

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

USO DE GLICEROL COMO FONTE DE ENERGIA PARA FRANGOS DE
CORTE

MARIO FEDERICO GIANFELICI
Médico Veterinário /UNRC

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

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2009

CIP - Catalogação na Publicação

FEDERICO GIANFELICI, Mario Luiz
USO DE GLICEROL COMO FONTE DE ENERGIA PARA
FRANGOS DE CORTE / Mario Luiz FEDERICO GIANFELICI. --
2009.
120 f.

Orientador: ANTÔNIO MÁRIO PENZ JR..

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2009.

1. GLICEROL. 2. FRANGOS DE CORTE. I. PENZ JR.,
ANTÔNIO MÁRIO, orient. II. Título.

MARIO FEDERICO GIANFELICI
Médico Veterinário - Universidad Nacional de Rio Cuarto

DISSERTAÇÃO

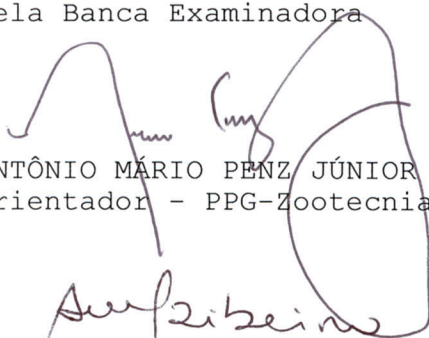
Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM ZOOTECNIA

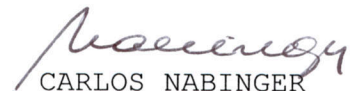
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 27.02.2009
Pela Banca Examinadora

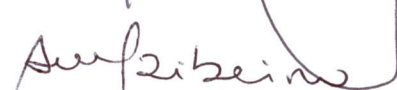
Homologado em: 08.07.2009
Por




ANTÔNIO MÁRIO PENZ JÚNIOR
Orientador - PPG-Zootecnia



CARLOS NABINGER
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia




ANDRÉA MACHADO LEAL RIBEIRO
PPG-Zootecnia



FELIX HILARIO DIAZ GONZALEZ
PPG-Veterinária - UFRGS



ANDRÉ RICARDO EBERT
UFRGS



PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS:

Este trabalho, como todo o curso de pós-graduação, demandou tempo e esforço de muitas pessoas, além do autor, e está dedicado a todas elas por terem contribuído na sua execução.

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu orientador, Prof. Antônio Mário Penz Junior, a sua esposa Denise Luz Penz e a toda sua família, que me deram a sua amizade e a segurança de saber que contava com pessoas maravilhosas, durante todo o tempo que eu estive em Porto Alegre.

Segundo, gostaria de agradecer, especialmente à família do LEZO, lugar de muito trabalho, algumas discussões, mas também de risadas e amizade. Obrigado Profa. Andréa, Prof. Alexandre, Cachita, Gabriel, Maria, Ione, Maite, Tai, Isa, Thomas, Rodrigo, Vicente, Mariana, Raquel, Doris, Marco Antonio, Valentino, Marcio, Teresa, Juliana e as pessoas de fora do Lezo, como a Renata, por ser uma guia e que deu seu apoio em todo momento.

Obrigado à Ione Borcelli, por ser um exemplo de profissional e uma excelente pessoa.

Obrigado ao Lauro por ser um apoio a todos.

Obrigado a cada um dos estagiários, mestrandos, doutorandos, obrigado amigos.

Obrigado ao pessoal do Laboratório de Bromatologia, do Departamento de Zootecnia, da UFRGS, por estar sempre comprometido com os estudantes e com os professores.

.Obrigado ao pessoal do Laboratório de Bioquímica, da UFRGS, em especial ao Professor Perry.

Obrigado a Provimi, por me brindar a possibilidade de fazer este mestrado.

.Obrigado a Empresa Alimental, em especial ao Alfredo, Nano, Diego e Ferchu e também obrigado às pessoas do CPNA (Centro de Pesquisas em Nutrição Animal), da Nutron Alimentos, e aos demais colegas da Nutron.

A todas as pessoas que deram um apoio muito grande a mim e meus seres queridos durante minha estada em Porto Alegre. Por isto aqui vai este agradecimento ao Felix e a Renildes.

Entretanto, especialmente quero agradecer a minha família, meu pai Mario e a minha mãe Alejandra, meus avós Narcizo, Nélide, Armando e Delia, aos meus irmãos Joaquín, Virgínia e Laura, que fizeram e fazem sacrifícios diários por mim, me dão apoio e amor incondicionais. Desejo poder algum dia recompensar, mesmo que seja um mínimo do que vocês têm feito por mim. Muito obrigado por serem um guia e por estarem, sempre, apoiando minhas decisões.

Por último gostaria de agradecer à mulher que me faz feliz todos os dias, quem me conhece em meus bons e maus momentos, quem me acompanha e com quem desejo passar o resto da minha vida, Obrigado Yuliana.

Durante meu mestrado aprendi muitas coisas com muitas pessoas, algumas técnicas e muitas outras de caráter pessoal!

Muito obrigado Brasil.

USO DE GLICEROL COMO FONTE DE ENERGIA PARA FRANGOS DE CORTE¹

Autor: Mario Federico Gianfelici

Orientador: Prof. Antônio Mário Penz Junior

RESUMO

A proposta deste trabalho foi de avaliar o glicerol como fonte de energia em dietas de frangos de corte, visando a substituição parcial de outras fontes de energia, como o milho. Em um primeiro experimento foi empregada a glicerina bruta, subproduto da produção do biodiesel a partir de óleo de soja, como fonte de energia. Este composto que, além de glicerol contém outras substâncias consideradas contaminantes, foi utilizado com inclusões de 0, 5, 10, 15 e 20% em dietas para frangos machos Ross 308. Foram coletadas as excretas e determinados os consumos de alimentos, para estabelecer o valor da energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) da glicerina bruta. Foi obtido o valor médio de 3561 kcal/kg MS. Entretanto, houve uma variação significativa entre os valores de EMAn ($P \leq 0,0001$), dependendo do nível de inclusão do subproduto às dietas, com o ponto máximo em 15%. A partir desta percentagem de inclusão, foi observado um aumento significativo da excreção de água nas excretas.

Em um segundo experimento foi avaliado o glicerol puro como fonte de energia para frangos de corte machos Ross 308, agora com inclusões de 0; 2,5; 5; 7,5 e 10%. Foram coletadas as excretas e determinados os consumos de alimento e de água, para estabelecer os valores de metabolizabilidade dos diferentes componentes das dietas. Foi observado que os frangos que consumiram dietas com 10% de glicerol puro tiveram menores metabolizabilidades da matéria seca e do nitrogênio e maior nível de glicerol no sangue. Não houve qualquer alteração na composição da carcaça quando foram analisadas matéria seca, proteína e gordura. Por outro lado, um grupo de animais consumindo dietas com 0 e 10% de glicerol puro foram sacrificados, depois de 13 dias de consumo, para determinar os níveis de triglicerídeos e de colesterol no fígado e o catabolismo muscular de glicerol. Só foi observada diferença de colesterol no fígado, sendo maior em animais consumindo glicerol puro.

Com isto, foi possível concluir que é factível o uso de glicerol nas dietas de frangos de corte. Entretanto, o aporte energético deste ingrediente depende da percentagem de inclusão e ela encontra-se limitada a não mais do que 7,5% da dieta. A incorporação máxima de glicerina bruta depende de seu conteúdo de glicerol.

Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, (87p.). Agosto de 2008

USE OF GLYCERIN AS ENERGY SOURCE FOR BROILER.¹

Author: Mario Federico Gianfelici
Adviser: Prof. Antônio Mário Penz Junior

ABSTRACT

The proposal of this study was to evaluate the glycerol as energy source in broiler diets, considering the partial substitution of other energy sources, as corn. In the first experiment it was used crude glycerin, byproduct of biodiesel production from soy oil, which contains other substances considered contaminants besides glicerol, as a source of energy, with 0, 5, 10, 15 and 20% inclusions in male Ross 308 broilers diets. It was collected excreta and controled feed intake to calculate the aparent metabolizable energy corrected for nitrogen (AMEn) of glycerin. The average AMEn value was 3561 kcal/kg. However, it was observed variation between values ($P \leq 0.0001$) in function of the level of inclusion of crude glycerin to the diets. The maxiumum value was obtained with 15% inclusion. In this percentage of inclusion it was observed an increase of water excretion in the excreta.

In the second experiment it was evaluated pure glycerol, as source of energy for male Ross 308 broiler diets, now with 0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10.0% inclusions. It was collected excreta and controled feed and water intakes to measure coefficients of metabolizability of different components of the diets. It was observed that broilers that ate 10% of pure glycerol had the worst metabolized dry matter and nitrogen and had the highest glycerol level in the blood when compared to the others. There was no change in the composition of the carcass on dry matter, protein and fat. In another part of the experiment one group of animals, consuming diets with 0 and 10% pure glycerol, were sacrificed after 13 days of diets consumption to determine the level of triglycerides and cholesterol in liver and to determine muscle catabolism of glycerol. The treatments only affected the hepatic cholesterol and the greatest figure was observed in animals consuming pure glycerol.

With this information it is possible to conclude that it is feasible the use of glycerol in broiler diets as energy source. However, the energy contribution of this ingredient depends on its level of inclusion and it is limited to a maximum level of 7.5% of the diet. The maximum crude glycerin use depends on its glycerol composition.

Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, (87p.). August
,2008

SUMARIO

Capítulo I	Página
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Glicerol e glicerina. Definição e caracterização.....	5
2.2. Glicerina bruta proveniente dos óleos e gorduras.....	6
2.3 Absorção intestinal do glicerol.....	7
2.4. Metabolização intestinal do glicerol.....	7
2.5. Transporte de glicerol nas membranas.....	8
2.6. Metabolismo do glicerol.....	9
2.7. Enzimas importantes no metabolismo do glicerol.....	10
2.8. Alterações metabólicas induzidas pelo glicerol	14
2.9. Regulação do metabolismo do glicerol.....	16
2.10. Metanol – Principal contaminante tóxico da glicerina.....	19
2.11. Experimentos empregando o glicerol na alimentação animal..	25
3. HIPÓTESES E OBJETIVOS.....	29
Capítulo II	
Determinação da energia metabolizável de uma glicerina em frangos de corte.....	32
Resumo.....	32
Descrição do problema.....	32
Materiais e métodos	33
Resultados e discussão	34
Conclusões e aplicações.....	38
Referências e notas.....	38
Capítulo III	
Uso de glicerol puro como fonte de energia para frangos de corte.....	42
Resumo.....	42
Descrição do problema.....	44
Materiais e métodos.....	44
Resultados e discussão.....	47
Conclusões e aplicações	51
Referências e notas.....	52
Capítulo IV	
1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS.....	71
VITA.....	120

RELAÇÃO DE FIGURAS

CAPÍTULO I	Página
1. Estrutura do glicerol.....	5
2.Principais reações do glicerol e a participação das enzimas.....	11
3.Interrelação entre as passagens de G3P até gliceraldeído 3P e de piruvato até lactato.....	19
4.Metabolismo do metanol no fígado.....	21
5.Ácido úrico, origem de seus componentes.....	22
6. Função do ácido fólico como transportador de grupos metilas.....	23
CAPÍTULO II	
1. Excreta de animais consumindo 0 e 20% de glicerol e conteúdo ileal de um animal consumindo 20% de glicerol.....	36

RELAÇÃO DE GRÁFICOS

CAPÍTULO II	Página
1 Excreção diária de água nas excretas em função do percentual de glicerol na dieta.....	35
2 Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio da glicerina, em diferentes percentagens de inclusão nas dietas.....	37
CAPÍTULO III	
1. Níveis de glicerol livre no sangue dos frangos aos 38 dias de idade	50

RELAÇÃO DE TABELAS

CAPÍTULO I.....	Página
1.Amostras de glicerina.....	24
CAPÍTULO II	
Tabela 1: Composição das dietas dos diferentes tratamentos em percentagens de inclusão como matéria natural.....	40
CAPÍTULO III.....	41
1. Consumo, retenção, excreção e balanço de água em aves alimentadas com diferentes concentrações de glicerol, de 25 a 28 dias de idade	55
2. Consumo, retenção, excreção e balanço de água em aves alimentadas com diferentes concentrações de glicerol, de 35 e 38 dias de idade.....	56
3. Matéria seca das excretas coletadas entre 25 e 28 e 35 e 38 dias de idade e matéria seca do conteúdo do íleo aos 38 dias de idade, em aves alimentadas com diferentes concentrações de glicerol na dieta.....	57
4. Metabolizabilidade da matéria seca, da energia bruta, do nitrogênio e da energia metabolizável aparente das dietas, de 25 e 28 dias de idade.....	58
5. Metabolizabilidade da matéria seca, da energia bruta, do nitrogênio e da energia metabolizável aparente das dietas entre 35 e 38 dias de idade.....	59

6. Rendimento de carcaça (RENC) dos animais aos 38 dias de idade...	60
7. Concentrações de colesterol (COL), de triglicérides (TG) e catabolismo muscular do glicerol até CO ₂ (CAT MUSC) nos fígados	61

RELAÇÃO DE ELEMENTOS NO SUMARIO

Tabela 1: Experimento 1. Resultados correspondentes aos animais do TCAV.....	71
Tabela 2. Experimento 1. Resultados correspondentes aos animais do TCR.....	73
Tabela 3. Experimento 2. Desempenho dos animais de 21 a 28 dias de idade.....	75
Tabela 4. Experimento 2. Desempenho dos animais de 28 a 38 dias de idade.....	77
Tabela 5. Experimento 2. Desempenho dos animais de 21 a 38 dias de idade.....	79
Tabela 6. Experimento 2. Carcaças dos animais sacrificados no fim do experimento, rendimento e características químicas principais.....	81
Tabela 7. Experimento 2. Metabolizabilidade das dietas, entre 25 e 28 dias de idade	83
Tabela 8. Experimento 2. Metabolizabilidade das dietas, entre 35 e 38 dias de idade.....	85
Tabela 9. Experimento 2. Matéria seca das excretas em relação com a matéria seca do conteúdo ileal	87
Tabela 10. Experimento 2. Análises bioquímicas feitas em fígados e músculos	89
Tabela 11. Experimento 2. Níveis de glicerol no sangue.....	90
Apêndice: Análises estatísticas do primeiro experimento.	
Experimento com alimentação à vontade - TCAV.....	91
Ganho de peso diário das aves.....	91
Consumo diário de alimento das aves.....	91
Conversão alimentar das aves.	91
Água excretada pelas aves.....	91
Energia metabolizável aparente do alimento.....	91
Equação que relaciona a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio da glicerina com a percentagem de glicerol no alimento.....	92
Apêndice: Análises estatísticas do primeiro experimento.	
Experimento com alimentação restrita - TCR.....	92
Ganho de peso diário das aves.....	92
Conversão alimentar das aves.....	92
Água excretada pelas aves.....	93
Equação que relaciona a água excretada com a percentagem de glicerol no alimento.....	93
Equação que relaciona a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio da glicerina com a percentagem de glicerol no alimento.....	94
Apêndice: Análises estatísticas do segundo experimento.	
Período compreendido entre 21 e 28 dias de idade aves.....	95

Consumo diário de água das aves.....	95
Relação de consumo de água e de alimento das aves.....	95
Conversão alimentar das aves.....	95
Ganho de peso diário das aves	96
Consumo diário de água das aves.....	96
Consumo diário de água das aves.....	96
Relação de consumo de água de alimento das aves.....	97
Consumo diário de água em função da percentagem de glicerol da dieta.....	97
Período compreendido entre 25 e 28 dias de idade das aves, (primeiro período de coleta das excretas)	97
Balanço de água retida em relação a água consumida pelas aves.....	97
Consumo diário de água das aves.....	98
Excreção diária de água pelas aves.....	98
Retenção de água diária das aves.....	98
Metabolismo da matéria seca consumida pelas aves.....	99
Metabolismo da energia bruta consumida pelas aves.....	99
Energia metabolizável aparente do glicerol consumido pelas aves.....	99
Metabolizabilidade das dietas consumidas pelas aves.....	100
Excreção diária de água das aves.....	100
Balanço da água consumida e da água retida.....	101
Metabolizabilidade da matéria seca.....	101
Metabolizabilidade da energia bruta.....	102
Metabolizabilidade do nitrogênio.....	103
Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio do glicerol	104
Período compreendido entre 28 e 38 dias de idade das aves (primeiro período de coletas de excretas).....	104
Consumo diário de água das aves.....	104
Relação entre água e alimento consumidos.....	105
Conversão alimentar das aves.....	105
Ganho de peso diário das aves.....	105
Consumo diário de alimento das aves.....	105
Consumo diário de água.....	105
Relação de consumo de água e de alimento das aves.....	106
Período compreendido entre 35 e 38 dias de idade das aves, (segundo período de coleta de excretas).....	107
Balanço de água retida em relação a água consumida pelas aves.....	107
Consumo diário de água das aves.....	107
Excreção diária de água das aves.....	108
Retenção de água diária das aves.....	108
Energia metabolizável aparente do glicerol consumido pelas aves.....	108
Metabolizabilidade das dietas consumidas pelas aves.....	108
Metabolismo da matéria seca consumida pelas aves.....	109
Metabolismo da energia bruta consumida pelas aves.....	109
Excreção diária de água das aves.....	109
Balanço de água consumida e de água retida.....	110
Metabolizabilidade da matéria seca.....	110
Metabolizabilidade da energia bruta.....	111

Metabolizabilidade do nitrogênio.....	112
Energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio do glicerol.....	113
Período experimental total, de 21 a 38 dias de idade das aves.....	113
Matéria seca das excretas de 25 a 28 dias de idade das aves.....	113
Matéria seca das excretas de 35 a 38 dias de idade das aves.....	114
Matéria seca do conteúdo ileal	114
Relação entre água consumida e alimento consumido de 21 a 38 dias de idade.....	114
Conversão alimentar das aves.....	114
Rendimento de carcaça das aves no final do experimento	114
Concentração de glicerol no sangue das aves.....	115
Concentração de glicerol no fígado das aves.....	115
Concentração de colesterol no fígado das aves.....	115
Relação entre água consumida e alimento consumido.....	115
Consumo diário de água das aves.....	116
Conversão alimentar das aves.....	117
Interação tratamento-tempo para metabolizabilidade da matéria seca, entre 25 e 38 dias de idade.....	118
Interação tratamento-tempo para energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio entre 25 a 38 dias de idade.....	119

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, estamos passando por um dos momentos mais críticos dos últimos anos no mercado dos cereais. Estes produtos, classicamente utilizados como fontes de energia destinada à alimentação humana e de animais, vêm sendo consumidos acima de suas produções, fazendo com que os estoques mundiais sejam os menores dos últimos trinta anos (USDA, 2008). Isto está ocorrendo pois, entre tantos fatores, a China tem tido um aumento impressionante no consumo interno de grãos e os demais países estão sendo incapazes de fornecer estes produtos em quantidades pelo menos similares àquelas consumidas (USDA, 2007).

