E-04	0,27	0,9257
Resíduo	48	0,02599	5,414E-04		
TOTAL	72	0,15890			

APÊNDICE 12. Análise de variância para proteína bruta retida na carcaça (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	0,32094	0,32094	1,08	0,3032
Carnitina	1	0,00178	0,00178	0,01	0,9386
Nível	5	9,09746	1,81949	6,14	0,0002
Fonte x Carnitina	1	0,65247	0,65247	2,20	0,1444
Fonte x Nível	5	1,51736	0,30347	1,02	0,4140
Carnitina x Nível	5	1,15397	0,23079	0,78	0,5698
Fonte x Carnitina x Nível	5	1,52481	0,30496	1,03	0,4112
Resíduo	48	14,2216	0,29628		
TOTAL	72	28,4904			

APÊNDICE 13. Análise de variância para gordura bruta retida na carcaça (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	13,6890	13,6890	21,87	0,0000
Carnitina	1	0,39524	0,39524	0,63	0,4308
Nível	5	273,011	54,6023	87,22	0,0000
Fonte x Carnitina	1	1,19327	1,19327	1,91	0,1738
Fonte x Nível	5	2,85077	0,57015	0,91	0,4820
Carnitina x Nível	5	1,48846	0,29769	0,48	0,7927
Fonte x Carnitina x Nível	5	3,37735	0,67547	1,08	0,3839
Resíduo	48	30,0484	0,62601		
TOTAL	72	326,054			

APÊNDICE 14. Análise de variância para eficiência de retenção na carcaça da proteína bruta consumida (g/g) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	5,180E-04	5,180E-04	0,84	0,3644
Carnitina	1	5,866E-05	5,866E-05	0,09	0,7593
Nível	5	0,07393	0,01479	23,93	0,0000
Fonte x Carnitina	1	0,00194	0,00194	3,14	0,0830
Fonte x Nível	5	0,00368	7,360E-04	1,19	0,3276
Carnitina x Nível	5	0,00304	6,072E-04	0,98	0,4380
Fonte x Carnitina x Nível	5	0,00547	0,00109	1,77	0,1371
Resíduo	48	0,02966	6,179E-04		
TOTAL	72	0,11829			

APÊNDICE 15. Análise de variância para EBr (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) nas vísceras, no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	13,8270	13,8270	6,22	0,0226
Carnitina	1	17,1522	17,1522	7,72	0,0124
Fonte x Carnitina	1	0,71829	0,71829	0,32	0,5767
Resíduo	18	39,9967	2,22204		
TOTAL	21	71,6943			

Nível (covariável)	Coeficiente	P
	0,13245	<0,0001

APÊNDICE 16. Análise de variância para PBr (g/kg<sup>0,75</sup>/d) nas vísceras, no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	0,01383	0,01383	1,59	0,2233
Carnitina	1	0,0004937	0,0004973	0,06	0,8143
Fonte x Carnitina	1	0,00994	0,00994	1,14	0,2990
Resíduo	18	0,15642	0,00869		
TOTAL	21	0,18068			

Nível (covariável)	Coeficiente	P
	-0,00448	0,0032

APÊNDICE 17. Análise de variância para GBr (g/kg<sup>0,75</sup>/d) nas vísceras, no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	0,10548	0,10548	5,98	0,0250
Carnitina	1	0,18251	0,18251	10,35	0,0048
Fonte x Carnitina	1	0,0009077	0,0009077	0,05	0,8231
Resíduo	18	0,31754	0,01764		
TOTAL	21	0,60643			

Nível (covariável)	Coeficiente	P
	0,01679	<0,0001

APÊNDICE 18. Análise de variância para energia bruta retida corporal (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	1498,26	1498,26	8,91	0,0045
Carnitina	1	2,20581	2,20581	0,01	0,9093
Nível	5	36030,5	7206,09	42,84	0,0000
Fonte x Carnitina	1	1,78777	1,78777	0,01	0,9183
Fonte x Nível	5	469,276	93,8552	0,56	0,7315
Carnitina x Nível	5	164,988	32,9977	0,20	0,9625
Fonte x Carnitina x Nível	5	544,983	108,997	0,65	0,6643
Resíduo	48	8073,72	168,202		
TOTAL	72	46785,7			

APÊNDICE 19. Análise de variância para eficiência de retenção corporal da energia metabolizável consumida acima da manutenção (kcal/kcal) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	0,00911	0,00911	4,30	0,0435
Carnitina	1	1,551E-04	1,551E-04	0,07	0,7879
Nível	5	0,11313	0,02263	10,68	0,0000
Fonte x Carnitina	1	7,449E-07	7,449E-07	0,00	0,9851
Fonte x Nível	5	0,00437	8,741E-04	0,41	0,8376
Carnitina x Nível	5	0,00629	0,00126	0,59	0,7047
Fonte x Carnitina x Nível	5	0,00755	0,00151	0,71	0,6166
Resíduo	48	0,10167	0,00212		
TOTAL	72	0,24227			

APÊNDICE 20. Análise de variância para proteína bruta retida corporal (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	0,09252	0,09252	0,09	0,7683
Carnitina	1	2,60757	2,60757	2,47	0,1223
Nível	5	8,69371	1,73874	1,65	0,1649
Fonte x Carnitina	1	0,03482	0,03482	0,03	0,8565
Fonte x Nível	5	2,96117	0,59223	0,56	0,7285
Carnitina x Nível	5	2,63696	0,52739	0,50	0,7743
Fonte x Carnitina x Nível	5	11,9190	2,38380	2,26	0,0631
Resíduo	48	50,5763	1,05367		
TOTAL	72	79,5221			

APÊNDICE 21. Análise de variância para gordura bruta retida corporal (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Fonte	1	14,3197	14,3197	13,72	0,0005
Carnitina	1	0,34755	0,34755	0,33	0,5666
Nível	5	352,426	70,4852	67,55	0,0000
Fonte x Carnitina	1	0,06705	0,06705	0,06	0,8010
Fonte x Nível	5	3,66646	0,73329	0,70	0,6241
Carnitina x Nível	5	1,34549	0,26910	0,26	0,9337
Fonte x Carnitina x Nível	5	3,11826	0,62365	0,60	0,7018
Resíduo	48	50,0864	1,04347		
TOTAL	72	425,377			

APÊNDICE 22. Quantidades diárias ofertadas de ração (g/ave), com base nas recomendações de consumo, à vontade, sugeridas pelo manual da linhagem Ross (Experimento 2).

Idade (dias)	Oferta de ração (g/ave)
21	102
22	106
23	110
24	114
25	118
26	122
27	126
28	129
29	133
30	136
31	140
32	143
33	147
34	151
35	154
36	157
37	160
38	163
39	166
40	168
41	171
42	173



APÊNDICE 23. Temperatura e umidade relativa do ar registradas durante o experimento 2.

DATA	IDADE (dias)	TEMPERATURA (°C)		UMIDADE RELATIVA (%)	
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
23/4	21	-	-	-	-
24/4	22	29,8	22	76	55
25/4	23	26,4	23	76	64
26/4	24	25,7	20	83	68
27/4	25	26,6	22,2	79	57
28/4	26	27,2	22,7	73	55
29/4	27	25,8	23,6	77	58
30/4	28	25,8	20	81	58
01/5	29	25,8	19,5	69	68
02/5	30	26,8	25,6	70	61
03/5	31	29,2	21,7	71	52
04/5	32	29,4	21,6	68	45
05/5	33	26,4	22,4	81	56
06/5	34	25,2	21,7	83	76
07/5	35	25,7	21,1	83	55
08/5	36	25,4	20,6	66	48
09/5	37	26,6	20,6	61	42
10/5	38	25,8	20,4	66	47
11/5	39	25,8	21,5	69	53
12/5	40	26,3	21,8	72	54
13/5	41	25,4	20,8	77	51
14/5	42	25,2	19	69	45
Média		26	22	74	56

APÊNDICE 24. Composição corporal dos frangos abatidos no início do experimento (21 dias de idade), para a técnica do abate comparativo (Experimento 2).

Ave	Peso (g)	MS (%)	PB (%)	GB (%)	CZ (%)	EB (kcal/kg)
01	824	29,80	15,22	10,77	6,09	1874
02	760	29,69	15,16	10,39	5,87	1835
03	783	30,20	15,42	10,62	6,58	1872
04	775	31,41	16,04	12,21	4,43	2056
05	760	32,61	16,66	12,67	5,61	2134
Média	780	30,74	15,70	11,33	5,72	1954

APÊNDICE 25. Análise de variância para consumo de ração (g) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	431,080	215,540	1,39	0,2633
Nível	3	35,8275	11,9425	0,08	0,9722
Tratamento x Nível	6	813,776	135,629	0,87	0,5252
Resíduo	36	5601,85	155,607		
TOTAL	47	6882,54			

APÊNDICE 26. Análise de variância para ganho de peso (g) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	11037,3	5518,64	1,14	0,3321
Nível	3	96529,9	32176,6	6,63	0,0011
Tratamento x Nível	6	10165,0	1694,17	0,35	0,9058
Resíduo	36	174767	4854,64		
TOTAL	47	292499			

APÊNDICE 27. Análise de variância para conversão alimentar (g/g) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	0,01093	0,00546	0,99	0,3832
Nível	3	0,10779	0,03593	6,48	0,0013
Tratamento x Nível	6	0,01399	0,00233	0,42	0,8605
Resíduo	36	0,19963	0,00555		
TOTAL	47	0,33234			

APÊNDICE 28. Análise de variância para consumo de energia metabolizável aparente (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	529,733	264,866	3,75	0,0331
Nível	3	982,682	327,561	4,64	0,0076
Tratamento x Nível	6	753,780	125,630	1,78	0,1309
Resíduo	36	2539,98	70,5551		
TOTAL	47	4806,18			

APÊNDICE 29. Análise de variância para energia bruta retida na carcaça (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	50,7268	25,3634	0,15	0,8580
Nível	3	28,9271	9,64238	0,06	0,9811
Tratamento x Nível	6	1201,98	200,330	1,22	0,3212
Resíduo	36	5934,99	164,861		
TOTAL	47	7216,63			

APÊNDICE 30. Análise de variância para eficiência de retenção na carcaça da energia metabolizável consumida acima da manutenção (kcal/kcal) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	1,189E-04	5,946E-05	0,04	0,9627
Nível	3	0,00211	7,034E-04	0,45	0,7187
Tratamento x Nível	6	0,00696	0,00116	0,74	0,6192
Resíduo	36	0,05625	0,00156		
TOTAL	47	0,06543			

APÊNDICE 31. Análise de variância para proteína bruta retida na carcaça (g/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	4,63474	2,31737	3,73	0,0336
Nível	3	3,42791	1,14264	1,84	0,1573
Tratamento x Nível	6	1,38262	0,23044	0,37	0,8924
Resíduo	36	22,3500	0,62083		
TOTAL	47	31,7953			

APÊNDICE 32. Análise de variância para gordura bruta retida na carcaça (g/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	4,16956	2,08478	1,52	0,2316
Nível	3	0,44275	0,14758	0,11	0,9550
Tratamento x Nível	6	11,2042	1,86736	1,36	0,2551
Resíduo	36	49,2541	1,36817		
TOTAL	47	65,0706			