Por outro lado, as flutuações dos preços das fontes energéticas fósseis tem tornado economicamente rentáveis as alternativas de produção de combustíveis biológicos. Isto veio associado ao interesse de diminuir a poluição ambiental e de diminuir a dependência política dos países compradores de petróleo dos países fornecedores (Sachs, 2007). Isto transformou os biocombustíveis (etanol e biodiesel) em novos e importantes integrantes do mercado energético. Com este objetivo, os Estados Unidos da América do Norte estão avançando na produção de etanol, usando como matéria prima o milho. Isto tem promovido a ampliação da demanda e complicado ainda mais a situação dos consumidores deste cereal. Segundo o USDA (2007), à longo prazo o preço internacional do milho será de US\$148/t (2009/2010), reduzindo até US\$130/t , em 2016/2017 (Westhoff et al., 2007).

O Presidente dos Estados Unidos de América, George Bush, em seu

discurso sobre o Estado da União, de janeiro de 2007, fortaleceu a meta de produção de etanol em 130 bilhões de litros, para 2017, e 225 bilhões de litros, para 2030. Estes valores devem ser comparados com os 18,75 bilhões de litros produzidos em 2006 (Sachs, 2007). Segundo Lamers et al. (2007a), para cada litro de biocombustível produzido são obtidos 79 gramas de glicerol.

Esta situação traz para a produção animal intensiva um grande problema. Nesta área, tudo o que foi alcançado através da nutrição foi baseado no uso de matérias primas tradicionais, especialmente o milho, os óleos e as gorduras. Com o aumento dos preços dos cereais, os nutricionistas têm sido desafiados à empregar matérias primas alternativas, tendo em vista que o uso dos ingredientes convencionais tem forçado a redução dos resultados econômicos do negócio.

Frente a esta situação, o glicerol, subproduto da produção de biodiesel, aparece como uma alternativa viável como fonte de energia para as dietas animais. Entretanto, a sua variabilidade e o desconhecimento que os nutricionistas têm quanto ao seu uso, tem limitado a sua inclusão às dietas.

A glicerina bruta, obtida a partir da produção do biodiesel, tem 70 a 80% de glicerol, sendo normalmente empregada no mercado de plásticos, de resinas, de adesivos, de lacas, etc. O glicerol, quando com pureza de 95,5 a 99%, é utilizado na indústria de cosméticos e farmacêutica (BUDAVARI, 1989). A desuniformidade de sua composição química pode promover resultados variáveis de desempenho nos animais. Assim, é importante conhecer as características do produto para poder determinar qual é a percentagem que poderá ser empregada na dieta dos animais.

O objetivo deste trabalho é determinar o valor energético de uma

glicerina proveniente da produção de biodiesel, de boa qualidade, e estudar a sua utilidade como matéria prima na nutrição animal e quais seriam os níveis a serem utilizados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Glicerol e glicerina. Definição e caracterização.

O glicerol (1,2,3 propanotriol), com fórmula química $C_3H_8O_3$, é uma substância química sem cor, límpida, de pouco cheiro e gosto doce. Tem peso molecular de 92,09, peso específico a 25°C de 1,249 kg/dl e ponto de ebulição, a uma atmosfera, de 290°C (BUDAVARI, 1989).



Figura 1: Estrutura do glicerol. Adaptado de <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/images/biomoleculas/glicerol.gif>. Acessado em: 31/03/09.

Segundo Barceló (1959), Howard e Neal (1992) e Ashfor (1994), a palavra glicerina é sinônimo de glicerol. Trata-se de um trihidroxipropano. Entretanto, na prática, classicamente a palavra glicerina é empregada para fazer referência de que não se trata de uma substância pura, que só tem glicerol, que tem contaminantes e o glicerol é o produto puro. Como normalmente a glicerina contém mais do que 95% de glicerol em sua composição, muitas vezes ela é tratada como sinônimo de glicerol. Neste texto, será mantida a

diferenciação entre glicerina e glicerol.

Tradicionalmente, a glicerina é proveniente da indústria do sabão. Entretanto, no momento, uma grande quantidade tem sido obtida na produção de biodiesel. O glicerol, reconhecido como aditivo alimentar número 422 (GSFA, 2007), tem sua inclusão permitida em vários alimentos e também tem sido empregado na alimentação de diferentes espécies animais. Porém, para usá-lo é imprescindível conhecer o seu metabolismo e a capacidade máxima de uso para cada espécie, em suas diferentes fases de produção. Muitas pesquisas de metabolismo foram desenvolvidas com ratos e humanos e poucas com aves.

2.2. Glicerina bruta proveniente dos óleos e gorduras

Muitos lipídios foram considerados como fonte de energia para motores. Entretanto, tinham problemas com suas viscosidades, dificultando a ignição. A viscosidade de um óleo é 10 a 12 vezes maior que aquela de um combustível. A transesterificação das gorduras e dos óleos, substituindo o glicerol por outros álcoois, solucionou o problema de viscosidade e favoreceu o seu uso como combustível (Demirbas, 2002).

A reação de transesterificação, com metanol, pode ser descrita como $1M$ de triglicerídio + $3M$ de metanol = $3M$ de ésteres de metanol + $1M$ de glicerol. Entretanto, na prática, para que a reação tenha o resultado desejado, a concentração de metanol deve ser de $6M$. Além disto, a temperatura de reação deve ser de $65^{\circ}C$. A pressão deve ser adequada e também há a necessidade de um catalisador. Os catalisadores mais comuns são o hidróxido de sódio e o hidróxido de potássio, e são empregados em concentrações de 0,3 a 0,6%.

Também são usados alguns ácidos. Metanol é o álcool normalmente usado para substituir o glicerol. Ele reage com o catalisador, e produz um composto capaz de tirar o ácido graxo do triglicerídio e reesterificá-lo com metanol. Como resultado desta reação, são obtidos o biodiesel e a glicerina bruta. Ambos estarão contaminados com triglicerídios, com metanol e com quantidades variadas de sódio ou potássio (Van Gerpen et al., 2004). O grau de contaminação da glicerina dependerá da fonte do óleo ou da gordura e do grau de purificação do biodiesel (Thompson e He, 2006).

2.3. Absorção intestinal do glicerol

Para entender a absorção do glicerol, um experimento foi desenvolvido empregando o intestino delgado de ratos (Kato et al., 2004). O experimento permitiu identificar que o glicerol tem dois mecanismos de absorção - um de transporte ativo e um de transporte passivo. O primeiro mecanismo depende de um sistema de transporte e é inibido pelo uso de sódio e é responsável por 70% do transporte do glicerol em baixas concentrações (Kato et al., 2004).

2.4. Metabolização intestinal do glicerol

Com respeito à metabolização do glicerol no intestino de ratos, Saunders e Dawson (1962) demonstraram que ele pode ser aproveitado tanto como fonte de energia, quanto pode ser transformado em ácido láctico. Em um trabalho feito com ratos ("in vitro"), os autores observaram que o glicerol marcado com C14 pode ser metabolizado até CO₂. A absorção dos ácidos graxos estimulou a incorporação do glicerol nos triglicerídios. Esta síntese e

esta incorporação são feitas na mucosa intestinal.

Com experimentos *in vivo*, Saunders e Dawson (1962) comprovaram que uma quantidade significativa de glicerol marcado, fornecido no duodeno de ratos, foi recuperada nos lipídios do conduto torácico. Segundo os autores, muitas pesquisas anteriores tiveram resultados negativos, quando foram usadas sondas gástricas. Naquelas condições, o glicerol e os ácidos graxos deixaram o estômago com diferentes taxas de passagem e foram absorvidos com diferentes velocidades, em diferentes locais do intestino, fazendo com que fosse encontrada pouca quantidade de glicerol esterificado em lipídios.

2.5. Transporte de glicerol nas membranas

Muitas evidências sugerem que o transporte do glicerol até o interior da célula não é um fator limitante para a sua utilização (Cahill et al., 1959 e Larsen, 1963, citados por Vernon e Walker, 1970). É conhecida a função das aquaporinas, que são parte da camada da membrana celular e que facilitam o transporte de água e de substâncias hidrossolúveis. As aquaporinas, que estão relacionadas com o transporte de glicerol, são chamadas de aquagliceroporinas (Maeda et al., 2004). Estes autores demonstraram que ratos carentes de um gen produtor de aquaporina 7 não tiveram aumento de glicerol no sangue, quando aplicado um agonista β adrenérgico (estimulante de lipólise). Entretanto, isto ocorreu em ratos normais. Já, quanto aos ácidos graxos liberados, não foram identificadas diferenças nos níveis séricos dos animais provenientes dos dois grupos experimentais. Isto demonstrou a incapacidade dos ratos carentes do gen produtor de aquaporina 7 de transportar o glicerol liberado na lipólise até o exterior dos adipócitos.

2.6. Metabolismo do Glicerol

O glicerol tem três funções importantes no organismo. Serve como esqueleto carbonado para a gliconeogênese, como transportador de equivalentes redutores, desde o citosol até a mitocôndria, para fosforilação oxidativa e como esqueleto dos triglicerídios (Lin et al., 1976).

O glicerol pode ser metabolizado e oxidado rapidamente pelo organismo. Doerschuk (1951) demonstrou que 24 horas após ratos terem recebido uma injeção intra-peritoneal de glicerol marcado, a quantidade de glicerol convertido em CO₂ foi de 80%, sendo 6% eliminado pela urina e 5,5% armazenado no fígado.

Por muito tempo foi entendido que o fígado seria o único órgão de utilização do glicerol, uma vez que não havia sido demonstrada a presença da enzima glicerol quinase em outros tecidos. Entretanto, já foi demonstrado que o músculo também tem a capacidade de metabolizá-lo.

Toews (1966) verificou que no músculo do diafragma de ratos, apesar da carência da enzima glicerol quinase, o glicerol pode ser metabolizado pela enzima glicerol redutase, na presença de NADPH.

Segundo Lin (1977), o fígado é responsável por três quartos do total da capacidade de metabolização de glicerol no organismo e tem uma capacidade de transformação de 2 a 4 $\mu\text{moles}/\text{min}/\text{g}$ de tecido fresco. Níveis séricos menores do que 1 mM podem ser completamente utilizados. Quando este limite é ultrapassado, a utilização não é total e esta relacionada com a concentração de glicerol no sangue.

Os rins são responsáveis, no mínimo, por um sexto da utilização

total do glicerol. A reabsorção do glicerol pelos rins é fundamental para que o composto não seja eliminado pela urina. O glicerol pode ser totalmente retirado do sangue pelos rins, quando a sua concentração for de 1mM (Lin, 1977).

Segundo Simon et al. (1999), o glicerol pode ser retirado do sangue pelos músculos e não pelo tecido adiposo. Segundo os autores, após a absorção intestinal, o fígado é responsável pelo menos pela metade da utilização sistêmica do glicerol. Em humanos, o jejum prolongado promove um aumento do uso do glicerol pelo fígado.

No jejum, tem sido observado um aumento de ácidos graxos não esterificados e de glicerol no sangue, que são liberados pelo tecido adiposo. Esta liberação é mediada pela lipase hormônio sensível. Depois de uma lipólise, quando glicose é injetada para recompor o “status” metabólico do animal, é possível verificar uma diminuição dos ácidos graxos no sangue, que são absorvidos pelo tecido adiposo, mas não do glicerol. Isto diminui a relação ácidos graxos:glicerol no sangue (Simon et al., 1999) e demonstra a incapacidade do tecido adiposo em utilizar o glicerol livre no sangue para produzir glicerol 3P, capaz de esterificar os ácidos graxos, sendo utilizada em seu lugar a glicose para sintetizá-lo.

2.7. Enzimas importantes no metabolismo do glicerol

Principalmente, a metabolização do glicerol é feita por três enzimas que são a glicerol quinase, a glicerol 3 fosfato desidrogenase citosólica (G3P desidrogenase), também chamada de G3P oxiredutase, por ter sua ação reversível e é dependente de NAD, e a glicerol 3 fosfato desidrogenase mitocondrial, que é dependente de FAD (Lin et al., 1976) (Figura 2).

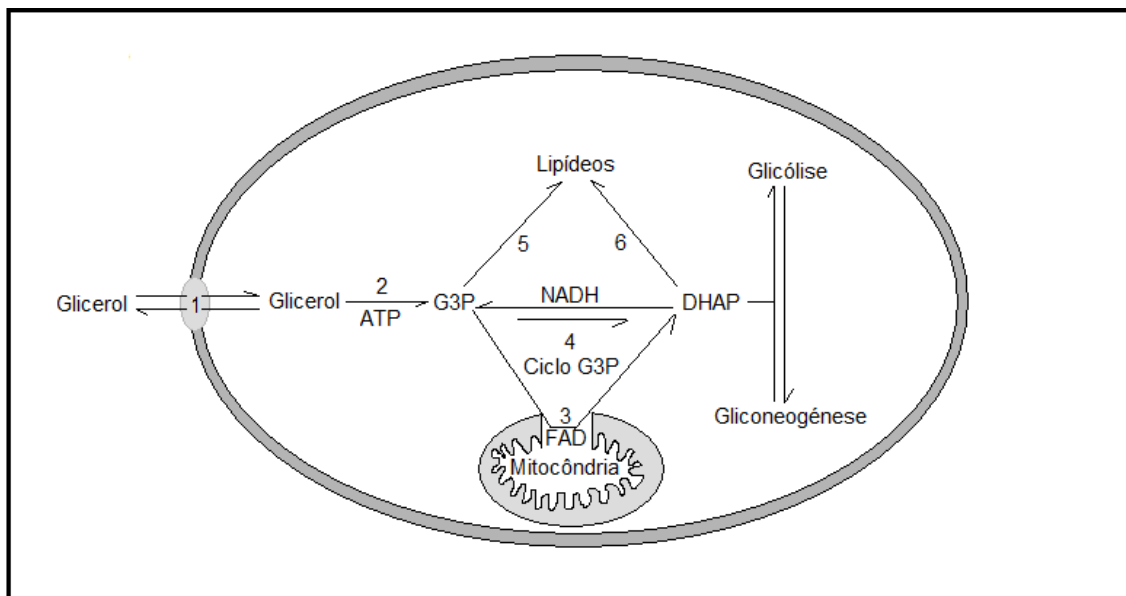


Figura 2. Principais reações do glicerol e a participação das enzimas

1. Proteína transportadora de glicerol; 2. Glicerol Quinase; 3. Glicerol 3P Desidrogenase; 4. Glicerol 3 Fosfato Oxireductase (glicerol 3 fosfato dehidrogenase citoplasmática); 5. Glicerol 3 Fosfato Aciltransferase; 6. Dihidroxiacetona Fosfato Aciltransferase (G3P - glicerol 3 fosfato, DHAP - dihidroxi acetona fosfato).

Adaptado de Lin, 1977.

A primeira enzima que participa da metabolização do glicerol é a glicerol quinase. Ela também pode aceitar a dihidroxiacetona e o L-gliceraldeído como substrato e o CTP e o UTP podem substituir o ATP como doadores de grupo fosfato, embora o ATP seja o principal doador. Esta reação tem uma K_M para a fosforilação de 3 a 10 μM e é regulada pelo “status” energético da célula e ocorre quando ela tem energia. A reação é inibida quando ocorre o acúmulo de GP3, que é o produto imediato da reação de fosforilação. Segundo Robinson e Newsholme (1968), a K_M da enzima glicerol quinase hepática é de $3,16 \times 10^{-6}\text{M}$, que é muito inferior à K_M da enzima glicerol desidrogenase (0,63M) (Moore, 1959, citado por Vernon e Walker, 1970) e da enzima pirofosfato fosfotransferase (3M) (Stetten e Rounbehler, 1968). Estas diferenças de K_M são fundamentais na metabolização do glicerol. Vernon e Walker (1970) fizeram uma afirmação de que as K_M das enzimas é que limitam a metabolização do glicerol. Entretanto, esta afirmação não é

devida pois a K_M expressa a afinidade da enzima pelo seu substrato (concentração de substrato na qual uma quantidade fixa de enzima, em condição padrão, produz a metade da quantidade máxima de produto de reação possível). A K_M não é indicativa da atividade da enzima no órgão. Assim, à medida que a concentração de um substrato aumenta e as enzimas vão convertendo substrato em produto, algumas delas começam a ser limitantes. Portanto, para afirmar qual a enzima limitante em um processo de metabolização, é importante conhecer a sua V_{max} (velocidade máxima para catalisar uma reação), a sua concentração dentro da célula ou determinar, diretamente, a atividade de cada uma delas nos tecidos.

Após o nascimento, os ratos têm uma grande demanda de glicose que, em parte, pode ser atendida pela lactose da dieta. Entretanto, é muito importante a liberação do glicerol, durante o catabolismo das gorduras de reservas. Vernon e Walker (1970) identificaram que em ratos neonatais, o nível de glicerol aumenta e logo diminui e a capacidade de utilizar o glicerol para gliconeogênese aumenta com o tempo. No fígado, a atividade específica da enzima glicerol quinase aumenta nos primeiros 4 dias de vida. Nos rins, aumenta até os 50 dias e é menor do que no fígado (Vernon e Walker, 1970). A capacidade de síntese de glicose e de glicogênio, a partir de glicerol, está correlacionada com o nível da enzima glicerol quinase naqueles tecidos ($r=0,99$ - $P<0,001$, para o fígado e $r= 0,87$ - $P <0,01$, para os rins). Os autores também encontraram atividade da enzima glicerol quinase na gordura marrom e no intestino, mas não encontraram nos músculos cardíaco e esquelético, no pulmão, no baço, no cérebro ou na gordura branca. Eles também identificaram a contribuição do fígado e dos rins na atividade da enzima glicerol quinase

corporal de 70%, no neonato e de 95%, em um animal adulto. No fígado, a atividade da enzima glicerol quinase foi maior nos machos ($P < 0,01$) do que nas fêmeas. As fêmeas tiveram melhor atividade da enzima nos rins, no intestino e na gordura marrom ($P < 0,05$).

A atividade hepática da G3P oxiredutase representa de 4 a 12% da atividade total desta enzima no organismo. Entretanto, a maior atividade dela encontra-se no músculo (90%). Nos rins sua presença corresponde a somente 1% do total (Lin, 1977).

A atividade específica da G3P desidrogenase ocorre no fígado, nos músculos, no intestino e no cérebro (Lin, 1977). Ela é fundamental na metabolização do glicerol. Tem atividade maior do que a atividade da enzima glicerol quinase, que é o principal limitante para a metabolização do glicerol (Vernon e Walker, 1970).

O excesso de glicerol sem metabolizar pode causar alguns problemas. Em humanos, existe uma doença metabólica causada pela carência da enzima glicerol quinase. Em ratos, a mesma enfermidade é causada pela deficiência do cromossoma X, cuja mutação vem associada a outras doenças. A carência da enzima promove hiperglicerolemia, que diminui o desenvolvimento psico motor e o crescimento (Huq et al., 1997).

Huq et al. (1997), em um experimento feito com ratos, demonstraram que fêmeas heterozigotas para o gen da enzima glicerol quinase, presente no cromossoma X, tiveram valores normais de glicerol no sangue e não tiveram sintomas de deficiência. Já ratos machos, homozigotos recessivos para este gen, nasceram normalmente e no segundo dia de vida diminuíram o crescimento, morrendo no terceiro dia, com hipoglicemia e hiperglicerolemia.