APÊNDICE 33. Análise de variância para a eficiência de retenção na carcaça da PB consumida (g/g), no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	0,01570	0,00785	4,45	0,0187
Nível	3	0,01180	0,00393	2,23	0,1013
Tratamento x Nível	6	0,00317	0,000528	0,30	0,9330
Resíduo	36	0,06345	0,00176		
TOTAL	47	0,09411			

APÊNDICE 34. Análise de variância para proteína bruta (%) da carcaça aos 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	2,99065	1,49533	3,64	0,0363
Nível	3	2,23721	0,74574	1,82	0,1617
Tratamento x Nível	6	2,99316	0,49886	1,21	0,3214
Resíduo	36	14,7842	0,41067		
TOTAL	47	23,0053			

APÊNDICE 35. Análise de variância para gordura bruta (%) da carcaça aos 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	10,9501	5,47503	3,16	0,0545
Nível	3	4,40018	1,46673	0,85	0,4778
Tratamento x Nível	6	11,9035	1,98392	1,14	0,3571
Resíduo	36	62,4063	1,73351		
TOTAL	47	89,6601			

APÊNDICE 36. Análise de variância para água (%) da carcaça aos 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	0,20456	0,10228	0,05	0,9550
Nível	3	10,3751	3,45837	1,56	0,2160
Tratamento x Nível	6	20,5212	3,42020	1,54	0,1926
Resíduo	36	79,8259	2,21739		
TOTAL	47	110,927			

APÊNDICE 37. Análise de variância para EBr (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) nas vísceras, no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	2,06034	1,03017	0,80	0,4875
Resíduo	7	9,04151	1,29164		
TOTAL	9	11,1018			

Nível (covariável)		Coeficiente			P
		0,0008395			0,9849

APÊNDICE 38. Análise de variância para PBr (g/kg<sup>0,75</sup>/d) nas vísceras, no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	0,01169	0,00585	1,73	0,2451
Resíduo	7	0,02365	0,00338		
TOTAL	9	0,03534			

Nível (covariável)		Coeficiente			P
		0,0009851			0,6660

APÊNDICE 39. Análise de variância para GBr (g/kg<sup>0,75</sup>/d) nas vísceras, no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	0,03035	0,01517	0,94	0,4333
Resíduo	7	0,11242	0,01606		
TOTAL	9	0,14276			

Nível (covariável)		Coeficiente			P
		-0,00168			0,7346

APÊNDICE 40. Análise de variância para energia bruta retida corporal (kcal/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	218,200	109,100	0,67	0,5168
Nível	3	8,36857	2,78952	0,02	0,9969
Tratamento x Nível	6	1627,23	271,204	1,67	0,1564
Resíduo	36	5841,55	162,265		
TOTAL	47	7695,34			

APÊNDICE 41. Análise de variância para eficiência de retenção corporal da energia metabolizável consumida acima da manutenção (kcal/kcal) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	2,219E-04	1,109E-04	0,07	0,9321
Nível	3	0,00185	6,167E-04	0,39	0,7597
Tratamento x Nível	6	0,00873	0,00145	0,92	0,4896
Resíduo	36	0,05668	0,00157		
TOTAL	47	0,06748			

APÊNDICE 42. Análise de variância para proteína bruta retida corporal (g/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	2,88666	1,44333	1,85	0,1715
Nível	3	3,86440	1,28813	1,65	0,1943
Tratamento x Nível	6	3,43881	0,57314	0,74	0,6242
Resíduo	36	28,0455	0,77904		
TOTAL	47	38,2354			

APÊNDICE 43. Análise de variância para gordura bruta retida corporal (g/kg<sup>0,75</sup>/d) no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	5,10111	2,55055	1,87	0,1694
Nível	3	1,53026	0,51009	0,37	0,7728
Tratamento x Nível	6	13,6896	2,28159	1,67	0,1570
Resíduo	36	49,2096	1,36693		
TOTAL	47	69,5306			

APÊNDICE 44. Análise de variância para eficiência de retenção corporal da PB consumida (g/g), no período de 21 à 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	0,01312	0,00656	3,04	0,0603
Nível	3	0,01465	0,00488	2,26	0,0978
Tratamento x Nível	6	0,00540	0,000899	0,42	0,8630
Resíduo	36	0,07771	0,00216		
TOTAL	47	0,11088			

APÊNDICE 45. Análise de variância para consumo de lisina/proteína retida (g/g) aos 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	0,00114	0,000569	9,09	0,0006
Nível	3	0,00242	0,000805	12,86	0,0000
Tratamento x Nível	6	0,00017	0,0000283	0,45	0,8385
Resíduo	36	0,00226	0,0000626		
TOTAL	47	0,00598			

APÊNDICE 46. Análise de variância para consumo de metionina/proteína retida (g/g) aos 42 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	2	0,00123	0,000613	54,0	0,0000
Nível	3	0,00093	0,000311	27,38	0,0000
Tratamento x Nível	6	0,000039	0,0000066	0,59	0,7390
Resíduo	36	0,000409	0,0000113		
TOTAL	47	0,00261			

APÊNDICE 47. Dados de desempenho e peso metabólico, experimento 1.

<b>Tratamento</b>	<b>Nível de Energia</b>	<b>Ganho Peso,g</b>	<b>Cons. Ração,g</b>	<b>Conversão Alimentar,g</b>	<b><math>\Sigma\text{kg}^{0,75}</math></b>
1	65,6	1209	2069	1,71	27,549
	65,6	1175	2069	1,76	26,898
	65,6	1074	2069	1,93	26,227
2	74,2	1195	2287	1,91	26,974
	74,2	1293	2287	1,77	27,833
	74,2	1309	2287	1,75	27,362
3	82,8	1425	2489	1,75	28,539
	82,8	1215	2450	2,02	27,738
	82,8	1381	2449	1,77	28,436
4	91,4	1413	2585	1,83	27,896
	91,4	1472	2680	1,82	29,125
	91,4	1391	2537	1,82	28,475
5	100	1549	2928	1,89	29,484
	100	1342	2548	1,90	28,558
	100	1458	2900	1,99	29,105
6	108,6	1400	2916	2,08	25,416
	108,6	1228	2559	2,08	27,254
	108,6	1580	3159	2,00	29,152
7	65,6	1124	2007	1,79	26,792
	65,6	1195	2007	1,68	26,430
	65,6	1173	2007	1,71	25,835
8	74,2	1293	2171	1,68	27,453
	74,2	1273	2181	1,71	27,418
	74,2	1388	2181	1,57	27,582
9	82,8	1436	2356	1,64	29,055
	82,8	1246	2265	1,82	27,161
	82,8	1421	2356	1,66	28,435
10	91,4	1411	2500	1,77	28,336
	91,4	1514	2530	1,67	29,139
	91,4	1346	2530	1,88	28,199
11	100	1600	2676	1,67	29,511
	100	1592	2704	1,70	29,232
	100	1582	2600	1,64	29,530
12	108,6	1593	2561	1,61	29,326
	108,6	1565	2861	1,83	30,560
	108,6	1564	2879	1,84	29,984
13	65,6	1186	2069	1,74	26,753
	65,6	1121	2069	1,85	26,500
	65,6	1185	2069	1,75	26,153
14	74,2	1251	2287	1,83	27,313
	74,2	1279	2287	1,79	27,525
	74,2	1323	2287	1,73	27,665



Continuação

Tratamento	Nível de Energia	Ganho Peso,g	Cons. Ração,g	Conversão Alimentar,g	$\Sigma\text{kg}^{0,75}$
15	82,8	1322	2493	1,89	27,967
	82,8	1349	2505	1,86	28,389
	82,8	1368	2455	1,79	28,112
16	91,4	1470	2723	1,85	28,806
	91,4	1366	2658	1,95	28,743
	91,4	1424	2723	1,91	28,521
17	100	1229	2555	2,08	26,037
	100	1476	2899	1,96	26,860
	100	1353	2727	2,02	29,223
18	108,6	1259	2764	2,20	28,149
	108,6	1349	2821	2,09	27,751
	108,6	1415	2846	2,01	28,692
19	65,6	1134	2007	1,77	26,320
	65,6	1182	2007	1,70	26,682
	65,6	1208	2007	1,66	27,505
20	74,2	1314	2181	1,66	27,619
	74,2	1180	2181	1,85	26,716
	74,2	1361	2181	1,60	27,721
21	82,8	1441	2356	1,63	29,125
	82,8	1391	2356	1,69	28,343
	82,8	1391	2356	1,69	28,055
22	91,4	1634	2530	1,55	29,381
	91,4	1535	2467	1,61	29,775
	91,4	1457	2530	1,74	28,837
23	100	1532	2653	1,73	29,127
	100	1574	2650	1,68	29,176
	100	1579	2675	1,69	29,893
24	108,6	1498	2835	1,89	28,794
	108,6	1639	2816	1,72	29,904
	108,6	1672	2868	1,72	30,067
<b>Média</b>		<b>1373</b>	<b>2466</b>	<b>1,80</b>	<b>28,112</b>

APÊNDICE 48. Dados de composição da carcaça, experimento 1.

Trat.	Nível	EMAc Kcal/W/d	Ebr Kcal/W/d	EfretEMA c Kcal/kcal	PBr g/W/d	EfretPBc g/g	GBr g/W/d
1	65,6	214,967	57,555	0,268	6,347	0,294	2,301
	65,6	221,681	55,026	0,248	6,724	0,304	1,805
	65,6	241,652	67,214	0,278	6,054	0,267	3,505
2	74,2	253,451	69,265	0,273	6,465	0,293	3,476
	74,2	263,457	68,624	0,260	6,544	0,306	3,360
	74,2	258,064	79,667	0,309	6,153	0,283	4,770
3	82,8	273,319	83,798	0,307	6,678	0,322	4,894
	82,8	265,695	64,260	0,242	6,878	0,328	2,694
	82,8	269,251	83,973	0,312	6,794	0,332	4,843
4	91,4	292,596	101,161	0,346	7,987	0,391	5,952
	91,4	294,756	90,062	0,306	7,366	0,366	5,146
	91,4	278,029	101,213	0,364	7,901	0,406	6,010
5	100	310,279	111,479	0,359	8,001	0,398	7,042
	100	264,110	83,428	0,316	6,699	0,371	4,842
	100	311,671	109,828	0,352	6,906	0,343	7,525
6	108,6	341,393	125,733	0,368	7,586	0,358	8,808
	108,6	286,432	95,630	0,334	5,809	0,329	6,676
	108,6	342,114	134,444	0,393	8,096	0,397	9,428
7	65,6	239,256	55,344	0,231	5,419	0,244	2,625
	65,6	235,300	60,550	0,257	6,606	0,293	2,464
	65,6	243,295	65,437	0,269	6,624	0,288	2,973
8	74,2	260,873	72,934	0,280	6,908	0,320	3,600
	74,2	258,864	75,210	0,291	6,988	0,322	3,794
	74,2	270,891	76,490	0,282	6,728	0,312	4,086
9	82,8	267,200	88,480	0,331	6,973	0,341	5,214
	82,8	257,686	77,980	0,303	5,929	0,282	4,726
	82,8	266,445	82,796	0,311	7,151	0,342	4,502
10	91,4	287,658	105,109	0,365	6,876	0,331	7,042
	91,4	302,123	113,435	0,375	7,415	0,363	7,603
	91,4	288,624	95,737	0,332	6,160	0,292	6,476
11	100	320,900	119,481	0,372	6,624	0,332	8,722
	100	325,286	114,937	0,353	7,603	0,374	7,650
	100	304,574	116,266	0,382	7,993	0,413	7,556
12	108,6	311,332	111,950	0,360	6,767	0,375	7,835
	108,6	322,305	128,887	0,400	7,185	0,371	9,385
	108,6	339,351	119,534	0,352	8,017	0,404	7,889
13	65,6	247,274	53,953	0,218	6,593	0,296	1,770
	65,6	237,109	51,451	0,217	6,248	0,278	1,711
	65,6	239,261	62,203	0,260	6,993	0,307	2,407
14	74,2	255,444	78,596	0,308	6,182	0,284	4,639
	74,2	255,669	72,834	0,285	6,995	0,324	3,536
	74,2	250,180	67,384	0,269	6,045	0,281	3,529
15	82,8	268,573	73,719	0,274	6,195	0,293	4,112