Os mesmos autores (Huq et al. (1997) também observaram que ratos machos heterozigotos têm níveis de ácidos graxos livres maiores no sangue. Isto ocorre porque o G3P é limitante na reesterificação dos ácidos graxos ou pode ser o resultado da gliconeogênese, como resposta à hipoglicemia. Também foi observado um maior nível de glicerol na urina.

2.8. Alterações metabólicas induzidas pelo glicerol

Os adipócitos de frango têm grande capacidade para depositar lipídios. Segundo Garcia-Solis et al. (2002), a capacidade de formação de gordura corporal do frango depende da quantidade da enzima G3P desidrogenase, importante para a transformação de hidroxiacetona P até G3P, necessário para a síntese de triglicerídios. Os pesquisadores demonstraram, empregando tecidos de frango, que o fígado e os adipócitos têm uma concentração elevada da enzima G3P desidrogenase. Já o tecido muscular tem uma menor concentração e uma menor atividade desta enzima. Esta enzima tem sua atividade elevada nos adipofibroblastos (precursores dos adipócitos nos embriões), quando estimulados com soro fetal de frango. O mesmo não é observado com soro fetal bovino. Isto indica que existe algum fator no soro fetal do frango que é responsável por esta situação. A dúvida que fica é o que acontece com a síntese de lipídios em frangos que recebem glicerol e não dependem de hidroxiacetona P para a síntese de G3P para produzir os triglicerídios, dependendo mais da enzima glicerol quinase.

Lin et al. (1976) descreveram o efeito negativo do glicerol na síntese de ácidos graxos. Os autores sugeriram que depois da ingestão do glicerol, o tecido hepático fica com um potencial redox reduzido e isto afeta a síntese de

ácidos graxos. Os autores estudaram a relação entre o glicerol e a lipogênese em frangos e em ratos. Eles descobriram que meios de cultivo com concentrações de 3 a 10 mM de glicerol diminuem a síntese de lipídios em cortes de tecidos hepáticos de ratos alimentados com dietas com elevado teor de glicose (fonte para a formação de triglicerídios). Meios de cultivo com 10 a 25 mM de glicerol não reduziram a síntese de ácidos graxos em fígado de frangos submetidos a mesma alimentação. Segundo os autores, em frangos o glicerol não influencia a síntese de triglicerídios.

Lin et al. (1976), em outro experimento, empregaram ratos e frangos, alimentados com dietas contendo 20,5% de glicerol (22% da energia da dieta), durante 3 dias ou três semanas. Esta quantidade de glicerol não afetou o desempenho dos animais. Também verificaram um aumento nos níveis das enzimas citrato liase e málica, sem observar um aumento na síntese de ácidos graxos. Os autores concluíram que o glicerol não influencia a síntese de triglicerídios.

Narayan e McMullen (1979) identificaram que a adição de glicerol em dietas de ratos, alimentados ou não com lipídios, promoveu um aumento de colesterol e de triglicerídios no fígado, aumentando o peso deste tecido. Já no plasma, o colesterol só aumentou quando a dieta não tinha lipídios. O glicerol promoveu um aumento de lipídios no soro. A adição de glicerol promoveu uma maior quantidade de quilomicrons e igual quantidade de HDL, quando comparado com a adição de lipídios.

O glicerol pode afetar o potencial redox da célula que o está metabolizando. Estabrook e Sacktor (1958) propuseram um sistema de lançadeira de G3P em moscas, onde a G3P oxiredutase citoplasmática, que

tem duas vias, pode reduzir DHA para G3P, consumindo NADH e produzindo NAD. A G3P entra na mitocôndria, onde se oxida e doa o seu H ao FAD, produzindo FADH. Assim a enzima é uma carreadora importante de H, além de ser uma acumuladora de H em momentos em que a célula funciona em condições anaeróbicas. Segundo Lin (1977), esta condição pode ser aplicada aos vertebrados. Nestes animais, é importante avaliar a concentração de glicerol nos tecidos. Se faltar oxigênio nos tecidos, os H que conseguirem entrar na cadeia respiratória terminariam sendo acumulados como lactato ou G3P, tirando o piruvato, o DHA ou o gliceraldeído da glicólise.

2.9. Regulação do metabolismo do glicerol

Tanto o glicerol quanto os ácidos graxos são armazenados nos triglicerídios, no tecido adiposo, e passam por um certo ciclo de reciclagem. Patsouris et al (2004) trabalharam com humanos em exercício e determinaram que em homens em estado de pós absorção, o músculo esquelético contribui com 17 a 24% do “turnover” total dos ácidos graxos e do glicerol. O glicerol é retirado do sangue pelo mesmo tecido muscular e este processo se intensifica durante os exercícios. A reesterificação não se altera durante o exercício físico, mas aumenta durante o período de recuperação.

Longmore e Hastings (1964) demonstraram que fígados provenientes de ratos criados com deficiência em colina têm menor capacidade de captação de glicerol do que fígados provenientes de ratos normais e têm a síntese de fosfolipídios diminuída, sem isto estar relacionado com a baixa absorção de P inorgânico.

A capacidade de metabolização do glicerol pode ser influenciada pelo

hormônio do crescimento. Gibney et al. (2003) comprovaram, em um experimento feito em humanos com deficiência de hormônio de crescimento (GH), que sua carência diminui a utilização de triglicerídios e de glicerol nos momentos de exercício físico, tornando os indivíduos mais obesos e com menos capacidade esportiva.

Lin (1977) demonstrou, em ratos, que a enzima glicerol quinase pode aumentar nos tecidos, por uma hiperinsulinemia. Já a enzima glicerol oxireductase aumenta no fígado e animais em jejum, que foram alimentados com dietas ricas em glicerol, frutose e outros carboidratos. Normalmente, a quantidade desta enzima diminui depois de 60 horas de jejum. Já a atividade da enzima glicerol desidrogenase mitocondrial pode ser aumentada pela tiroxina e pela triiodotironina.

Jejuns prolongados ou injeção de adrenalina podem diminuir o G3P no fígado e no coração. Deficiências de riboflavina promovem uma diminuição de 73% da enzima G3P desidrogenase mitocondrial, aumentando o valor de G3P (Lin, 1977). A adrenalectomia bilateral promove um aumento de 40 a 70% da atividade da enzima G3P desidrogenase mitocondrial, reduzindo a quantidade de G3P em 30%. Assim, é muito importante controlar o estresse dos animais, quando se pretende analisar sua concentração (Lin, 1977).

Em diferentes situações, a regulação das rotas metabólicas pode ser mediada pela expressão de diferentes genes. Segundo Patsouris et al. (2004), o jejum induz a expressão de gens de oxidação de ácidos graxos e de gens cetogênicos, assim como das enzimas G3P desidrogenase citosólica e mitocondrial, que são dependentes da manifestação do gen PPAR α . A enzima fosfoenol piruvato carboxiquinase, que é gliconeogênica, também é regulada

pelo gen PPAR α . Regulações semelhantes também têm sido observadas para a glicerol quinase, a aquaporina 3 (AQP3) e a aquaporina 9 (AQP9).

Nos adipócitos, a expressão do gen PPAR α é baixa. A expressão do gen PPAR α induz a utilização de glicerol no fígado, para a formação de glicose. Já o gen PPAR β , que têm maior expressão no tecido adiposo, induz a utilização do glicerol pelo tecido adiposo. A produção hepática de glicose diminui em ratos com deficiência do gen PPAR α e o glicerol é um dos principais precursores para a produção de glicose, em condição de jejum (Patsouris et al., 2004).

A glicose sanguínea atingiu um terço em animais deficientes no gen PPAR α , submetidos a um jejum de 24 h. Com relação aos animais controle, o nível de ácidos graxos livres no plasma foi três vezes superior. Animais deficientes no gen PPAR α são mais sensíveis à insulina (Patsouris et al., 2004).

Muitas destas situações de regulação foram estudadas com níveis baixos de glicerol, normalmente ingeridos como parte dos triglicerídios ou liberados no sangue durante a lipólise. Entretanto, quando usado como fonte de energia, os níveis de glicerol no sangue e nos tecidos são maiores. Em ratos, a injeção de elevadas concentrações de glicerol promove uma rápida metabolização de glicerol a G3P, ficando no fígado quando injetado em concentração superior a 20 mM. A concentração de DHA permanece estável. O mesmo ocorre quando o fígado é perfundido com 5 mM de glicerol ou as células são incubadas em meios de cultivo contendo glicerol (Lin, 1977).

Este pico de G3P indica que normalmente a enzima glicerol quinase não está funcionando a toda sua capacidade e quando isto ocorre, aumenta o

nível de G3P. Na prática, a capacidade de inibir a enzima glicerol quinase, por parte do G3P (retroalimentação negativa), é muito baixa. A oxiredutase, que tem alta K_M por G3P, só o utiliza quando a concentração deste intermediário é alta. Na célula hepática, a inclusão de piruvato e de glicerol reduz a concentração de G3P, aumentando o lactato. A passagem de G3P para DHA produz NADH. Estes fatores sugerem que o órgão de disposição de equivalentes redutores limita a atividade da enzima G3P oxiredutase. (Lin, 1977).

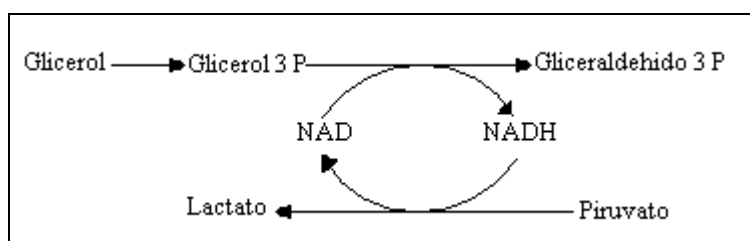


Figura 3: Interrelação entre as passagens de G3P até gliceraldeído 3P e de piruvato até lactato.

2.10. Metanol – Principal contaminante tóxico da glicerina

Muita atenção deve ser dada à padronização do processo de produção do biodiesel, para que a glicerina produzida cumpra as exigências mínimas para ser usada na alimentação animal.

O metanol, álcool que reesterifica os ácidos graxos dos triglicerídios para a produção de biodiesel, é um composto tóxico. Em outubro de 2007, dez amostras de glicerol, proveniente da produção de biodiesel de diferentes plantas da República Checa, mostraram o metanol como o principal contaminante das amostras analisadas. Também foi possível identificar que a composição do produto não é constante e contém quantidades tóxicas de metanol (CODEX, 2008).

Em humanos, o metanol compromete o sistema nervoso central, com sintomas de intoxicação entre 12 e 24 horas após a ingestão. Depois deste período, a acidose metabólica produz distúrbios visuais que são acompanhados por náuseas, vômitos, taquipneia, dor abdominal e dor de cabeça. A ação do metanol na visão é descrita como causador de um edema do disco ótico e que pode levar a cegueira (JOHLIN et al., 1987).

O metanol, “per se”, não é um composto altamente tóxico. A intoxicação se inicia pela ação da enzima não específica, álcool desidrogenase. Primeiramente, o metanol é oxidado por esta enzima a formaldeído. Posteriormente, o formaldeído, pela ação da enzima formaldeído desidrogenase, é transformado em ácido fórmico ou formato, dependendo do pH do meio. Esta oxidação ocorre rapidamente e o formaldeído não é encontrado. Posteriormente, o ácido fórmico é metabolizado a CO_2 e a H_2O , que são excretados pelos rins e pelo pulmão (Jacobsen e McMartin, 1986) (Figura 4). Destas reações, antes da excreção de CO_2 e de H_2O , ocorre um acúmulo de formaldeído e de ácido fórmico, que são tóxicos ao organismo (CODEX, 2008).

O acúmulo de ácido fórmico é responsável pela presença da acidose metabólica. O ácido fórmico inibe a respiração celular, produzindo acidose láctica. Ele também, ao acumular na retina, é responsável pela cegueira (JOHLIN et al., 1987).

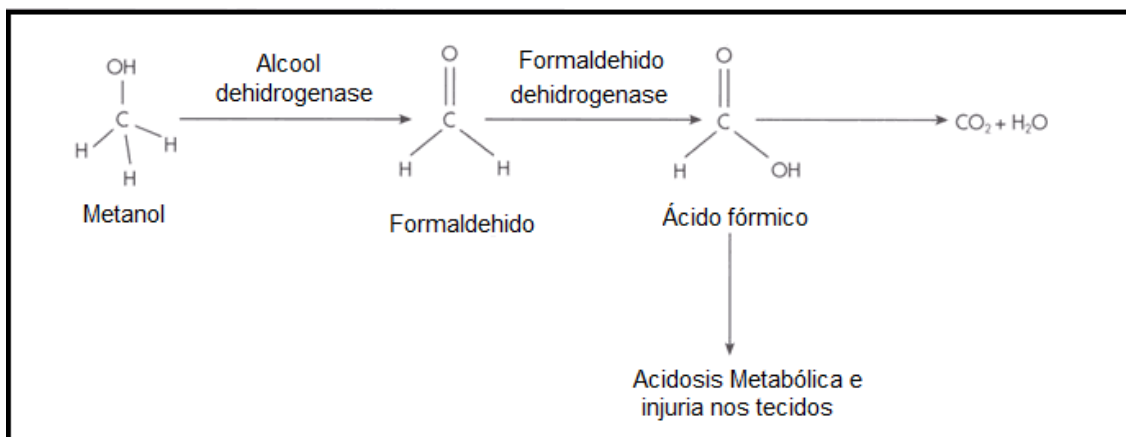


Figura 4. Metabolismo do metanol no fígado

Fonte: <http://www.antizol.com/mpoisono.htm>. Methanol poisoning overview, Jazz pharmaceutical.

A suscetibilidade para uma intoxicação por metanol depende da capacidade do animal em metabolizar o formato. A oxidação do formato depende da quantidade de tetrahidrofolato presente no fígado. Nos primatas, sua concentração é de 60%, quando comparada com ratos, sendo a capacidade de metabolização do formato pelos primatas 50% daquela encontrada em ratos (Black et al., 1985).

O formato tem uma função importante na síntese de purinas e de pirimidinas e na síntese do ácido úrico, que é a principal fonte de excreção de nitrogênio nas aves e nos répteis. Também o formato é incorporado ao ácido inosínico e a hipoxantina, sendo posteriormente precursor do ácido úrico, incorporando os carbonos 2 e 8 do ácido úrico (Scott et al., 1982) (Figura 5).

Marsh (1951) alimentou pombas com 1 a 25 mM de formato de sódio marcado, por um tubo até o estômago, por um período de dois ou três dias, e frangos, com 5 mM de formato de sódio, marcado e misturado no alimento, por um período de três dias. O autor demonstrou que o ácido fórmico foi incorporado na adenina e na guanina. O isótopo foi encontrado com igual distribuição nos carbonos 2 e 8.

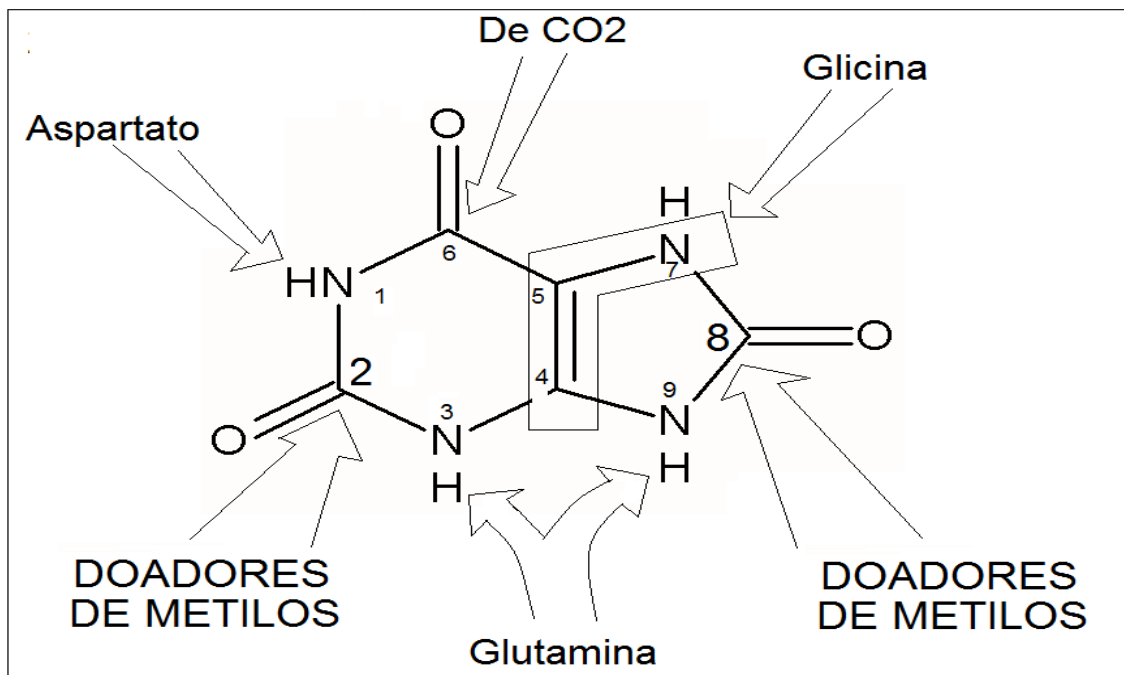


Figura 5. Ácido úrico, origem de seus componentes
Adaptado de Scott et al., 1982.

O ácido fólico é uma vitamina essencial para o transporte de grupos metila de vários compostos, entre eles o formato. No fígado, ratos deficientes em ácido fólico incorporaram menor quantidade de carbonos de ácido fórmico marcado aos carbonos 2 e 8, das purinas e das pirimidinas. (Drysdale et al., 1951) (Figura 6).

O metanol é lentamente eliminado depois da sua ingestão ou inalação. Em ratos, a excreção ocorre principalmente pelos pulmões, como CO₂ (65%) ou metanol (14%). Na urina aparece 3% como metanol e 3% como formato (Barlett, 1950). Em coelhos, 10 a 20% é excretado pela urina, ainda na forma de metanol. Em cães, 15% é excretado pelos pulmões. Pela urina, 10% é excretado como metanol e 20% é excretado como formato (CODEX, 2008).

Embora estes compostos possam ser tóxicos para humanos, eles têm sido incluídos em dietas animais sem manifestar efeitos tóxicos. Khan et al. (2006), trabalhando com galos Leghorn, adicionaram 5 mL de formalina

(metanol)/kg de alimento, o que corresponde a 10 mL por animal ou a 3% de formalina (metanol) na água de bebida, e não observaram qualquer efeito adverso nos animais.