Continuação

Trat.	Nível	EMAc Kcal/W/d	Ebr Kcal/W/d	EfretEMA c Kcal/kcal	PBr g/W/d	EfretPBc g/g	GBr g/W/d
	82,8	267,554	65,201	0,244	7,303	0,348	2,539
	82,8	279,814	78,084	0,279	6,971	0,336	4,109
16	91,4	305,243	98,833	0,324	7,861	0,381	5,781
	91,4	286,986	96,594	0,337	7,168	0,355	5,960
	91,4	295,534	93,702	0,317	6,944	0,333	5,787
17	100	346,555	101,013	0,291	6,297	0,297	6,954
	100	297,523	88,500	0,297	6,631	0,345	5,422
	100	302,965	110,260	0,364	7,121	0,355	7,442
18	108,6	284,422	96,761	0,340	6,294	0,340	6,504
	108,6	323,873	90,679	0,280	6,969	0,364	5,451
	108,6	320,972	113,542	0,354	6,570	0,352	8,123
19	65,6	245,873	59,716	0,243	6,517	0,288	2,429
	65,6	254,616	62,038	0,244	6,927	0,311	2,429
	65,6	229,915	60,838	0,265	6,201	0,287	2,738
20	74,2	248,540	71,884	0,289	5,801	0,269	4,154
	74,2	267,265	82,787	0,310	6,302	0,283	5,012
	74,2	251,548	78,560	0,312	6,615	0,308	4,374
21	82,8	279,121	85,248	0,305	6,712	0,329	5,027
	82,8	270,508	85,438	0,316	7,525	0,358	4,558
	82,8	278,674	94,476	0,339	7,119	0,336	5,764
22	91,4	293,303	114,190	0,389	8,488	0,419	7,037
	91,4	295,660	106,168	0,359	7,318	0,376	6,888
	91,4	288,591	96,352	0,334	7,106	0,344	5,971
23	100	320,320	120,306	0,376	7,234	0,361	8,443
	100	311,337	108,433	0,348	7,694	0,385	6,902
	100	317,056	114,562	0,361	7,163	0,364	7,874
24	108,6	328,037	121,531	0,370	7,057	0,347	8,679
	108,6	324,807	127,438	0,392	7,289	0,374	9,168
	108,6	335,029	127,468	0,380	8,143	0,413	8,658
<b>Média</b>		<b>281,806</b>	<b>89,912</b>	<b>0,315</b>	<b>6,910</b>	<b>0,335</b>	<b>5,404</b>

APÊNDICE 49. Dados de composição corporal, experimento 1.

Trat.	nível	EBr Kcal/W/d	EfretEMAc Kcal/kcal	PBr g/W/d	EfretPBc g/g	GBr g/W/d
1	65,6	84,325	0,392	10,884	0,504	2,316
	65,6	78,528	0,354	10,858	0,491	1,820
	65,6	88,613	0,367	9,446	0,416	3,521
2	74,2	95,186	0,376	10,433	0,473	3,813
	74,2	100,478	0,381	11,669	0,546	3,686
	74,2	105,759	0,410	10,303	0,474	5,102
3	82,8	115,652	0,423	12,137	0,586	5,062
	82,8	86,648	0,326	10,825	0,516	2,868
	82,8	106,790	0,397	11,193	0,547	5,012
4	91,4	127,220	0,435	11,716	0,573	6,330
	91,4	115,647	0,392	11,266	0,560	5,507
	91,4	126,215	0,454	11,726	0,602	6,379
5	100	131,196	0,423	11,334	0,564	7,327
	100	110,623	0,419	11,173	0,619	5,136
	100	132,011	0,424	10,500	0,521	7,814
6	108,6	153,889	0,451	11,365	0,537	9,513
	108,6	118,922	0,415	8,938	0,506	7,333
	108,6	161,822	0,473	12,032	0,590	10,042
7	65,6	84,153	0,352	10,575	0,476	2,646
	65,6	86,263	0,367	11,185	0,497	2,485
	65,6	86,520	0,356	10,399	0,452	2,994
8	74,2	97,183	0,373	10,759	0,499	3,814
	74,2	98,239	0,380	10,619	0,489	4,008
	74,2	143,905	0,531	14,453	0,670	6,562
9	82,8	106,701	0,399	9,484	0,463	5,491
	82,8	97,524	0,378	8,625	0,410	5,022
	82,8	109,743	0,412	11,210	0,536	4,785
10	91,4	133,795	0,465	10,487	0,505	7,662
	91,4	142,141	0,470	11,072	0,542	8,206
	91,4	124,357	0,431	9,753	0,462	7,099
11	100	153,256	0,478	10,160	0,509	9,723
	100	137,859	0,424	10,540	0,518	7,847
	100	139,826	0,459	11,057	0,571	7,751
12	108,6	160,318	0,515	13,962	0,773	8,630
	108,6	156,453	0,485	10,712	0,554	10,148
	108,6	151,181	0,446	12,248	0,617	8,666
13	65,6	72,881	0,295	9,571	0,430	1,787
	65,6	75,195	0,317	10,084	0,449	1,729
	65,6	80,865	0,338	9,913	0,436	2,425
14	74,2	149,345	0,585	13,198	0,606	7,715
	74,2	99,763	0,390	10,835	0,501	3,871
	74,2	94,679	0,378	9,955	0,463	3,862

Continuação

Trat.	nível	EBr Kcal/W/d	EfretEMAc Kcal/kcal	PBr g/W/d	EfretPBc g/g	GBr g/W/d
15	82,8	98,995	0,369	9,966	0,471	4,327
	82,8	88,546	0,331	10,739	0,512	2,750
	82,8	102,633	0,367	10,616	0,512	4,323
16	91,4	127,182	0,417	11,431	0,553	6,562
	91,4	123,961	0,432	10,559	0,523	6,743
	91,4	122,252	0,414	10,535	0,505	6,576
17	100	130,674	0,377	10,310	0,487	7,594
	100	120,419	0,405	11,089	0,576	6,042
	100	134,126	0,443	10,238	0,510	8,012
18	108,6	173,063	0,608	13,094	0,708	10,399
	108,6	114,238	0,353	9,474	0,495	6,311
	108,6	142,680	0,445	10,131	0,542	8,955
19	65,6	75,500	0,307	8,666	0,383	2,580
	65,6	87,072	0,342	10,743	0,482	2,578
	65,6	82,779	0,360	9,482	0,438	2,883
20	74,2	102,563	0,413	10,036	0,466	4,659
	74,2	108,606	0,406	9,624	0,432	5,534
	74,2	107,199	0,426	10,490	0,489	4,877
21	82,8	108,909	0,390	9,806	0,480	5,457
	82,8	113,390	0,419	11,355	0,541	5,000
	82,8	121,009	0,434	10,683	0,504	6,210
22	91,4	144,087	0,491	12,348	0,610	7,689
	91,4	129,450	0,438	10,014	0,514	7,530
	91,4	130,479	0,452	11,697	0,567	6,635
23	100	152,283	0,475	11,185	0,558	9,246
	100	135,918	0,437	10,843	0,543	7,704
	100	144,466	0,456	10,788	0,548	8,657
24	108,6	152,405	0,465	10,295	0,506	9,841
	108,6	158,364	0,488	10,621	0,546	10,287
	108,6	155,568	0,464	10,980	0,557	9,770
<b>Média</b>		<b>118,201</b>	<b>0,416</b>	<b>10,785</b>	<b>0,522</b>	<b>5,962</b>

APÊNDICE 50. Dados das vísceras, experimento 1.

<b>Tratamento</b>	<b>Nível</b>	<b>EBr Kcal/W/d</b>	<b>PBr g/W/d</b>	<b>GBr g/W/d</b>
1	65,6	2,952566	0,496842	0,014941
2	74,2	5,579561	0,434597	0,331887
3	82,8	3,021198	0,250301	0,170691
4	91,4	5,887732	0,426926	0,369291
5	100	3,232615	0,090434	0,289443
6	108,6	8,094461	0,336466	0,658518
7	65,6	2,599578	0,424539	0,020924
8	74,2	4,694038	0,473921	0,214005
9	82,8	4,332033	0,291079	0,285588
10	91,4	8,462028	0,47318	0,615301
11	100	6,483958	0,820168	0,195937
12	108,6	8,037431	0,127923	0,77802
13	65,6	2,334543	0,382788	0,017868
14	74,2	5,502257	0,415753	0,33501
15	82,8	4,200153	0,388179	0,213092
16	91,4	8,455681	0,190419	0,784884
17	100	6,921657	0,209998	0,609901
18	108,6	9,422472	0,258637	0,846658
19	65,6	3,717854	0,410028	0,148627
20	74,2	7,110025	0,409427	0,509858
21	82,8	6,535398	0,425708	0,438925
22	91,4	8,361875	0,393812	0,652436
23	100	9,832875	0,415719	0,795734
24	108,6	12,46308	0,323337	1,131169

APÊNDICE 51.Dados de desempenho e composição da carcaça, experimento 2.