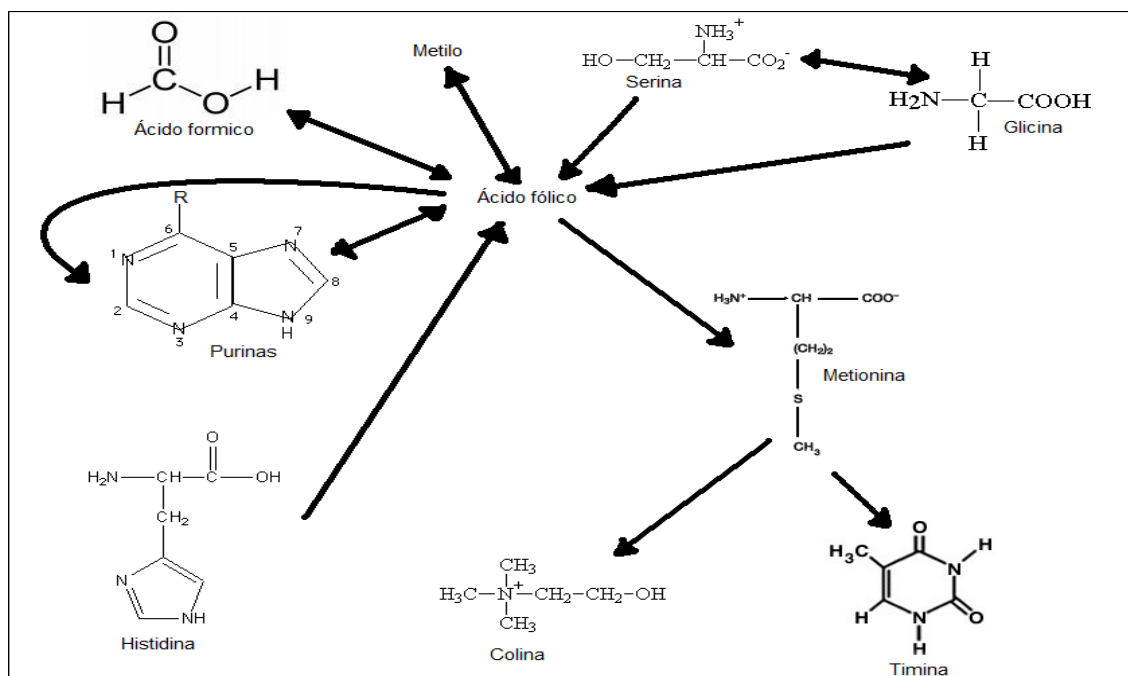


Figura 6: Função do ácido fólico como transportador de grupos metila
Adaptado de Scott et al., 1982.

Ao contrário de manifestar sintomas tóxicos, o ácido fórmico tem sido empregado na nutrição animal. Por exemplo, Canibe et al. (2005) demonstraram que suínos de 27 kg, suplementados pela dieta com 1,8% de formalina (metanol), não apresentaram qualquer efeito prejudicial no desempenho. Inclusive os autores recomendaram seu uso para a redução de patógenos no trato gastrointestinal.

Ácidos orgânicos, contendo de 1 a 8% de ácido fórmico, e sendo usados nas quantidades de 8,0; 4,5 e 2,5 kg/ton, não promoveram qualquer efeito prejudicial no desempenho de frangos de corte. Ao contrário, melhoraram o ganho de peso dos animais alimentados com dietas contendo o ácido fórmico, em comparação àqueles que foram alimentados com dietas isentas do

ácido e de antibióticos promotores de crescimento (Viola et al., 2008).

Segundo Kerr (2007), nos EUA não existe especificação para o uso de glicerol em nutrição animal. O FDA caracteriza o glicerol de acordo com a especificação CFR573640, da regulação 21, a qual exige que os ésteres de metila não superem 150 ppm (0,015%) nas dietas finais. Entretanto, é bom lembrar que o metanol, quando exposto ao ar, evapora rapidamente tanto da água quanto dos sólidos. O mesmo autor (Kerr, 2007) apresentou uma tabela de análises de glicerina, feitas em Iowa, EUA (Tabela 1).

Tabela1. Amostras de glicerina

Caracterização de glicerina bruta			
Análise	Unidade	Maió 2006	Agosto 2006
Umidade	%	9,63	12,23
Proteína Bruta	%	0,41	0,82
Ácido graxos	%	0,29	0
Ph		5,33	5,67
Glicerol total	%	86,95	84,51
Metanol	%	0,03	0,32
Cloro e Sódio	%	3,13	2,93

Adaptado de Kerr, 2007.

2.11. Experimentos empregando glicerol na alimentação animal

Kijora e Kupsch (1996) alimentaram suínos de 24 a 95 kg de peso corporal, com dietas sem glicerol, com 10% de glicerol puro ou com 5 e 10% de glicerina, proveniente da produção de biodiesel. A inclusão do glicerol e da glicerina foi feita em substituição à cevada. Os autores identificaram uma correlação positiva ($r=0,90$) entre a quantidade de glicerol consumido e o ganho de peso diário dos animais. Também observaram polidipsia nos animais alimentados com glicerol. Depois de 12 horas de jejum, encontraram maior

quantidade de glicerol no sangue de animais que receberam glicerol na dieta. O glicerol não afetou a carcaça dos animais pois não promoveu a alteração da capacidade de retenção de água, pH, gordura, marmoreio, espessura de toucinho e porcentagem de corte magro.

Experimentos foram realizados com leitões machos de 11 kg e fêmeas de 109 kg, alimentados diariamente com uma dieta basal suplementada com quantidades crescentes de glicerina bruta (0, 5, 10 e 20%), contendo 86,95% de glicerol. Os trabalhos foram feitos para determinar a energia digestível deste ingrediente. Depois de 10 dias de adaptação, foi realizada coleta total das fezes. A energia foi determinada pela diminuição da energia das fezes e da energia bruta consumida, sendo o gradiente da regressão linear registrado como energia digestível aparente (ED) do glicerol. Em animais de crescimento, a ED foi de 3386 ± 149 kcal/kg. Já com animais com peso de abate o valor foi de 3772 ± 108 kcal/kg. O valor de energia bruta da glicerina foi de 3625 ± 25 kcal/kg (Lammers et al., 2007a).

Lammers et al. (2007b) realizaram outro experimento, com suínos de 7,9 kg, separados em grupos de machos e fêmeas, alimentados com dietas contendo 0, 5 ou 10% de glicerina bruta. O ganho de peso ($P < 0,9$) e a conversão alimentar ($P < 0,09$) dos leitões não foram afetados pelo glicerol. Os autores concluíram que a glicerina bruta pode ser utilizada na alimentação de suínos, sem alterações no desempenho. O trabalho não mencionou o valor energético do glicerol empregado na formulação.

Em outro trabalho, Lammers et al. (2008) avaliou o valor energético da glicerina bruta com 87% de glicerol. Foram feitos 5 experimentos com

suínos na fase de recria. Os autores determinaram que a ED e a EM daquele produto foram 3.344 ± 8 kcal/kg e 3.207 ± 10 kcal/kg, respectivamente. As percentagens de glicerina bruta usadas nas dietas foram 0, 5 e 10%, no primeiro experimento; 0, 5, 10 e 20 %, no segundo experimento e 0 e 10 %, nos demais experimentos (3, 4, 5).

Cerrate et al. (2006) fizeram dois experimentos com frangos de corte, machos, Cobb 500, submetidos às dietas até 42 dias de idade. No primeiro experimento empregaram 0, 5 e 10% de glicerina bruta e no segundo experimento utilizaram 0, 2,5 e 5% da mesma glicerina. O valor de energia da glicerina, considerado na formulação, foi de 3527 kcal EMA/kg, sendo 3596 kcal/kg o seu valor de energia bruta. A inclusão de 10% de glicerina bruta não afetou o desempenho dos frangos até 14 dias de idade. Depois desta fase, a inclusão de 10% de glicerina bruta comprometeu o peso corporal dos frangos, promoveu uma redução significativa no rendimento de carcaça (dressing), nos pesos de peito, de asa, de coxa e de perna, quando comparada com as outras dietas. Também comprometeu a qualidade da cama, que ficou mais úmida do que aquelas dos frangos dos outros tratamentos. A dieta com 10% de glicerina bruta se caracterizou por ter mais elevado nível de potássio do que as demais (maior que 0,15%). Isto pode ter contribuído para a maior umidade na cama. No segundo experimento, dietas com 2,5 e 5% de glicerina bruta não comprometeram o peso corporal, o peso de peito, de coxa e de perna dos frangos, quando comparados com aqueles que não receberam glicerol na dieta.

Dozier et al. (2008) desenvolveram experimentos com frangos de idades diferentes. Os períodos foram de 4 a 11 dias de idade, onde usaram

dietas com 0 e 6% de glicerol e de 17 a 24 dias e de 38 a 45 dias de idade, onde usaram dietas com 0, 3, 6 e 9% de glicerol. Os valores determinados de EMAn foram 3.621, 3.331 e 3.349 kcal/kg, respectivamente, para cada um dos períodos avaliados. Os valores não diferenciaram muito do valor da energia bruta, demonstrando a grande capacidade de metabolização do glicerol pelos frangos.

Lammers et al. (2008), trabalhando com poedeiras, avaliaram o uso de glicerina bruta na dieta. A glicerina tinha 87% de glicerol, 9% de água, 0,03% de metanol, 1,26% de Na e 3.625 kcal/kg de energia bruta. Os tratamentos tiveram a inclusão de 0, 5, 10 e 15% de glicerina bruta. A inclusão da glicerina foi feita em substituição à glicose, que foi considerada como tendo 3.640 kcal/kg of EMA. A inclusão da glicerina não promoveu qualquer alteração no consumo alimentar, na massa de ovos e na quantidade de ovos produzidos por ave/dia. A EMAn da glicerina, calculada por regressão, foi de 3.805 ± 238 kcal/kg.

3. HIPÓTESES E OBJETIVOS

As principais hipóteses do trabalho são:

É possível utilizar a glicerina, proveniente da produção do biodiesel, como fonte de energia para frangos de corte.

As características nutricionais da glicerina dependem da quantidade ingerida pelo animal.

A energia metabolizável do glicerol depende da adaptação do frango para metabolizá-lo.

O uso do glicerol nas dietas não afeta o rendimento de carcaça, nem as características dela.

A diarreia dos animais, observada em outros trabalhos, corresponde à excreção do glicerol não metabolizado pelo animal.

Os objetivos do trabalho são:

Demonstrar a possibilidade da glicerina bruta constituir-se em uma alternativa para colaborar na solução do problema da falta de opções de ingredientes energéticos para incluir nas dietas.

Compreender como o glicerol puro influencia na metabolizabilidade das dietas quando incluído nos alimentos.

Identificar aspectos bioquímicos que expliquem o metabolismo do glicerol pelos frangos de corte.

Visando atender os objetivos da investigação, foram realizados dois experimentos. O primeiro, empregando uma glicerina proveniente da produção de biodiesel (glicerina bruta), foi conduzido para avaliar o comportamento dos

animais frente a esta matéria prima e determinar sua metabolizabilidade.

O segundo experimento foi conduzido para identificar as características nutricionais de uma fonte de glicerol puro e identificar diferenças em relação ao uso de glicerina bruta, e identificar variações na composição da carcaça e nas alterações bioquímicas no frango.

CAPÍTULO II

DETERMINAÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL DE UMA GLICERINA EM FRANGOS DE CORTE

Mario Federico Gianfelici¹, Alexandre de Mello Kessler, Antônio Mário Penz Jr, Andréa Machado Leal Ribeiro, Maite Morales Vieira, Taiane Machinsky.

Palavras-chave: metabolismo, excreção de água, glicerol.

Este trabalho esta destinado principalmente aos nutricionistas.

RESUMO

Este experimento foi desenvolvido para determinar a Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) de uma glicerina proveniente da produção de biodiesel, em frangos de corte. Foram utilizados 35 frangos, machos, Ross 308, de 35 dias de idade, consumindo à vontade dietas contendo 0, 5, 10, 15 e 20% de glicerina. A determinação da EMAn foi feita por coleta total, com quatro dias de adaptação e três de coleta. Foi observado que o aumento do consumo da glicerina promoveu um aumento de excreção de água. A EMAn da glicerina variou em cada nível de inclusão e a análise por regressão identificou uma equação cúbica. A máxima energia, de 4890 kcal/kg MS, foi obtida com 15% de inclusão de glicerina. No entanto, 15% de inclusão de glicerina provocou um excesso de excreção de água, tornado impraticável a sua utilização neste nível.

DESCRICÃO DO PROBLEMA

De janeiro de 2005, até janeiro do 2007, o preço internacional do milho aumentou de US\$ 78,7/ t a US\$ 160/ t. Segundo o USDA (2007), o preço internacional do milho em 2009/2010 estará em torno de US\$ 148/ t. Frente a esta nova realidade, a

¹ Correspondente ao autor: gianfelicimf@hotmail.com

nutrição animal precisará substituir parte do milho, como fonte de energia das dietas, por outras matérias primas, sem comprometer o desempenho animal, usualmente obtido pelas fontes energéticas tradicionais.

Entre as possibilidades, deve ser considerada a glicerina bruta, subproduto da produção de biodiesel, composta por glicerol, água, gordura e minerais. O valor de energia bruta deste subproduto, dependendo da sua percentagem de óleo residual, está em torno de 3600 kcal/kg (Cerrate et al., 2006 e Lammers et al., 2008).

Para que o glicerol seja devidamente empregado como fonte de energia para não ruminantes é importante considerar o modo pelo qual esta substância é metabolizada. Segundo Li et al. (1976), seu uso depende das enzimas glicerol quinase e deidroxiacetona fosfato deidrogenase. Quando superadas as capacidades de transformação destas duas enzimas, o glicerol passa a não ser mais aproveitado, sendo, conseqüentemente, eliminado pelo organismo.

Este trabalho teve por objetivo determinar o valor energético de uma glicerina bruta e os efeitos de seu uso no metabolismo de frangos de corte.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 35 frangos de corte, machos Ross 308, com 35 dias de idade e peso médio inicial de 1938 ± 116 g. Os frangos foram alojados em gaiolas metabólicas individuais, com iluminação artificial por 24 horas.

As aves foram pesadas individualmente e distribuídas entre os tratamentos com base em seu peso, para que a distribuição entre os tratamentos fosse uniforme. Cada ave constituiu uma unidade experimental. Elas foram distribuídas em um delineamento completamente casualizado, com cinco tratamentos, que foram definidos com base em uma combinação de uma dieta basal com diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta

(Tabela 1). A glicerina utilizada foi um subproduto da fabricação do biodiesel, proveniente do óleo de soja, comercialmente denominada como glicerina loira, com 4198 kcal de EB/kg MS e 92% de MS.

A dieta basal foi à base de milho e de farelo de soja, com 2980 kcal EMA/kg, 21,2% de proteína bruta, 1,03% de lisina digestível e 0,86% de Met+Cis digestíveis.

A EMAn foi avaliada com base no método de substituição de Materson et al. (1965). Foram usados quatro dias de adaptação e três dias de coleta total das excretas, com jejum de 6 horas, que foi aplicado antes da realização da primeira coleta e no último dia de coleta. Neste último dia, as excretas produzidas foram consideradas para a análise. As excretas foram coletadas duas vezes por dia e armazenadas a -16°C. As aves foram pesadas no alojamento, no início do período de coleta e no final do experimento. No último dia do período experimental, foram consideradas as excretas produzidas no intervalo entre a última refeição e o final do período de jejum.

Nas dietas e nas excretas coletadas foram realizadas análises de energia bruta, proteína bruta e umidade (AOAC, 1995). Também foram determinados, individualmente, consumo alimentar, ganho de peso, conversão alimentar e excreção de água. A excreção diária de água foi calculada de acordo com a fórmula: água excretada=((quantidade de excreta * % MS excreta) -100).

Os dados foram submetidos à ANOVA, pelo módulo GLM do SAS (1999). As médias foram comparadas pelo Lsmeans. Para regressão, foi utilizado o módulo REG também do SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram detectadas diferenças de desempenho, embora o experimento não tenha sido planejado para determinar este tipo de resposta, pelo baixo número de

animais utilizados e pelo curto período de duração. Porém, foi observado um aumento significativo na excreção de água, com o aumento da ingestão de glicerina ($P \leq 0,001$), tendo a equação de regressão apresentado uma curva quadrática ascendente (Gráfico 1).

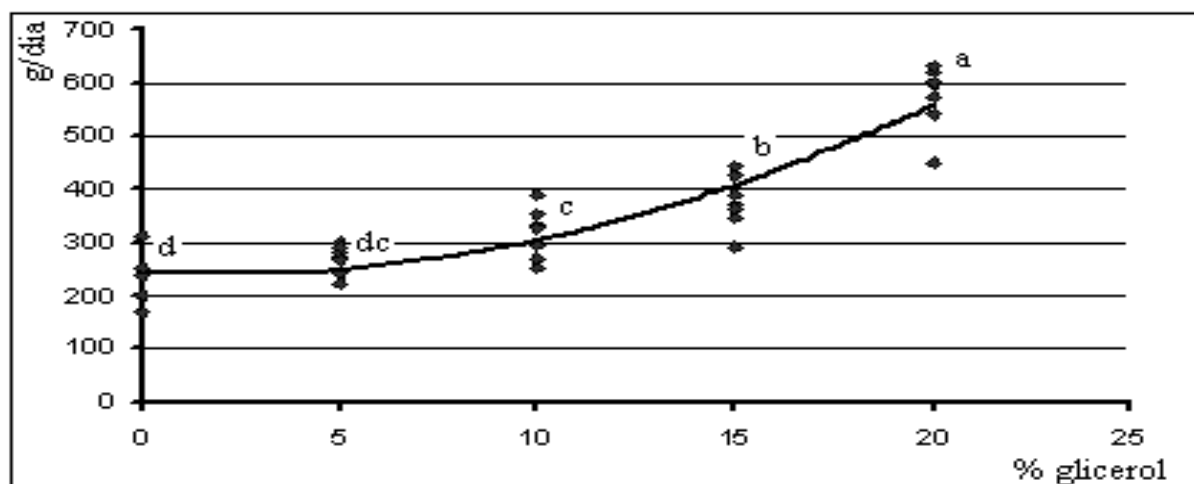


Gráfico 1. Excreção diária de água nas excretas em função do percentual de glicerol na dieta**.

Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste t ($P \leq 0,001$)

$$Y = 204,31 + 11,81X + 0,18 X^2 \quad r^2 = 0,76 \quad (P \leq 0,001)$$

Y = consumo de água em mL; X = nível de inclusão de glicerina

Devido à excreção crescente de água, três aves por tratamento foram abatidas, no final do experimento, para avaliar a origem da diarreia. A necropsia mostrou que o conteúdo ileal dos animais que consumiram 20% de glicerina na dieta tinha consistência normal. Isto indica que a diarreia foi proveniente de um excesso de urina eliminada pelos animais e não de retenção hídrica no intestino (Figura 1).

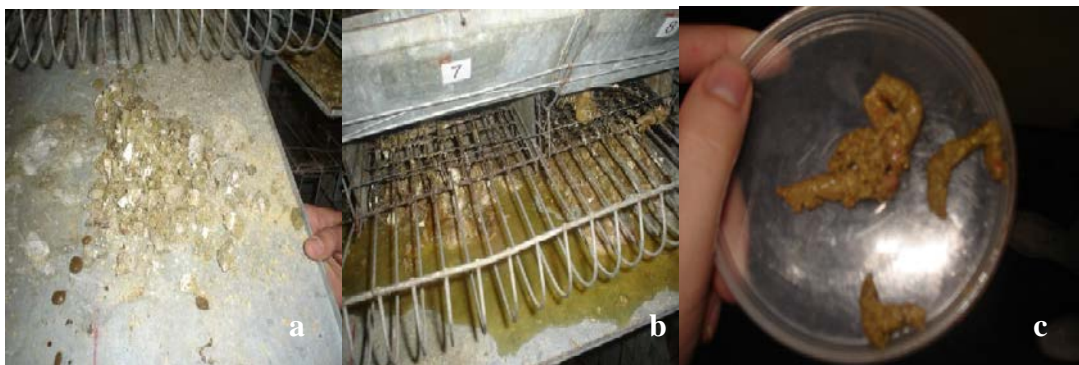


Figura 1. Excreta de animais consumindo 0 (a) e 20% (b) de glicerol e conteúdo ileal de um animal consumindo 20% de glicerol (c).

Em 1951, Doerschuk determinou em ratos que o glicerol pode ser metabolizado no organismo animal. A metabolização do glicerol depende de varias enzimas. Entretanto, a enzima glicerol quinase é uma das limitantes para o seu uso (Vernon e Walker, 1970). Na ingestão de quantidades crescentes de glicerol deve existir um nível a partir do qual a capacidade de metabolização é superada, causando um aumento do glicerol no sangue, que deve ser excretado na urina. Por ser hidrossolúvel, o glicerol produz o aumento na excreção de água.

A EMAn da glicerina variou de acordo com o nível de inclusão da mesma na dieta ($P \leq 0.001$) (Gráfico 2). Foi observada uma resposta cúbica, onde o maior valor de EMAn, de 4890 kcal/kg MS, foi obtido com 15% de glicerina. A partir deste ponto houve decréscimo da EMAn. A média calculada de EMAn do glicerol foi de 3561 kcal/kg, expresso na matéria seca ou 3276 kcal/kg, expresso na matéria natural. Entretanto, é importante considerar a variação desta resposta frente aos diferentes níveis de glicerina consumidos, o que torna o valor médio de pouca importância. A EMAn mínima de 1527kcal/kg, foi obtida com a inclusão de 5% de glicerol. O baixo valor de energia encontrado com esta inclusão pode estar associado à variabilidade, em função da pequena quantidade de glicerol consumida em relação ao consumo total de alimento.

Portanto, a baixa energia encontrada pode estar mais associada a erros metodológicos do que aos fenômenos metabólicos, neste nível de inclusão.

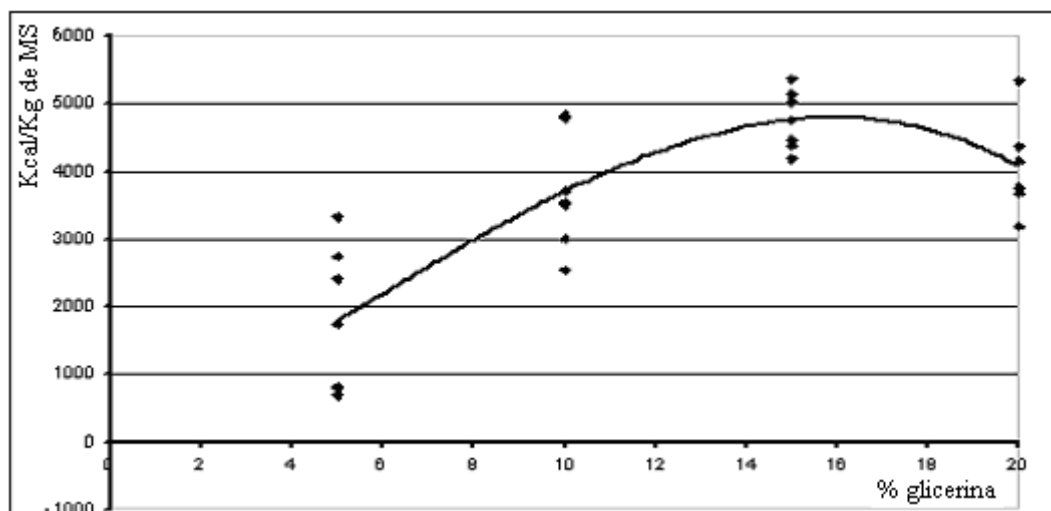


Gráfico 2. Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio da glicerina (kcal/kg MS), em diferentes percentagens de inclusão na dieta

$$Y = 567,37 - 12,47X + 51,26X^2 - 2,08X^3, r^2 = 0,77 (P \leq 0,001)$$

Y=EMAn da glicerina; X= nível de inclusão de glicerina

Os valores médios de EMAn coincidem com aqueles obtidos por Dozier et al. (2008), que encontraram 3331 kcal EMAn/kg matéria natural, em frangos com 38 a 45 dias de idade, com adições de 0, 3, 6 e 9% de glicerol e 3621 kcal EMAn/kg matéria natural, em frangos com 0 a 14 dias de idade, com adições de 0, 3 e 6% de glicerol. Em poedeiras, Lammers et al. (2008) encontraram EMAn de 3800 kcal/kg, usando 0, 5, 10 e 15% de glicerol. Concordando com os resultados do presente experimento, Bartlett e Schenieder (2002) demonstraram que os valores de EM do glicerol puro para frangos de corte, poedeiras e suínos variavam de acordo com sua inclusão na dieta. Os autores sugeriram que a redução da EMA ocorre pela ausência de reabsorção renal de glicerol, sendo o excesso excretado pela urina, tal como foi observado no presente experimento.

CONCLUSÕES E APLICAÇÕES

1. É possível utilizar glicerina como fonte de energia para frangos de corte. Porém, o nível de inclusão não deve ser excessivo em virtude de problemas com excreta úmida.

2. A EMAn da glicerina depende das características da matéria prima e da quantidade em que é incluída na dieta, sendo difícil a determinação de um valor médio.

REFERÊNCIAS E NOTAS

USDA – 2007 Feed Situation and Outlook Yearbook - United States Department of Agriculture .WebMD. <http://www.ers.usda.gov/briefing/wto/pdf/hoffman1.pdf>. Mar. 2007.

Lammers ,P. J., B. J Kerr., M. S. Honeyman , K. Stalder, W. A. Dozier, T. E. Weber, M. T. Kidd and K. Bregendahl. 2008. Nitrogen-Corrected Apparent Metabolizable Energy Value of Crude Glycerol for Laying Hens. J. Poult. Sci.. 87:104–107.

Cerrate ,S., F. Yan, Z. Wang, C. Coto, P. Sacakli e P.W. Waldroup. 2006. Evaluation of Glycerine from Biodiesel Production as a Feed Ingredient for Broilers. Int. J. Poult. Sci. 5(11): 1001-1007.

Lin, M. H.; D. R. Romsos and A. A. Leveille. 1976 .Effect of Glycerol on Lipogenic Enzyme Activities and on Fatty Acid Synthesis in the Rat and Chicken. J. Nutr . 106:1668-1677.

Matterson, L.D., Potter L.M., Stutz M.W., E. P. Singsen. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, Connecticut: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station. Page11. Research Report, 7.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16.ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Washington, DC.

SAS User's Guide. 1999. Version 8 ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Doerschuk ,A. P. 1951.Some Studies On The Metabolism Of Glycerol. The journal of biological chemistry 17.

Vernon, R.G. e D. G. Walker. 1970. Glycerol Metabolism in the Neonatal Rat Bioch.. J. 118: 531-536.

Dozier ,W. A., B. J. Kerr, A. Corzo, M. T. Kidd, T. E. Weber e K. Bregendahl. 2008. Apparent Metabolizable Energy of Glycerin for Broiler Chickens. J. Poult. Sci. 87: 317-322.

Bartlet, J. e Schneider D. 2002. Investigation on the Energy Value of Glycerol in the Feeding of Poultry and Pig. in Union for the Promotion of Oilseeds-Schriften Heft 17:15-36.

Tabela 1: Comoposição das dietas dos diferentes tratamentos em percentagens de inclusão como materia natural.

Treatamiento	Dieta basal (%)	Glicerina (%)
Tratamiento 1	100	0
Tratamiento 2	95	5
Tratamiento 3	90	10
Tratamiento 4	85	15
Tratamiento 5	80	20

CAPÍTULO III

USO DE GLICEROL COMO FONTE DE ENERGIA PARA FRANGOS DE CORTE

Mario Federico Gianfelici ², Alexandre de Mello Kessler, Antônio Mário Penz Jr, Andréa Machado Leal Ribeiro, Maria Esperanza Mayorga Cortés, Taiane Machinsky

Palavras-chave: glicerol, disponibilidade, frangos, alimentos alternativos.

Este trabalho esta destinado principalmente aos nutricionistas.

RESUMO

O experimento teve por objetivo avaliar o uso de glicerol puro (G), em concentrações de 0; 2,5; 5; 7,5 e 10%, em dietas para frangos de corte. Foram medidos os consumos diários de água e de alimento e foram determinadas as metabolizabilidades da matéria seca (MMS), do nitrogênio (MN), da energia bruta (MEB) e a EMAN das dietas, nos períodos de 21 a 28 e 35 a 38 dias de idade (dd). Aos 38 dias de idade foram determinados o glicerol no sangue dos animais, a matéria seca do conteúdo ileal e o rendimento e a composição química das carcaças. Os animais que consumiram as dietas com 10% G diferenciaram-se dos outros por terem consumido e excretado mais água, sem se diferenciar dos demais no teor de matéria seca do conteúdo ileal da digesta. No período de 21 a 28 dias, as aves que consumiram a dieta com 10% G apresentaram menores MMS e MN e maior valor de glicerol no sangue. Não foram encontradas diferenças para rendimento, matéria seca, proteína bruta, cinzas ou gordura das carcaças. Um segundo experimento foi feito com frangos consumindo dietas contendo 0 e 10% de glicerol para analisar colesterol e triglicerídios no fígado e catabolismo do

² Correspondiente ao autor : gianfelicimf@hotmail.com , Marin Maroto 165 , Rio Tercero , Córdoba Argeentina, CEP: 5850.

glicerol no músculo no 41º dia. As respostas foram semelhantes, excetuando-se colesterol no fígado, cuja concentração foi maior nos animais que consumiram 10% G. Devido à maior excreção de água e ao decréscimo nos coeficientes de metabolizabilidade, aconselha-se o uso até 7,5% de glicerol em dietas de frangos.

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Muitos pesquisadores vêm trabalhando na busca de ingredientes alternativos para a alimentação animal, em função de que as fontes tradicionais de alimento têm sido deslocadas para a produção de biocombustíveis. Um destes ingredientes alternativos é a glicerina bruta, proveniente da produção do biodiesel.

Embora segundo Barceló (1959) [1], Howard e Neal (1992) [2] e Ashfor (1994) [3], a palavra glicerina seja sinônimo de glicerol, neste trabalho glicerol (G) será definido como uma substância pura e glicerina como um composto que contém glicerol

O uso do glicerol é pouco conhecido na nutrição animal, além de ter uma composição nutricional muito variável [4], causada pela presença de contaminantes como metanol, sódio, potássio, água e gorduras residuais, estas últimas resultado da ineficiência do processo de produção do biodiesel. Normalmente, o metanol está presente em pequena quantidade e tende a desaparecer com o aumento da eficiência da produção do biodiesel e não chega a ser tóxico às aves [5]. Os efeitos dos outros contaminantes são bem conhecidos. Assim, o importante é conhecer a composição do glicerol e contabilizar a real participação deste no ingrediente em estudo.

O objetivo deste trabalho foi identificar a resposta metabólica dos animais consumindo dietas contendo glicerol puro e verificar o efeito deste ingrediente em algumas características séricas e no rendimento e na composição da carcaça de frangos de corte.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos simultâneos, sob as mesmas condições de ambiência. No primeiro experimento foram empregados 45 frangos de corte, machos, da

linhagem Ross 308, de 21 a 38 dias de idade, distribuídos em 5 tratamentos e 9 repetições, em delineamento completamente casualizado, sendo cada animal considerado uma unidade experimental. Foram utilizados comedouros e bebedouros individuais, permitindo o controle individual do consumo de água e de alimento.

Durante o período experimental, as aves foram mantidas em ambiente com conforto térmico. Alimento e água foram oferecidos à vontade. A iluminação foi artificial, sendo mantida por 24 horas, durante todos os experimentos.

Os tratamentos constituíram-se de dietas isoproteicas com inclusões de 0, 2,5; 5 e 10% de G (99% de pureza), em substituição ao amido de milho. A dieta basal foi feita à base de milho e farelo de soja e teve 3100 kcal/kg de EMAn, 22,6% de proteína bruta, 1,17% de Lis digestível, 0,84% de Met+Cis digestível, 1,03% de Ca e 0,41% de P disponível.

A metabolizabilidade das dietas foi medida em dois períodos de três dias (25 a 28 e 35 a 38 dias de idade), mediante a coleta total de excretas e com períodos de adaptação de cinco e sete dias, para o primeiro e segundo períodos. As excretas foram armazenadas a -16 °C e, posteriormente, analisadas para proteína bruta (PB), energia bruta (EB), umidade e cinzas, seguindo a metodologia do AOAC (1995) [6]. Foram determinadas as metabolizabilidades da matéria seca (MMS), do nitrogênio (MN) e da energia bruta (MEB), em uma relação entre o que foi consumido e o que foi excretado. Também foram avaliadas a EMAn das dietas, o consumo diário de alimento, o consumo diário de água, a excreção diária de água (água excretada =(quantidade de excreta * % de MS da excreta)-100, a retenção diária de água (diferença entre água consumida e excretada, em mL) e o balanço de água (relação em percentual entre a água consumida e a excretada), o ganho de peso diário e a conversão alimentar. As respostas

relacionadas à água foram medidas também no período total de 28 a 38 dias de idade das aves .

Aos 38 dias de idade, foi feita uma coleta de sangue da veia braquial das aves, para a análise de glicerol livre no sangue, por método espectrofotométrico (SIGMA, F 6428) em todas as aves. Depois da coleta, os animais foram sacrificados, com o objetivo de determinar a MS do conteúdo do íleo e o rendimento de carcaça, sem cabeça e patas, calculado como a percentagem do peso corporal, antes do abate. As carcaças foram moídas e secadas para análise de MS, PB, gordura e cinzas.

As variáveis de desempenho foram submetidas à ANOVA (General Models Procedure) e as médias ao teste de LS-Means, usando-se um nível de significância de 5%. As respostas de metabolismo foram analisadas por regressão. Todas as análises foram feitas com auxílio do programa SAS versão 8.2 [7].

No segundo experimento foram utilizados 18 frangos de corte, machos, Ross 308, de 21 a 41 dias de idade, distribuídos em um delineamento completamente casualizado, com dois tratamentos e 9 repetições. Cada animal constituiu uma unidade experimental. Os animais receberam duas dietas, uma sem a inclusão de G e a outra com inclusão de 10% de G, em substituição ao amido de milho. As dietas foram as mesmas dos tratamentos 0 e 10% G, do primeiro experimento. Os animais tiveram consumo de alimento e de água à vontade.

Aos 41 dias de idade, as aves foram sacrificadas e foram coletados os fígados e as coxas (músculo psoas maior da coxa direita). Depois que os fígados foram pesados, foram retiradas amostras para determinar triglicerídios e colesterol. A coxa foi usada para determinação da capacidade de oxidação do glicerol a CO₂.

A determinação de triglicerídios no fígado foi feita de acordo com a metodologia de Trinder (1969) [8] e a determinação de colesterol, de acordo com a metodologia de

Bergmeyer (1984) [9], usando um kit comercial (Labtest). Para a determinação da capacidade de oxidação de glicerol até CO₂, no músculo da coxa, foi aplicada uma técnica semelhante. Porém, o cultivo foi feito em uma câmara fechada, onde o CO₂ resultante foi absorvido por uma cápsula com hidróxido de sódio, para medir a radioatividade presente no CO₂.

As variáveis de desempenho foram submetidas à ANOVA (General Models Procedure) e as médias ao teste de LS-Means, usando-se um nível de significância de 5%. As respostas de metabolismo foram analisadas por regressão. O procedimento estatístico foi realizado com auxílio do programa SAS versão 8.2 (1999) [7].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento, foi observado que animais consumindo dietas com 10% G no primeiro período de coleta (25 a 28 dias de idade) tiveram um aumento significativo no consumo de água e, conseqüentemente, uma maior excreção de água (Tabela 1). Entretanto, a excreção não foi proporcional ao acréscimo no consumo de água. Embora a quantidade de água retida não tenha sido diferente entre os animais dos diferentes tratamentos, o balanço de água, expresso como percentagem da água consumida que foi retida, diminuiu à medida em que os níveis de G aumentaram (Tabela 1), indicando uma necessidade de maior perda hídrica. Segundo Robinson & Newsholme (1969) [10], a atividade enzimática de transformação do G é limitada e, quando consumido em excesso, ele pode não ser totalmente metabolizado e ter seu nível sanguíneo aumentado. Sendo o glicerol uma substância hidrofílica polar e de peso molecular baixo [11], sua excreção pelos rins é uma rota de saída fácil do organismo. O glicerol sendo uma substância osmoticamente ativa, é excretado em conjunto com a água.

A partir do nível de 7,5% G, ocorreu um aumento no consumo e na excreção de água que podem comprometer a criação dos frangos em condições práticas, em função do aumento de umidade na cama.

No segundo período de coleta (35 a 38 dias de idade), as aves comportaram-se de forma semelhante ao primeiro período. Aves com 10% G excretaram significativamente mais água e o balanço de água, em percentagem, continuou significativamente menor nestes animais (Tabela 2).

A equação que vincula o consumo de água no período total, de 21 a 38 dias com o nível de glicerol no alimento é $CDAg \text{ (mL/dia)} = 295 - 12,9 \times G + 1,9 \times G^2$ ($P=0,0002$ e $r^2 = 0,34$). Pode ser observado que o r^2 desta e das demais equações desenvolvidas para consumo e excreção de água foram muito baixos, devido a outras fontes de variação sobre estas respostas. Segundo pesquisas desenvolvidas por Viola et al. (2005) [12] Castro et al.[13] e Soares et al. (2007) [14], um dos fatores de maior impacto no consumo de água é o consumo do alimento. Por isto, a relação entre consumo de água e consumo de alimento, no presente experimento para o período total é $RelAgua/Alimento(mL/g) = 1,75 - 0,059 \times G + 0,010 \times G^2$ ($P<0,0001$) e tem um r^2 maior ($r^2 = 0,51$).

Comparando as matérias secas (MS) das excretas coletadas entre 25 e 28 dias de idade e 35 e 38 dias de idade (Tabela 3), pode ser verificado que diminuíram em função dos níveis de G na dieta, a partir do nível de 7,5% ou 10%, dependendo do período medido. Entretanto, não foram encontradas diferenças nas MS do conteúdo ileal da digesta, aos 38 dias de idade. Assim, é possível concluir que o aumento de água excretada pelos frangos recebendo maiores níveis de G foi resultado ou de uma menor reabsorção de água pelo intestino grosso ou de uma maior excreção renal. Estes dados

corroboram com aqueles apresentados por Cerrate et al. (2006) [15], quando usaram 10% de glicerina bruta na dieta.