Trat	Nivel	GP g	CR g	CA g/g	EMAc Kcal/W/d	EBr Kcal/W/d	EfrEMAc Kcal/kcal	PBr g/W/d	GBr g/W/d	EfrPBc g/g
1	92	1580	2916	1,85	349,61	121,89	0,35	7,57	8,41	0,37
	92	1636	2916	1,78	384,00	122,95	0,32	7,70	8,44	0,38
	92	1528	2916	1,91	341,88	140,87	0,41	6,92	10,82	0,34
	92	1516	2916	1,92	346,54	106,87	0,31	7,79	6,68	0,38
2	100	1557	2865	1,84	336,35	123,53	0,37	8,24	8,18	0,42
	100	1626	2916	1,79	335,92	119,81	0,36	8,41	7,68	0,43
	100	1683	2916	1,73	339,87	134,32	0,40	9,28	8,70	0,46
	100	1576	2916	1,85	333,41	59,71	0,18	4,56	3,61	0,23
3	108	1747	2916	1,67	337,17	120,50	0,36	8,67	7,60	0,44
	108	1736	2916	1,68	333,20	132,94	0,40	9,21	8,60	0,47
	108	1495	2916	1,95	343,40	130,78	0,38	7,67	9,30	0,36
	108	1659	2916	1,76	338,45	128,34	0,38	8,62	8,46	0,43
4	115	1597	2916	1,83	342,10	127,21	0,37	7,81	8,83	0,39
	115	1691	2916	1,72	327,99	127,40	0,39	7,77	8,87	0,39
	115	1645	2916	1,77	331,47	106,37	0,32	7,61	6,73	0,38
	115	1825	2916	1,60	346,17	121,67	0,35	9,10	7,47	0,46
5	92	1661	2916	1,76	332,82	114,08	0,34	7,68	7,51	0,39
	92	1552	2916	1,88	350,36	104,74	0,30	8,34	6,12	0,41
	92	1669	2916	1,75	328,55	109,17	0,33	8,57	6,46	0,44
	92	1658	2916	1,76	332,38	127,97	0,39	9,36	7,98	0,47
6	100	1593	2916	1,83	329,98	133,78	0,41	8,14	9,33	0,41
	100	1562	2916	1,87	338,20	117,08	0,35	8,53	7,32	0,43
	100	1593	2916	1,83	337,25	122,25	0,36	8,80	7,70	0,43
	100	1669	2916	1,75	336,87	114,19	0,34	9,43	6,47	0,48
7	108	1774	2916	1,64	334,66	113,06	0,34	8,26	7,05	0,42
	108	1652	2916	1,77	324,58	117,01	0,36	9,06	6,99	0,45
	108	1602	2916	1,82	328,12	113,08	0,34	8,72	6,78	0,43
	108	1737	2916	1,68	338,31	120,69	0,36	8,61	7,65	0,44
8	115	1615	2916	1,81	336,87	112,03	0,33	8,79	6,62	0,44
	115	1711	2916	1,70	329,57	131,34	0,40	8,77	8,69	0,44
	115	1672	2916	1,74	332,48	111,83	0,34	8,28	6,91	0,42
	115	1803	2916	1,62	334,40	122,89	0,37	9,68	7,24	0,50
9	92	1529	2916	1,91	343,88	128,23	0,37	7,20	9,30	0,35
	92	1591	2916	1,83	341,25	122,80	0,36	8,69	7,83	0,43
	92	1571	2864	1,82	328,32	115,63	0,35	7,95	7,52	0,41
	92	1538	2916	1,90	347,16	101,27	0,29	7,75	6,10	0,38
10	100	1592	2916	1,83	348,10	134,42	0,39	7,81	9,60	0,38
	100	1604	2916	1,82	332,71	127,09	0,38	8,41	8,45	0,41
	100	1567	2916	1,86	344,86	116,10	0,34	8,38	7,31	0,41
	100	1566	2916	1,86	347,28	126,44	0,36	8,40	8,39	0,42
11	108	1720	2916	1,70	323,72	112,31	0,35	8,53	6,81	0,44
	108	1693	2890	1,71	329,04	108,92	0,33	9,03	6,15	0,46
	108	1763	2916	1,65	318,71	120,42	0,38	8,98	7,40	0,46
	108	1556	2916	1,87	338,85	113,98	0,34	7,81	7,42	0,38

12	115	1642	2877	1,75	338,31	119,77	0,35	8,87	7,40	0,44
	115	1731	2916	1,68	328,22	127,53	0,39	8,64	8,36	0,43
	115	1625	2916	1,79	326,84	120,41	0,37	8,93	7,43	0,45
	115	1663	2916	1,75	330,13	114,14	0,35	8,64	6,94	0,43

Continuação

Trat	Nível	GP g	CR g	CA g/g	EMAc Kcal/W/d	EBr Kcal/W/d	EfrEMAc Kcal/kcal	PBr g/W/d	GBr g/W/d	EfrPBc g/g
<b>Média</b>		<b>1637</b>	<b>2913</b>	<b>1,78</b>	<b>337,09</b>	<b>119,16</b>	<b>0,35</b>	<b>8,33</b>	<b>7,66</b>	<b>0,42</b>

APÊNDICE 52. Dados de composição corporal, experimento 2.