Com respeito ao impacto do G na metabolizabilidade das dietas, no primeiro período (25 a 28 dias) foi observado uma menor MMS com o nível de 10% G. Isto explica a menor MEB e a menor EMAn da dieta neste mesmo nível. É importante observar que 10% G também influenciou negativamente na MN (Tabela 4).

No segundo período (35 a 38 dias de idade) não foi possível demonstrar diferenças na MMS e na MN ($P \leq 0,05$). Entretanto, a EMAn da dieta contendo 2,5% G foi significativamente menor do que as demais, seguida da dieta com 10% G (Tabela 5), resposta esta difícil de ser explicada a não ser por erros inerentes à metodologia. Segundo Dozier et al. (2008) [16] a EB do glicerol é de 4323 kcal/kg MS, com uma metabolizabilidade quase total. Porém, o que foi observado no presente experimento, confirmado por Bartlet & Schneider (2002) [17], é que o aproveitamento pelo animal pode variar, dependendo da percentagem de G empregada na dieta. É importante lembrar que no presente experimento, G foi acrescentado em substituição ao amido, que tem uma menor EB (EB de 4085 e EM de 3201 kcal/kg MS) [18]. Estas diferenças podem explicar a diferença das EMAn observadas. Com base nestes argumentos, o mais correto seria dar mais importância à MMS e da MN do que à EMAn da dieta.

Segundo Chan et al. [19] (1981) e Young et al. (1964) [20] o G pode ter um efeito positivo na MN, visto que ele é uma fonte energética de rápida disponibilidade e, com isto, evita o catabolismo de aminoácidos para a obtenção de energia ou para gliconeogênese. Entretanto, estas considerações não foram reproduzidas no presente experimento, quando níveis mais altos de G diminuíram a MN e níveis intermediários não a afetaram.

Os rendimentos de carcaça, analisados aos 38 dias de idade, não foram afetados pelos tratamentos ($P>0,05$) (Tabela 6). Estes resultados diferem daqueles obtidos por Cerrate et al. (2006) [15], que encontraram uma diminuição do rendimento de carcaça em frangos alimentados com 10% G. Os resultados estão relacionados com as diferenças de ganho de peso dos animais dos diferentes tratamentos e com o tempo que estes animais receberam G na dieta. No presente experimento tampouco foi encontrada diferença na MS das carcaças ($P>0,05$). Esta observação é muito importante, pois demonstra que o incremento do G na dieta não teve efeito positivo na retenção de água. O incremento também não teve efeito nas percentagens de PB, gordura e cinza ($P>0,05$) das carcaças. Os resultados acima indicam que o G não se comportou como estimulante da síntese de proteína, como foi sugerido por [16] e também não estimulou a síntese de triglicéridios, como fonte de G3P ou de acetilCoa para a síntese de ácidos graxos, como sugerido por Lin et al. (1976) [21].

A análise de sangue demonstrou que a concentração de G livre aumentou de forma quadrática em função do aumento dos níveis de G na dieta ($P\leq 0,0001$) (Gráfico 1). Isto pode significar um problema para o fígado e para os rins, principais órgãos encarregados de metabolizar o G até G3P, para seguir as rotas de gliconeogênese ou glicólise [22]. É importante mencionar a incapacidade dos demais órgãos de metabolizar o G. Estas informações estão de acordo com as respostas obtidas neste trabalho quando o nível de G na dieta foi acima de 7,5%, em relação ao balanço hídrico e ao metabolismo energético.

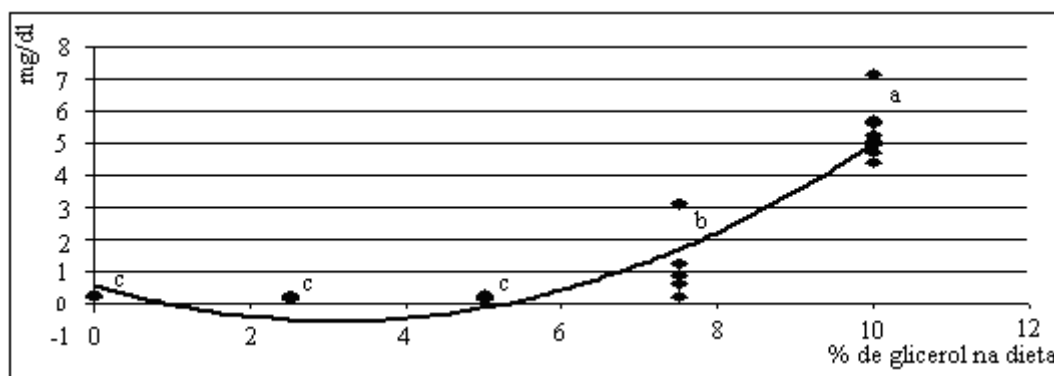


Gráfico 1 : Níveis de glicerol livre no sangue dos frangos aos 38 dias de idade

^{a b c} Médias acompanhadas de letras distintas são significativamente diferentes pelo teste de LS-Means ao 5%.

$$\text{Glicerol no sangue (mg/dL)} = 0,572 - 0,7242 \times G + 0,1165 \times G^2 \quad (P \leq 0,0001 \text{ e } r^2 = 0,86).$$

No segundo experimento, a concentração de triglicerídios no fígado não foi afetada pelos tratamentos ($P > 0,05$), indicando que o aumento de G não produziu um aumento na síntese de lípidios neste órgão, reforçando o resultado observado na composição de nutrientes da carcaça, do experimento anterior. Por outro lado, a concentração de colesterol hepático foi afetada pelo aumento da inclusão de G ($P < 0,05$) (Tabela 7), sendo o nível de 10% G o que proporcionou a maior concentração. Provavelmente, este fato deve-se a um fornecimento maior de AcetilCoa, gerando mais matéria prima para a síntese de isopreno e posteriormente de colesterol [23]. O catabolismo muscular do G não foi diferente para os animais dos diferentes tratamentos ($P > 0,05$).

CONCLUSÕES E APLICAÇÕES

1. As aves foram capazes de metabolizar as dietas contendo glicerol até o nível de 7,5%.

2. Acima de 7,5% houve diminuição da MMS, da MN e da MEB, além de acréscimo do nível de glicerol livre no sangue e no consumo e na excreção de água.
3. A inclusão de G na dieta não alterou o rendimento de carcaça e as percentagens de proteína, gordura e umidade da mesma.
4. É possível, em dietas para frangos de corte de 21 até 38 dias de idade, o uso de G em inclusões menores a 7,5%.

REFERÊNCIAS E NOTAS

Barceló, J. R. 1959. Glicerol. p. 344. in Diccionario Terminológico de Química, ed. Salvat Editores S.A. Barcelona (ES) .

Howard, P. H. 1992. Glicerol. P. 39. in Dictionary of Chemical Names and Synonyms. ed, Lewis Publishers, (EEUU).

Ashfor, R. D. 1994. Glicerol. P. 450. in Ashfol's Dictionary of Industrial Chemicals. ed. Wavelength Publications Ltd.

Schroder, A., e K.H., Sudekum. 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. 10th International Rapeseed Congress, Camberra, Australia, Paper No.241.

Khan, A.; S. M.Hussain e M. Z Khan. 2006. Effects of formalin feeding or administering into the crops of white leghorn cockerels on hematological and biochemical parameters. J. Poult. Sci.85:1513–1519.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16.ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Washington, DC.

SAS User's Guide. 1999. Version 8 ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Trinder, P. 1969. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. Ann. Clin. Biochemistry . 6:24-25.

Bermeyer H.U. 1984. p. 141-148. *Methods of Enzymatic Analysis*. 3^o edition Verlag chemie weinheim.

Robinson, J. e E. A. Newsholme. 1969. Some properties of hepatic glycerol kinase and their relation to the control of glycerol utilization. *Biochem. J.* 112: 455.

Bundavari, S. 1989. Glicerol. p. 705. in *The Merck Index and Encyclopedia of Chemicals Drugs and Biologicals*. ed Rahway, Nj : Merck.

Viola T, A.M.L. Ribeiro e A. M. Penz Jr. 2005. Compensatory water consumption of broilers submitted to water restriction from 1 to 21 days of age. *Rev. Bras. Zootec.* 7(4): 243–245.

Castro, E., A.M Penz Jr, A.M.L Ribeiro e A.F. Sbrissa. Efeito da restrição hídrica e dos níveis de sódio da água de bebida na primeira semana sobre o desempenho de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.* (no prelo).

Soares, L.F., A.M.L Ribeiro, A.M Penz Jr e Ghiotti A. 2007. Influência da restrição de água e ração durante a fase pré-inicial no desempenho de frangos de corte até os 42 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.* 36(5):1579-1589.

Cerrate, S., F. Yan, Z. Wang, C. Coto, P. Sacakli e P.W. Waldroup. 2006. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. *Int. J. Poult. Sci.* 5(11):1001-1007.

Dozier ,W. A., B. J. Kerr, A. Corzo, M. T. Kidd, T. E. Weber e K. Bregendahl. 2008. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. *J. Poult. Sci.* 87: 317-322.

Bartlet, J. e Schneider D. 2002. Investigation on the energy value of glycerol in the feeding of poultry and pig. in *Union for the Promotion of Oilseeds-Schriften Heft* 17:15-36.

Agostini, P. D, P. C. Gomes, A. L. Teixeira, H. S. Rostagno e S. L. Moraes. 2004. Valores de Composição Química e Energética de Alguns Alimentos para Aves. Rev. Bras. Zootec. 33(1):128-134.

Chan ,P., E. Pollack e R. Fishman. 1981. Differential effects of hypertonic mannitol and glycerol on rat brain metabolism and amino acids. Brain Res.225:143-153.

Young, J., E. Shrago e H. Lardy. 1964. Metabolic control of enzymes involved in lipogenesis and gluconeogenesis. Bioch. 3:1687-1692.

Lin, M. H.; D. R. Romsos e A. A. Leveille. 1976 . Effect of glycerol on lipogenic enzyme activities and on fatty acid synthesis in the rat and chicken. J. Nutr. 106:1668-1677.

Vernon, R.G. e D. G. Walker. 1970. Glycerol metabolism in the neonatal rat. Bioch.. J. 118:531-536.

Murray, K. R.1990. Bioquímica de Harper. 11ed. Ed. Manual Moderno. México.

Tabela 1: Consumo, retenção, excreção e balanço de água em aves alimentadas com diferentes concentrações de glicerol, de 25 a 28 dias de idade.

Tratamento	CDAg ¹	RETA _g ²	EDA _g ³	BALA _g ⁴
(%)	(mL/dia)	(mL/dia)	(mL/dia)	(%)
0,0	300 ^a	152	148 ^a	50,6 ^a
2,5	304 ^a	144	160 ^a	47,3 ^{ab}
5,0	283 ^a	140	143 ^a	48,7 ^{ab}
7,5	312 ^a	140	172 ^a	45,0 ^{bc}
10,0	377 ^b	158	219 ^b	42,2 ^c
CV	16,4	20,2	18,4	10,1
P (≤)	0,006	Ns	0,0001	0,007

^{a b c} Médias acompanhadas de letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de LS-Means, a 5 %.

¹ CDA_g Consumo Diário de Água

² RETA_g = Retenção Diária de Água.

³ EDA_g = Excreção diária de água

⁴ BALA_g = Balanço de água

Tabela 2: Consumo, retenção, excreção e balanço de água em aves alimentadas com diferentes concentrações de glicerol, de 35 e 38 dias de idade.

Tratamento	CDAg ¹ *	RETA ²	EDTA ³	BALAg ⁴
(%)	(mL/dia)	(mL/dia)	(mL/dia)	(%)
0	595	421	173 ^a	70,96 ^a
2,5	592	407	186 ^a	68,78 ^a
5	585	416	169 ^a	71,18 ^a
7,5	548	384	164 ^a	69,81 ^a
10	626	378	249 ^b	60,43 ^b
CV	9,8	1,4	2,5	1,0
P	ns	Ns	0,004	0,02

^{a b c} Medias acompanhadas de letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de LS-Means ao 5 %

^{*a b c} Medias acompanhadas de letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de LS-Means ao 10%

¹ CDAg (Consumo Diário de Água).

² RETAg (Retenção Diária de água)

³ EDTA (Excreção diária de água). (mL/dia) = $187 - 13,7 \times G + 1,9 \times G^2$ (P= 0,0053 e $r^2 = 0,24$)

⁴ BALA (Balanço Diário de Água) (%) = $69,32 + 1,38 \times G - 0,21 \times G^2$ (P= 0,0093 e $r^2 = 0,21$)

Tabela 3: Matéria seca das excretas coletadas entre 25 e 28 e 35 e 38 dias de idade e matéria seca do conteúdo do íleo aos 38 dias de idade, em aves com diferentes concentrações de glicerol na dieta.

Tratamento(%)	MS25-28 ¹ (%)	MS35-38 ² (%)	MS38íleo ³ (%)
0,0	21,39 ^a	22,10 ^a	17,41
2,5	20,89 ^{ab}	21,41 ^{ab}	18,39
5,0	21,90 ^a	22,07 ^a	18,02
7,5	19,59 ^b	22,29 ^a	18,26
10	15,83 ^c	17,91 ^b	18,41
CV	15,5	7,7	11,0
P (≤)	0,0001	0,02	ns

Nota: ^{a b} Médias acompanhadas de letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de LS-Means ao 5 %

¹ MS25-28= Matéria seca das fezes coletadas no primeiro período (25-28) dias de idade.

² MS35-38= Matéria seca das fezes coletadas no segundo período (35-38) dias de idade.

³ MS38íleo= Matéria seca do conteúdo ileal aos 38 dias de idade.

Tabela 4: Metabolizabilidade da materia seca, da energia bruta, do nitrogênio e da energia metabolizável aparente das dietas, de 25 e 28 dias de idade.

	MMS ¹	MEB ²	EMAn ³	MN ⁴
Tratamento (%)	(%)	(%)	(kcal/kg MS)	(%)
0,0	70,6 ^a	77,2 ^a	3471 ^c	66,6 ^a
2,5	70,3 ^a	77,5 ^a	3517 ^{cb}	66,7 ^a
5,0	69,7 ^a	77,8 ^a	3608 ^a	64,5 ^a
7,5	69,0 ^a	77,0 ^a	3573 ^{ab}	64,0 ^a
10	65,3 ^b	73,4 ^b	3429 ^c	60,9 ^b
CV	2,5	1,8	1,8	4,8
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,002

Nota :^{a b c} Médias acompanhadas de letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de LS-Means ao 5 %.

¹ MMS= Metabolizabilidade da Materia Seca (%) = $70,34 + 0,334 \times G - 0,080 \times G^2$ (P<0,0001 e r²=0,55%)

² MEB= Metabolizabilidade da Energia Bruta (%) = $76,9 + 0,70 \times G - 0,10 \times G^2$ (P<0,0001 e r²= 0,57%)

³ EMAn (kcal/kg MS) = $3453 + 56,2 - 5,7 \times G$ (P<0,0001 e r² = 0,45%)

⁴ MN= Metabolizabilidade do Nitrogênio (%) = $67,4 - 0,57 \times G$ (P<0,0001 e r²=0,31%).

Tabela 5. Metabolizabilidade da materia seca, da energia bruta, do nitrogênio e da energia metabolizável aparente das dietas, de 35 e 38 dias de idade.

Tratamento (%)	MMS ¹ (%)	MEB ² (%)	EMAn ³ (kcal/kg MS)	MN ⁴ (%)
0	70,2	77,0	3390 ^{ab}	62,0
2,5	68,9	76,8	3320 ^c	63,0
5	69,3	76,6	3450 ^{ab}	60,1
7,5	71,2	77,2	3470 ^a	61,9
10	68,8	75,4	3370 ^b	58,8
CV	5,6	4,4825	2,8	10,04
P	ns	Ns	0,02	ns

Nota : ^{a b c} Medias acompanha das de letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de LS-Means ao 10 %.

¹ MMS =Metabolizabilidade da Matéria Seca

² MEB= Metabolizabilidade da Energia Bruta

³ EMAn (kcal/kg) = 3386 – 76,8 x G + 25,8 x G² – 1,8x G³ (P≤0,0138 e r² = 0,24).

⁴ MN= Metabolizabilidade do Nitrogênio

Tabela 6. Rendimento de carcaça (RENC) dos animais aos 38 dias de idade.

Tratamento (%)	RENC ¹ (%)
0	72,4
2,5	73,4
5	73,4
7,5	73,9
10	72,4
CV	1,7
P	ns

Tabela 7: Concentrações de colesterol (COL), de triglicéridios (TG) e do catabolismo muscular do glicerol até CO₂ (CAT MUSC) nos fígados.

TRAT (%)	COL (mg/100mg)	TG (mg/100 mg)	CAT MUSC (pg / mg h)
0	0,309	0,19	5,89
10	0,336	0,22	6,95
CV	6,7	45,1	22,16
P	0,02	Ns	ns

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ciência deve adaptar-se às novas circunstâncias, se quer colaborar na descoberta de novas soluções à humanidade. Para cumprir com esse objetivo é preciso que haja uma interação entre as diferentes áreas do conhecimento. Na área da nutrição animal, problemas atuais, como a carência das fontes energéticas classicamente utilizadas, devido em parte ao seu uso como fonte de energia para substituir as tradicionais fontes fósseis ou ao aumento do consumo, por parte da população mundial, propõe um grande desafio, devendo ser acrescentado o conhecimento técnico para poder quebrar os paradigmas pré estabelecidos.

Este problema de falta de energia não é mais do que um dos primeiros sinais de uma realidade que vem sendo anunciada faz muito tempo. Ante a carência de alimentos para a população, as fontes de energia e de proteína serão priorizadas para o consumo humano, deixando somente aquelas matérias primas não consumidas por humanos para a nutrição animal.

A maioria das pesquisas desenvolvidas para a determinação dos níveis nutricionais tem sido feita com matérias primas convencionais. Como é impossível avaliar todas as características nutricionais em cada matéria prima empregada, ainda ocorrem erros com as análises mais simples. Com a introdução de novas matérias primas, estes problemas se acentuam, pela variabilidade e pela falta de padronização que existem destas novas alternativas. Para minimizar os problemas, é fundamental uma perfeita articulação entre a área de compra e a área técnica de qualquer empresa, para diminuir as dificuldades e os erros técnicos.

Este novo momento fará com que o nutricionista precise ter maiores conhecimentos de bioquímica e de fisiologia e das possíveis interações entre as diferentes matérias primas que estarão disponíveis.

Este trabalho teve por objetivo colaborar no entendimento do uso da glicerina bruta como matéria prima que passa a disponibilizar-se para nutrição animal. Entretanto, para que o conhecimento seja mais completo é importante que nos estudos sejam consideradas as avaliações das respostas dos animais não só quanto aos seus desempenhos, mas quanto à influência desta matéria prima no metabolismo, favorecendo ou não o animal.

Pode ser visto que, como qualquer ingrediente, a energia que ele fornece à dieta não é fixa, podendo estar relacionada a quantidade de inclusão do ingrediente assim como na interação com o resto da dieta. No caso do glicerol estes aspectos têm mais força. No primeiro experimento com glicerina bruta, foi observado como não conveniente a incorporação de mais de 10% de glicerina, contendo aproximadamente 75% de glicerol. Com resultados similares, no segundo foi recomendado não utilizar mais do que 7,5% de glicerol puro na dieta. Com os níveis de glicerol e glicerina bruta empregados, o produto final não foi comprometido, já que não foram alterados o rendimento e a composição das carcaças. Estes dados são conclusivos e permitem sugerir que não seja utilizado em dietas à base de milho e de farelo de soja, em frangos de corte maiores do que e 21 dias, mais do que 7,5% de glicerol.

Entretanto, também foi possível verificar que o valor energético do glicerol depende da quantidade com que ele é ingerido. Este aspecto é de fácil entendimento. Porém, na prática é de difícil uso, pois não existem tabelas

nutricionais que definam a energia de um ingrediente em função do seu nível de inclusão no produto final.

Em continuidade a este estudo, poderia ser proposto um terceiro experimento onde os níveis de glicerol variariam até atingir a inclusão de 7,5% e a energia metabolizável do glicerol, empregada para a formulação das dietas, seria aquela obtida nos experimentos anteriores.

O glicerol apresenta alguns problemas para a sua manipulação. Pode ter composição variável e favorece a retenção de água, o que exige que as dietas sejam, depois de produzidas, logo consumidas ou mantidas em ambiente frio e seco.

No caso da glicerina, pela sua variabilidade, é fundamental que seja conhecido o percentual de glicerol e de extrato etéreo que ela tem, podendo ser utilizada quando forem disponíveis estas duas informações. Com elas é possível obter um valor energético do produto disponível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHFOR, R. D. **Ashfol's dictionary of industrial chemicals**. London: Wavelength Publications, 1994. 1005 p.
- BARCELÓ, J. R. **Diccionario terminológico de química**. Barcelona: Salvat Editores, 1959. 718 p.
- BARTLETT, G R. Inhibition of methanol oxidation by ethanol in the rat. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 163, p. 619-621, 1950.
- BLACK, K.; EELLS, J.; NOKERT, P. et al. Role of hepatic tetrahydrofolate in the species difference in methanol toxicity. [Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America](#), Washington, v. 82, p. 3854-3858, 1985.
- BUDAVARI, S. (Ed.). **The Merck Index**: an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. Rahway: Merck, 1989.
- CANIBE, N.; HOJBERG, O.; HOJSGAARD, S. et al. Feed physical form and formic acid addition to the feed affect the gastrointestinal ecology and growth performance of growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 1287-1302, 2005.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan, v. 5, n.11, p. 1001-1007, 2006.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Food standards programme. In: International Conference Centre Geneva, 31., 2008, Geneva. **ALINORM 08/31/9D**. Geneva: Codex Alimentarius Commission, 2008.
- DEMIRBAS, A. Biodiesel from vegetable oils via transesterification in supercritical methanol. **Energy Conversion and Management**, Oxford, v. 43, p. 2349–2356, 2002.
- DOERSCHUK, A. P. Some studies on the metabolism of glycerol-1-C14. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v.193, p.39-44, 1951.
- DOZIER, W. A.; KERR, B. J.; CORZO, A. et al. Metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 317-322, 2008.
- DRYSDALE, G., PLAUT, G. e LARDY, H. The relationship of folic acid to formate metabolism in the rat: formate incorporation into purines. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 193, p. 533-538, 1951.

- ESTABROOK, R.; SACKTOR, B. α glycerophosphate oxidase of flight muscle mitochondria. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 233, p. 1014-1019, 1958.
- GARCÍA-SOLIS, S.; MONCADA-ALVAREZ, M.; MARTINEZ-CORIA, H. et al. Glycerol-3-Phosphate dehydrogenase (E.C.1.1.1.8) is expressed in cultured chicken embryonic adipofibroblasts and upregulated by embryonic chicken. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, p. 1709–1713, 2002.
- GIBNEY, J.; HEALY, M.; STOLINSKI, M. et al. Effect of growth hormone (GH) on glycerol and free fatty acid metabolism during exhaustive exercise in GH-deficient adults. **Journal of Clinical Endocrinol Metabology**. Washington, v. 88, n. 4, p. 1792–1797, 2003.
- GSFA. Normas alimentarias FAO/OMS: Codex para los aditivos alimentarios. In: Reunión de la Comisión del Codex Alimentarius, 31., 2008, Geneva. **Informe**. Geneva: Codex Alimentarius, 2008. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/additives/details.html?id=62&lang=es>. Acesso em: 03 abr. 2008.
- HOFFMAN, L.; DOHLMAN, E. The new WTO agricultural trade negotiations: background and issues for the U.S. coarse grain market. **Feed Yearbook**, Washington, p. 19-39, abr. 2001. (FDS-2001). Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/briefing/WTO/PDF/HOFFMAN1.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2007.
- HOWARD, P.; NEAL, M. **Dictionary of chemical names and synonyms**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1992. V. 1.
- HUQ, M.; LOVELL, R. S.; OU, C. N. et al. X-linked glycerol kinase deficiency in the mouse leads to growth retardation, altered fat metabolism, autonomous glucocorticoid secretion and neonatal death. **Human Molecular Genetics**, Oxford, v. 6, n. 11, p. 1803–1809, 1997.
- JACOBSEN, D.; MCMARTIN, K. Methanol and ethylene glycol poisonings. Mechanism of toxicity, clinical course, diagnosis and treatment. **Medical Toxicology**, New Zealand, v. 1, n. 5, p. 309-34, 1986.
- JOHLIN, F.; FORTMAN, C.; NGHIEM, D. et al. Studies on the role of folic acid and folate-dependent enzymes in human methanol poisoning. **Molecular Pharmacology**, New York, v. 31, n. 5, p. 557-561, 1987.
- KATO, T.; HAYASHI, Y.; INOUE, K. et al. Functional characterization of the carrier-mediated transport system for glycerol in everted sacs of the rat small intestine. **Biological Pharmacology Bulletin**, Tokyo, v. 27, n. 11, p. 1826-1830, 2004.

- KERR, B. J. **Feeding bioenergy coproducts to swine**. Sheffield: Iowa State University, University Extension, 2007. Disponível em: <http://www.ipic.iastate.edu/publications/IPIC11b.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2008.
- KHAN, A.; HUSSAIN, S. M.; KHAN, M. Z. Effects of formalin feeding or administering into the crops of white leghorn cockerels on hematological and biochemical parameters. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, p. 1513–1519, 2006.
- KIJORA, C.; KUPSCH, R. Evaluation of technical glycerols from “Biodiesel” production as a feed component in fattening of pigs. **Fett/Lipid**, Leinfelden, v. 98, p. 240-245, 1996. Disponível em: <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/113440154/PDFSTART>. Acesso em: 06 fev. 2008.
- LAMMERS, P. J. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 602-608, 2008.
- LAMMERS, P. J.; KERR, B. J.; HONEYMAN, M. S. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Poultry Science**, Champaign, 87, p. 104–107, 2008.
- LAMMERS, P.; HONEYMAN, M.; KERR, B. et al. **Energy value of crude glycerol fed to pigs**. Sheffield: Iowa State University Animal Industry Report, 2007a. Disponível em: <http://www.ans.iastate.edu/report/air/2007pdf/R2225.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2007.
- LAMMERS, P.; HONEYMAN, M.; KERR, B. et al. **Growth and performance of nursery pigs fed crude glycerol**. Sheffield: Iowa State University Animal Industry Report, 2007b. Disponível em: <http://www.ans.iastate.edu/report/air/2007pdf/R2224.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2008.
- LIN, E. C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review of Biochemistry**, Palo Alto, v. 46, p. 765-795, 1977.
- LIN, M. H.; ROMSOS D. R.; LEVEILLE, A. A. Effect of glycerol on lipogenic enzyme activities and on fatty acid synthesis in the rat and chicken. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 106, p. 1668-1677, 1976.
- LONGMORE W. J. e HASTINGS A. B. Glycerol metabolism in choline-deficient rats. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 83, n. 2, p. 103-106, 1964.

- MAEDA, N.; FUNAHASHI, T.; HIBUSE, T. et al. Adaptation to fasting by glycerol transport through aquaporin 7 in adipose tissue. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 101, n. 51, p. 17801-17806, 2004.
- MARSH, W. H. On the biosynthesis of purines in the bird: role of formate. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 190, p. 633 - 641, 1951.
- NARAYAN K.; MCMULLEN, J. The interactive effect of dietary glycerol and corn oil on rat liver lipids, serum lipids and serum lipoproteins. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 109, p.1836-1846, 1979.
- PATSOURIS, D.; MANDARD, S.; VOSHOL, P. J. et al. PPAR α governs glycerol metabolism. **The Journal of Clinical Investigation**, Ann Arbor, v. 114, n. 1, p. 94–103, 2004.
- ROBINSON, J. e NEWSHOLME, A. The effects of dietary conditions and glycerol concentration on glycerol uptake by rat liver and kidney-cortex slices. **Journal of Biochemistry**, Oxford, v. 112, p. 449, 1969.
- SACHS, I. A revolução energética do século XXI. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, 2007. Disponível em: <http://dowbor.org/ar/07sachsrevolucaoenergeticaiea2007.pdf>. Acesso em: 07 maio 2007.
- SAUNDERS, D. R.; DAWSON, A. M. Studies on the metabolism of glycerol by the small intestine in vitro and in vivo. **The Biochemical Journal**, London, v. 82, p. 477-483, 1962.
- SCOTT, M. L.; NESHEM, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the chickens**. 3. ed. Ithaca: ML Scott and Associates, 1982. 562p.
- SIMON, W.; MAI, P.; ROBERT, L. et al. Glycerol and nonesterified fatty acid metabolism in human muscle and adipose tissue in vivo. **American Journal of Physiology**, Baltimore, v. 276, n. 39, p. E233–E240, 1999.
- STETTEN, M. e ROUNBEHLER, D. Enzymatic synthesis of glycerol 1-Phosphate (D-a=Glycerophosphate). **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 243, n. 8, p. 1823-1832, 1968.
- THOMPSON, J.C.; HE, B. B. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 22, n. 2, p. 261-265. 2006.
- TOEWS, C. J. Evidence for the metabolism of glycerol by skeletal muscle and the presence of a muscle nicotinamide-adenine dinucleotide phosphate-dependent glycerol dehydrogenase. **Journal of Biochemistry**, Oxford, v. 98, p. 27C–29C, 1966.

- USDA - United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Grain**: world markets and trade. Washington: USDA, 2008. (Circular Series FG 01-08). Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/grain/circular/2008/03-08/grainfull0308.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2008.
- VAN GERPEN, J.; SHANKS, B.; RUSZKO, R. **Biodiesel production technology**. Golden: National Renewable Energy Laboratory, 2004. Disponível em: <http://www.methanol.org/pdf/BiodieselProductionTechnology.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2008.
- VERNON, R. G. e WALKER, D.G. Glycerol metabolism in the neonatal rat **Journal of Biochemistry**, Oxford, v. 118, p. 531-536, 1970.
- VIOLA, S. E.; VIEIRA, S. L.; TORRES, C. et al. Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético e fosfórico no alimento ou na água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 296-302, 2008.
- WESTHOFF, P.; THOMPSON, W.; KRUSE, J. et al. Ethanol transforms agricultural markets in the USA. **EuroChoices**, Hampshire, v. 6, p. 14-21, 2007. Disponível em: <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118516713/PDFSTART>. Acesso em: 20 dez. 2007.

ANEXOS:

Tabela 1: Experimento 1. Resultados correspondentes ao animais do TCAV.

TRAT	REP.	GPD PRE (g/dia)	CDA COL (g/dia)	GPD COL (g/dia)	Ag EXCRET (g/dia)	METMS. (%)	METEB. (%)	EMn DIET (Cal/g)	C.A.
T1	R1	104,29	200,2	68,67	238,27	69,08	76,35	3429,71	2,92
T1	R2	90,86	214,93	144,67	198,56	69,22	76,23	3424,86	1,49
T1	R6	71,71	173,03	79	170,85	73,75	80,46	3631,22	2,19
T1	R7	78,86	199,87	86,33	251,91	68,71	76,61	3463,62	2,32
T1	R4	79,71	239,13	108,33	313,02	69,26	76,02	3416,77	2,21
T1	R3	52,00	199,5	106,33	200,89	70,73	78,11	3519,33	1,88
T1	R5	73,71	213,8	101,67	254,05	68,12	75,21	3386,2	2,1
Media		617,34	205,78	99,29	232,51	69,84	77	3467,39	2,16
T2	R1	79,14	204,98	90,67	241,04	70,13	76,2	3329,03	2,26
T2	R2	106,86	235,16	98,67	298,36	70,39	77,33	3377,52	2,38
T2	R6	90,00	207,65	90,67	273,04	69,92	76	3321,67	2,29
T2	R7	79,43	212,17	116,67	280,53	69,99	76,35	3327,98	1,82
T2	R4	83,71	218,56	125,33	223,47	72,39	78,38	3411,44	1,74
T2	R3	57,14	203,67	108,67	266,94	65	71,47	3124,57	1,87
T2	R5	97,43	232,21	130,67	293,56	72,99	78,84	3428,76	1,78
Media		649,03	216,34	108,76	268,13	70,11	76,37	3331,57	2,02
T3	R1	103,71	233,95	123,33	332,33	71,62	78,93	3452,08	1,9
T3	R2	85,43	273,71	129,67	388,44	71,13	78,5	3415,55	2,11
T3	R6	81,71	193,23	93,33	327,79	72,87	79,28	3494,28	2,07
T3	R7	76,00	209,42	120	251,79	75,84	82,45	3615,83	1,75
T3	R4	90,29	207,39	99,33	295,91	72,52	79,21	3473,85	2,09
T3	R3	92,00	232,17	100,67	352,5	72,44	79,38	3472,14	2,31
T3	R5	90,57	202,12	110,67	271,45	70,16	76,66	3363,86	1,83
Media		665,13	221,71	111	317,17	72,37	79,2	3469,66	2,01
T4	R1	82,29	193,2	88,33	370,09	73,84	80,58	3697,12	2,19
T4	R2	88,00	218,23	120	443,24	76,18	79,69	3640,59	1,82

T4	R6	87,14	202,74	107	346,99	74,99	81,96	3758,93	1,89
T4	R7	78,29	219,32	106	362,96	73,85	79,45	3626,89	2,07
T4	R4	84,86	230,43	121,67	389,42	75,26	82,05	3740,25	1,89
T4	R3	93,43	224,6	99	426,39	71,58	78,44	3591,27	2,27
T4	R5	67,71	201,97	108,67	290,5	77,01	82,94	3797,28	1,86
Media		638,78	212,93	107,24	375,66	74,67	80,73	3693,19	2
T5	R1	70,29	205,12	97	451,5	78,85	83,62	3787,05	2,11
T5	R2	80,29	233,4	.	600,03	75,96	80,63	3635,76	.
T5	R6	86,29	221,04	105,33	621,35	68,32	75,22	3395,95	2,1
T5	R7	77,71	219,57	89,67	540,66	77,11	81,67	3688,44	2,45
T5	R4	54,86	223,59	104,67	575,17	72,34	78,33	3536,02	2,14
T5	R3	64,00	233,72	112,67	632,12	83,28	87,18	3924,88	2,07
T5	R5	61,71	210,9	89,33	602,54	72,41	77,83	3518,3	2,36
Media		663,14	221,05	99,78	574,77	75,47	80,64	3640,91	2,20

TRAT: Tratamento ; REP.: Repetição ; GPD PRE: Ganho de peso diário no período de adaptação ou pre-coleta ; CDA COL: Consumo diário de alimento durante o período de coleta; GPD COL: Ganho de peso diário durante o período de coleta; Ag EXCRET: Água excretada nas fezes por dia por animal durante o período de coleta; METMS: Metabolizabilidade da Maria Seca ; METEB: Metabolizabilidade da Energia Bruta. EMn DIET: Energia Metabolizável corrigida por nitrogênio da Dieta. C.A: Conversão Alimentar dos animais durante a coleta.

Tabela 2. Experimento 1. Resultados correspondentes aos animais do grupo TCR.

TRAT	REP	GDP PRE (g)	GDP COL (g)	C.A. COL	Ag EXCRET (g)	METEB (%)	EMn DIET (Cal/g)
T1	R1	89,71	15,67	7,66	157,08	76,2049677	3477,22454
T1	R4	118,86	9,33	12,86	151,88	76,6159025	3497,47347
T1	R3	102	9	13,33	165,57	79,053598	3604,95541
T1	R5	99,14	16,67	7,2	141,85	79,6447611	3631,78285
T1	R2	79,71	30,33	3,96	141,58	76,8722492	3510,76426
T1	R6	88,57	30,33	3,96	130,12	80,1497871	3649,70424
T1	R7	61,43	26,33	4,56	140,19	78,1886631	3563,6758
Media		91,35	19,67	146,90	7,65	78,1	3562,23
T2	R1	105,71	-11,67	-10,71	162,66	76,8544487	3400,54485
T2	R4	112	-11,67	-10,71	194,92	78,4383945	3472,93547
T2	R3	129,14	-15,33	-8,15	209,36	75,0734347	3320,58184
T2	R5	89,14	24,67	5,07	209,41	75,8141036	3351,07176
T2	R2	78	29	4,31	180,12	76,5874536	3386,38126
T2	R6	81,14	22	5,68	149,26	80,338615	3554,30153
T2	R7	70,57	43	2,91	157,22	77,0590254	3413,16652
Media		95,1	11,43	180,42	-1,66	77,17	3414,14
T3	R1	80,57	14,67	8,86	150,39	83,8250947	3721,7658
T3	R4	92	32,33	4,02	187,81	79,1987415	3525,25844
T3	R3	92,29	12,33	10,54	242,78	76,9555647	3421,16468
T3	R5	87,14	6,67	19,5	226,28	78,4044	3485,38336
T3	R2	73,71	41,67	3,12	180,48	81,5339367	3624,25027
T3	R6	166,57	10,33	12,58	191,47	77,3381374	3439,84526
T3	R7	93,14	21,67	6	250,00	77,7905315	3461,05015
Media		97,92	19,95	204,17	9,23	79,29	3525,53
T4	R4	66,57	15,67	8,62	277,20	79,1178797	3662,19385
T4	R3	89,43	-12	-6,21	204,16	81,7693343	3791,02275
T4	R5	82,86	36	3,75	300,46	80,5750482	3732,80274
T4	R2	71,71	5	27	303,54	79,7686459	3694,29331
T4	R6	99,71	32,33	4,18	246,49	81,3164126	3770,1357

T4	R7	94,29	39	3,46	195,97	82,7441178	3829,99041
Media		84,1	19,33	254,64	6,8	80,88	3746,74
T5	R1	92,86	24	5,83	328,87	78,4428592	3583,26145
T5	R4	85,14	25	5,6	290,76	81,4693738	3733,78341
T5	R3	83,71	8	17,5	251,23	82,4574162	3773,99265
T5	R5	90,57	12,33	11,35	342,37	79,1634609	3620,06307
T5	R2	76,57	27	5,19	354,07	77,4730716	3538,25116
T5	R6	60	49,33	2,84	331,76	81,4744005	3732,01944
T5	R7	66,86	33,33	4,2	207,41	84,6480925	3874,64466
Media		79,39	25,57	300,93	7,50	80,73	3693,72

TRAT: Tratamento ; REP: Repetição ; GPD PRE: Ganho de Peso diário no período de adaptação ou pré-coleta; GPD COL: Ganho de Peso Diário da Coleta ; C.A. COL : Conversão Alimentar dos animais no período de coleta.; Ag EXCRET : Água excretada nas fezes por dia por animal nas fezes durante o período de coleta. METEB: Metabolizabilidade da energia bruta das dietas. EMn DIET: Energia Metabólica corrigida por nitrogênio das Dietas.