Trat	Nível	$\Sigma$ kg0,75	EBr Kcal/W/d	EfrEMAc Kcal/kcal	PBr g/W/d	GBr g/W/d	EfrPBc g/g	PB %	GB %	Agua %
1	92	28,075	157,51	0,45	12,25	9,38	0,60	15,94	15,83	62,35
	92	28,207	150,88	0,39	11,05	9,41	0,54	15,52	15,29	63,97
	92	27,973	174,39	0,51	11,21	11,80	0,55	15,38	15,29	63,97
	92	27,964	142,60	0,41	12,53	7,66	0,61	16,66	13,61	63,76
2	100	28,622	151,35	0,45	11,74	9,03	0,59	16,98	15,50	62,99
	100	29,215	148,39	0,44	12,03	8,51	0,61	17,00	14,59	62,99
	100	28,753	169,94	0,50	14,21	9,55	0,71	18,09	15,96	58,67
	100	28,440	90,95	0,27	8,66	4,46	0,43	16,68	12,70	64,35
3	108	29,267	154,09	0,46	13,39	8,41	0,68	17,07	14,26	63,68
	108	29,170	160,04	0,48	12,77	9,41	0,65	17,33	15,23	61,44
	108	27,359	164,73	0,48	12,36	10,16	0,59	16,32	17,34	60,23
	108	28,597	159,60	0,47	12,92	9,29	0,64	17,04	15,53	61,53
4	115	28,624	159,70	0,47	11,68	9,93	0,58	16,51	16,64	61,70
	115	29,204	156,58	0,48	11,10	9,95	0,56	15,82	16,10	63,34
	115	28,771	144,19	0,44	12,44	7,83	0,62	16,35	13,65	65,74
	115	29,082	152,13	0,44	12,68	8,55	0,64	16,49	13,11	64,89
5	92	28,940	142,81	0,43	11,43	8,39	0,58	15,77	14,21	64,34
	92	28,512	133,40	0,38	12,02	7,02	0,60	17,22	12,58	63,14
	92	29,427	139,50	0,42	12,56	7,32	0,64	17,37	12,93	63,14
	92	28,722	153,64	0,46	12,57	8,87	0,63	17,60	14,40	61,99
6	100	29,098	161,29	0,49	11,62	10,20	0,59	16,46	16,80	60,60
	100	28,584	144,01	0,43	11,83	8,20	0,59	17,61	14,42	61,79
	100	28,293	152,84	0,45	12,82	8,59	0,63	17,57	14,64	61,38
	100	28,932	142,14	0,42	12,97	7,34	0,65	17,87	12,41	64,54
7	108	29,599	146,06	0,44	12,74	7,85	0,65	15,86	12,97	64,71
	108	28,720	148,45	0,46	13,24	7,81	0,66	17,88	13,56	64,01
	108	28,603	144,93	0,44	12,96	7,60	0,64	17,72	13,49	63,50
	108	29,583	157,72	0,47	13,80	8,45	0,71	16,99	14,30	62,85
8	115	28,972	143,63	0,43	12,88	7,50	0,65	17,51	13,04	63,84
	115	29,192	163,80	0,50	13,06	9,57	0,66	17,18	15,79	61,31
	115	29,336	140,42	0,42	11,87	7,78	0,60	16,48	13,22	64,13
	115	29,975	148,01	0,44	12,69	8,09	0,66	17,84	13,23	62,59
9	92	28,256	162,19	0,47	11,42	10,44	0,56	15,74	17,43	60,07
	92	28,365	153,23	0,45	12,31	8,96	0,61	18,17	15,46	59,91
	92	28,890	145,98	0,44	11,55	8,63	0,59	16,66	14,65	63,14



Continuação

Trat	Nível	$\Sigma$ kg0,75	EBr Kcal/W/d	EfrEMAc Kcal/kcal	PBr g/W/d	GBr g/W/d	EfrPBc g/g	PB %	GB %	Agua %
10	92	28,073	135,50	0,39	12,02	7,25	0,59	16,48	12,64	64,29
	100	28,072	166,29	0,48	11,88	10,59	0,58	16,09	17,31	61,23
	100	27,991	158,37	0,48	12,38	9,45	0,60	16,83	15,58	62,09
	100	27,919	146,01	0,42	12,14	8,31	0,59	17,08	14,18	63,65
11	100	28,473	153,59	0,44	11,68	9,37	0,58	16,83	15,46	62,75
	108	29,500	143,24	0,44	12,84	7,44	0,66	16,91	13,13	64,45
	108	29,417	136,15	0,41	12,64	6,78	0,65	17,80	12,31	64,11
	108	29,507	134,96	0,42	10,38	8,03	0,53	17,04	13,59	64,06
12	108	28,285	140,63	0,42	11,32	8,08	0,55	16,60	14,64	63,30
	115	28,604	146,96	0,43	12,56	8,16	0,63	17,34	13,94	61,97
	115	29,029	154,69	0,47	12,37	9,12	0,62	16,59	14,95	64,40
	115	28,968	147,28	0,45	12,56	8,18	0,63	17,54	14,06	62,93
	115	28,628	141,84	0,43	12,42	7,70	0,62	17,04	13,31	65,41
<b>Média</b>		<b>28,746</b>	<b>149,30</b>	<b>0,44</b>	<b>12,22</b>	<b>8,55</b>	<b>0,61</b>	<b>16,89</b>	<b>14,49</b>	<b>62,94</b>

APÊNDICE 53. Dados das vísceras, experimento 2.

Trat	Nível	EBr Kcal/W/d	PBr g/W/d	GBr g/W/d
1	92	12,277	0,502	0,976
2	100	11,067	0,516	0,845
3	108	10,643	0,580	0,828
4	115	13,413	0,488	1,090
5	92	11,034	0,546	0,885
6	100	10,880	0,486	0,876
7	108	10,750	0,469	0,805
8	115	11,645	0,553	0,868
9	92	13,844	0,633	1,128
10	100	12,393	0,595	0,992
11	108	9,743	0,512	0,636
12	115	10,328	0,680	0,757
<b>Média</b>		<b>11,501</b>	<b>0,547</b>	<b>0,890</b>

## VITA

Irineu Brugalli, filho de Hilário Brugalli e Rosália M. Compagnoni Brugalli, nascido em 15 de setembro de 1968, em Garibaldi, Rio Grande do Sul.

Cursou o primeiro grau no Colégio Estadual Santo Antônio, em Garibaldi. O segundo grau – supletivo, fez no Cursão Caxias em Caxias do Sul.

Em 1990, ingressou na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), no Rio Grande do Sul, onde concluiu o curso de Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 1994. Em março do mesmo ano, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), na área de Nutrição de Monogástricos, concluindo em agosto de 1996. Em março de 1997, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na área de Concentração Produção Animal.

Em junho de 2000 foi contratado pela empresa Degussa-Hüls Ltda., onde atualmente exerce o cargo de Chefe de Tecnologia e Aplicação.