Tabela 3. Experimento 2. Desempenho dos animais de 21 a 28 dias de idade.

TRAT	REP.	P. IN (g)	CDA (Kg/dia)	CDAg (ml/dia)	RAA (ml/g)	P. FIN (g)	GPD (g/dia)	C.A.
T1	R7	1118,000	0,146	241,143	1,648	1702,000	83,429	1,753
T1	R8	1076,000	0,118	228,429	1,931	1548,000	67,429	1,754
T1	R5	1070,000	0,141	263,000	1,865	1645,000	82,143	1,717
T1	R1	1049,000	0,142	241,143	1,693	1571,000	74,571	1,910
T1	R3	1035,000	0,086	163,000	1,892	1314,000	39,857	2,161
T1	R2	1018,000	.	.	1,746	1270,000	.	.
T1	R9	972,000	0,147	281,857	1,912	1661,000	98,429	1,498
T1	R4	954,000	0,130	224,143	1,722	1486,000	76,000	1,712
T1	R6	929,000	0,151	368,714	2,446	1538,000	87,000	1,732
Media		1024,556	0,132	251,428	1,873	1526,111	76,10	1,779
T2	R7	1102,000	0,162	276,571	1,710	1835,000	104,714	1,544
T2	R8	1089,000	0,153	312,571	2,039	1732,000	91,857	1,669
T2	R5	1062,000	0,132	247,000	1,867	1617,000	79,286	1,668
T2	R1	1058,000	0,142	247,286	1,736	1648,000	84,286	1,690
T2	R3	1044,000	0,146	238,000	1,625	1678,000	90,571	1,617
T2	R2	1029,000	0,136	234,714	1,731	1616,000	83,857	1,617
T2	R9	1001,000	0,141	262,571	1,857	1586,000	83,571	1,692
T2	R4	970,000	0,140	256,857	1,838	1563,000	84,714	1,649
T2	R6	890,000	0,141	319,714	2,272	1504,000	87,714	1,604
Media		1027,222	0,144	266,143	1,853	1642,111	87,841	1,639
T3	R7	1117,000	0,147	323,429	2,198	1744,000	89,571	1,643
T3	R8	1095,000	0,158	272,000	1,723	1784,000	98,429	1,604
T3	R5	1062,000	0,123	241,000	1,964	1574,000	73,143	1,678
T3	R1	1050,000	0,123	208,571	1,700	1592,000	77,429	1,585
T3	R3	1048,000	0,147	257,429	1,756	1675,000	89,571	1,636
T3	R2	1023,000	0,129	239,286	1,853	1587,000	80,571	1,603
T3	R4	940,000	0,136	215,714	1,586	1523,000	83,286	1,633
T3	R6	928,000	0,122	193,571	1,590	1416,000	69,714	1,746
Media		1032,875	0,135	243,875	1,796	1611,875	82,714	1,641
T4	R7	1196,000	0,144	270,143	1,876	1759,000	80,429	1,790

T4	R8	1076,000	0,136	245,143	1,806	1693,000	88,143	1,540
T4	R5	1070,000	0,132	235,143	1,785	1611,000	77,286	1,704
T4	R1	1054,000	0,115	218,571	1,898	1554,000	71,429	1,612
T4	R3	1047,000	0,137	226,857	1,656	1634,000	83,857	1,634
T4	R2	1018,000	0,133	229,857	1,728	1579,000	80,143	1,660
T4	R9	980,000	0,136	312,143	2,288	1527,000	78,143	1,746
T4	R4	961,000	0,102	229,571	2,254	1446,000	69,286	1,470
T4	R6	924,000	0,131	262,000	2,004	1477,000	79,000	1,655
Media		1036,222	0,130	247,714	1,922	1586,667	78,635	1,646
T5	R7	1100,000	0,109	276,571	2,541	1471,000	53,000	2,054
T5	R8	1099,000	0,117	277,000	2,370	1454,000	50,714	2,304
T5	R5	1076,000	0,137	282,857	2,065	1691,000	87,857	1,559
T5	R1	1056,000	0,137	323,429	2,358	1641,000	83,571	1,641
T5	R3	1037,000	0,147	356,571	2,426	1665,000	89,714	1,639
T5	R2	1035,000	0,133	287,571	2,160	1554,000	74,143	1,796
T5	R9	987,000	0,123	295,571	2,411	1584,000	85,286	1,437
T5	R4	962,000	0,153	383,143	2,511	1499,000	76,714	1,989
T5	R6	878,000	0,111	289,143	2,615	1332,000	64,857	1,705
Media		1025,556	0,130	307,984	2,384	1543,444	73,984	1,792

TRAT : Tratamento ; REP: Repetição ; P. IN : Peso Inicial ;CDA: Consumo Diário de Alimento ; CDAg : Consumo Diário de Água ; P. FIN : Peso Final; GPD: Ganho de Peso Diário; C.A: Conversão Alimentar;RAA: Relação consumo de alimento consumo de água.

Tabela 4. Experimento 2. Desempenho dos animais de 28 a 38 dias de idade.

TRAT	REP.	P. IN (g)	CDA (Kg/dia)	CDAg (ml/dia)	RAA (ml/g)	P. FIN (g)	GPD (g/dia)	C.A.
T1	R7	1702,000	0,189	261,300	1,380	2772,000	107,000	1,769
T1	R8	1548,000	0,186	302,100	1,625	2631,000	108,300	1,717
T1	R5	1645,000	0,190	307,700	1,620	2741,000	109,600	1,733
T1	R1	1571,000	0,196	305,000	1,557	2656,000	108,500	1,806
T1	R3	1314,000	0,177	258,100	1,457	2442,000	112,800	1,570
T1	R2	1270,000	0,185	272,900	1,479	2374,000	110,400	1,671
T1	R9	1661,000	0,184	344,300	1,874	2834,000	117,300	1,566
T1	R4	1486,000	0,191	297,000	1,553	2516,000	103,000	1,856
T1	R6	1538,000	0,186	268,500	1,440	2662,000	112,400	1,658
Media		1526,111	0,187	290,767	1,554	2625,333	109,922	1,705
T2	R7	1835,000	0,216	389,900	1,803	3196,000	136,100	1,589
T2	R8	1732,000	0,179	358,400	2,007	2648,000	91,600	1,950
T2	R5	1617,000	0,193	327,900	1,700	2850,000	123,300	1,564
T2	R1	1648,000	0,182	284,100	1,564	2750,000	110,200	1,648
T2	R3	1678,000	0,182	271,700	1,493	2760,000	108,200	1,682
T2	R2	1616,000	0,174	283,500	1,627	2654,000	103,800	1,679
T2	R9	1586,000	0,193	317,400	1,646	2727,000	114,100	1,690
T2	R4	1563,000	0,189	343,000	1,819	2711,000	114,800	1,643
T2	R6	1504,000	0,183	310,000	1,694	2631,000	112,700	1,624
Media		1642,111	0,188	320,656	1,706	2769,667	112,756	1,674
T3	R7	1744,000	0,199	387,000	1,943	2882,000	113,800	1,750
T3	R8	1784,000	0,203	349,600	1,720	2917,000	113,300	1,794
T3	R5	1574,000	0,168	258,700	1,541	2485,000	91,100	1,843
T3	R1	1592,000	0,167	262,200	1,567	2682,000	109,000	1,535
T3	R3	1675,000	0,177	286,500	1,615	2710,000	103,500	1,714
T3	R2	1587,000	0,180	339,400	1,888	2698,000	111,100	1,618
T3	R4	1523,000	0,173	261,800	1,512	2597,000	107,400	1,613
T3	R6	1416,000	0,168	245,200	1,456	2284,000	86,800	1,940
Media		1611,875	0,180	298,800	1,655	2656,875	104,500	1,726
T4	R7	1759,000	0,220	419,900	1,905	3038,000	127,900	1,723

T4	R8	1693,000	0,182	313,000	1,724	2822,000	112,900	1,609
T4	R5	1611,000	0,166	237,900	1,437	2550,000	93,900	1,764
T4	R1	1554,000	0,134	158,700	1,183	2459,000	90,500	1,482
T4	R3	1634,000	0,175	315,100	1,806	2793,000	115,900	1,506
T4	R2	1579,000	0,174	298,800	1,714	2631,000	105,200	1,657
T4	R9	1527,000	0,157	345,200	2,200	2487,000	96,000	1,634
T4	R4	1446,000	0,183	343,300	1,880	2643,000	119,700	1,525
T4	R6	1477,000	0,179	399,100	2,231	2590,000	111,300	1,607
Media		1586,667	0,174	314,556	1,787	2668,111	108,144	1,612
T5	R7	1471,000	0,189	439,100	2,329	2669,000	119,800	1,573
T5	R8	1454,000	0,175	392,500	2,238	2412,000	95,800	1,831
T5	R5	1691,000	0,198	353,000	1,787	2939,000	124,800	1,583
T5	R1	1641,000	0,193	423,000	2,191	2839,000	119,800	1,612
T5	R3	1665,000	0,204	431,400	2,112	2699,000	103,400	1,976
T5	R2	1554,000	0,192	402,200	2,094	2750,000	119,600	1,606
T5	R9	1584,000	0,175	372,500	2,127	2407,000	82,300	2,128
T5	R4	1499,000	0,211	445,400	2,110	2781,000	128,200	1,647
T5	R6	1332,000	0,174	236,000	1,357	2429,000	109,700	1,585
Media		1543,444	0,190	388,344	2,038	2658,333	111,489	1,727

TRAT : Tratamento ; REP: Repetição ; P. IN : Peso Inicial ;CDA: Consumo Diário de Alimento ; CDAg : Consumo Diário de Água ; P. FIN : Peso Final; GPD: Ganho de Peso Diário; C.A: Conversão Alimentar.RAA: Relação consumo de água / Consumo de alimento .

Tabela 5 . Experimento 2 . Desempenho dos animais de 21 a 38 dias de idade.

TRAT	REP.	P. IN (g)	CDA (Kg/dia)	CDAg (ml/dia)	CDAg/CDA (ml/g)	P. FIN (g)	GPD (g/dia)	C.A.
T1	R7	1118,000	0,172	253,000	1,474	2772,000	97,294	1,764
T1	R8	1076,000	0,158	271,765	1,719	2631,000	91,471	1,728
T1	R5	1070,000	0,170	289,294	1,704	2741,000	98,294	1,727
T1	R1	1049,000	0,174	278,706	1,603	2656,000	94,529	1,839
T1	R3	1035,000	0,140	218,941	1,568	2442,000	82,765	1,687
T1	R2	1018,000	0,140	215,529	1,539	2374,000	79,765	1,755
T1	R9	972,000	0,169	318,588	1,888	2834,000	109,529	1,541
T1	R4	954,000	0,166	267,000	1,608	2516,000	91,882	1,807
T1	R6	929,000	0,172	368,588	2,147	2662,000	101,941	1,684
Media		1024,556	0,162	275,712	1,694	2625,333	94,163	1,726
T2	R7	1102,000	0,194	343,235	1,771	3196,000	123,176	1,573
T2	R8	1089,000	0,168	339,529	2,019	2648,000	91,706	1,834
T2	R5	1062,000	0,168	294,588	1,754	2850,000	105,176	1,597
T2	R1	1058,000	0,165	268,941	1,625	2750,000	99,529	1,663
T2	R3	1044,000	0,167	257,824	1,541	2760,000	100,941	1,658
T2	R2	1029,000	0,158	263,412	1,663	2654,000	95,588	1,657
T2	R9	1001,000	0,172	294,824	1,718	2727,000	101,529	1,691
T2	R4	970,000	0,168	307,529	1,825	2711,000	102,412	1,645
T2	R6	890,000	0,166	293,412	1,772	2631,000	102,412	1,617
Media		1027,222	0,170	295,922	1,743	2769,667	102,497	1,659
T3	R7	1117,000	0,178	360,824	2,030	2882,000	103,824	1,712
T3	R8	1095,000	0,185	317,647	1,721	2917,000	107,176	1,722
T3	R5	1062,000	0,149	251,412	1,684	2485,000	83,706	1,784
T3	R1	1050,000	0,149	240,118	1,612	2682,000	96,000	1,551
T3	R3	1048,000	0,165	274,529	1,667	2710,000	97,765	1,685
T3	R2	1023,000	0,159	298,176	1,876	2698,000	98,529	1,613
T3	R4	940,000	0,158	242,824	1,538	2597,000	97,471	1,620
T3	R6	928,000	0,149	223,941	1,501	2284,000	79,765	1,870
Media		1032,875	0,161	276,184	1,704	2656,875	95,529	1,695
T4	R7	1196,000	0,189	358,235	1,896	3038,000	108,353	1,744

T4	R8	1076,000	0,163	285,059	1,752	2822,000	102,706	1,584
T4	R5	1070,000	0,152	236,765	1,561	2550,000	87,059	1,742
T4	R1	1054,000	0,126	183,353	1,452	2459,000	82,647	1,528
T4	R3	1047,000	0,159	278,765	1,753	2793,000	102,706	1,549
T4	R2	1018,000	0,157	270,412	1,719	2631,000	94,882	1,658
T4	R9	980,000	0,148	331,588	2,233	2487,000	88,647	1,675
T4	R4	961,000	0,149	296,471	1,985	2643,000	98,941	1,510
T4	R6	924,000	0,159	342,647	2,154	2590,000	98,000	1,623
Media		1036,222	0,156	287,033	1,834	2668,111	95,993	1,624
T5	R7	1100,000	0,156	372,176	2,390	2669,000	92,294	1,687
T5	R8	1099,000	0,151	344,941	2,280	2412,000	77,235	1,959
T5	R5	1076,000	0,173	324,118	1,878	2939,000	109,588	1,575
T5	R1	1056,000	0,170	382,000	2,246	2839,000	104,882	1,621
T5	R3	1037,000	0,181	400,588	2,217	2699,000	97,765	1,848
T5	R2	1035,000	0,168	355,000	2,115	2750,000	100,882	1,664
T5	R9	987,000	0,153	340,824	2,221	2407,000	83,529	1,837
T5	R4	962,000	0,187	419,765	2,245	2781,000	107,000	1,748
T5	R6	878,000	0,148	372,588	2,520	2429,000	91,235	1,620
Media		1025,556	0,165	368,000	2,235	2658,333	96,046	1,729

TRAT : Tratamento ; REP: Repetição ; P. IN : Peso Inicial ;CDA: Consumo Diário de Alimento ; CDAg : Consumo Diário de Água ; P. FIN : Peso Final; GPD: Ganho de Peso Diário; C.A: Conversão Alimentar.

Tabela 6. Experimento 2. Carcaças dos animais sacrificados no fim do experimento, rendimento e características químicas principais.

TRAT.	REP.	P. V.	RENC. 1	RENC. 2	% MS	% Cinzas	% Gordura	% Proteína
T1	R7	2887,000	79,598	73,571	32,841	7,647	38,520	51,950
T1	R8	2677,000	78,932	72,693	31,832	8,506	40,380	55,230
T1	R5	2837,000	77,793	71,801	31,299	8,199	43,410	54,370
T1	R1	2707,000	78,943	72,590	32,966	8,204	39,000	55,260
T1	R3	2505,000	79,002	73,054	31,521	7,873	42,840	55,010
T1	R2	2416,000	76,656	70,447	31,939	8,170	43,720	53,100
T1	R9	2849,000	78,694	72,833	34,723	6,870	45,640	50,580
T1	R4	2599,000	77,915	71,874	29,249	8,100	41,140	62,990
T1	R6	2749,000	79,083	73,227	31,588	7,852	39,380	56,920
Media		2691,778	78,513	72,454	31,995	7,936	41,559	55,046
T2	R7	3235,000	78,176	71,870	32,930	8,021	43,400	51,990
T2	R8	2680,000	80,597	74,366	32,879	7,335	44,700	54,140
T2	R5	2896,000	80,525	74,448	30,016	8,515	40,750	57,450
T2	R1	2816,000	77,166	71,023	32,521	8,484	46,090	50,190
T2	R3	2752,000	81,359	75,436	29,333	8,540	37,040	58,190
T2	R2	2705,000	80,037	73,641	30,452	8,938	44,400	54,360
T2	R9	2783,000	80,022	73,913	32,132	7,773	43,690	52,720
T2	R4	2804,000	78,281	72,575	32,269	8,291	44,120	51,810
T2	R6	2672,000	80,090	73,391	31,785	7,844	45,320	51,890
Media		2815,889	79,584	73,407	31,591	8,194	43,279	53,638
T3	R7	2923,000	79,097	73,041	32,432	7,900	40,170	54,930
T3	R8	2968,000	80,290	74,528	32,188	6,740	35,990	58,820
T3	R5	2522,000	81,285	75,178	30,758	7,211	38,650	58,110
T3	R1	2707,000	78,131	72,183	32,761	8,055	40,670	53,090
T3	R3	2780,000	79,209	72,950	29,779	8,795	37,960	55,200
T3	R2	2757,000	78,926	73,196	32,551	7,060	44,700	52,770
T3	R4	2644,000	79,879	73,865	32,332	8,420	40,480	57,510
T3	R6	2341,000	77,616	72,619	35,114	6,911	43,310	49,180
Media		2705,250	79,304	73,445	32,240	7,637	40,241	54,951
T4	R7	3138,000	80,720	75,143	33,147	7,114	47,440	48,750

T4	R8	2864,000	81,425	75,489	32,498	6,945	44,860	52,750
T4	R5	2565,000	78,869	71,930	30,192	8,788	39,850	58,310
T4	R1	2477,000	75,293	69,641	30,377	8,408	40,860	54,880
T4	R3	2819,000	81,057	75,098	32,431	8,120	41,420	55,660
T4	R2	2680,000	79,254	73,022	32,994	7,884	39,490	54,600
T4	R9	2465,000	80,730	74,564	32,582	7,642	36,500	55,930
T4	R4	2701,000	77,860	72,121	32,854	8,337	41,640	53,000
T4	R6	2644,000	80,068	73,979	30,238	7,930	42,820	53,180
Media		2705,889	79,475	73,443	31,924	7,908	41,653	54,118
T5	R7	2706,000	79,712	73,651	31,756	8,324	37,900	59,340
T5	R8	2568,000	77,765	71,573	33,831	7,904	41,150	51,560
T5	R5	3032,000	77,342	71,009	31,860	7,902	40,300	54,760
T5	R1	2883,000	77,107	71,211	33,567	9,283	47,720	47,360
T5	R3	2754,000	79,557	73,312	31,650	7,875	44,600	55,380
T5	R2	2784,000	78,269	72,378	32,135	6,808	43,750	53,850
T5	R9	2497,000	77,012	71,125	34,151	6,739	48,000	49,230
T5	R4	2888,000	80,229	74,654	30,424	7,390	43,080	54,600
T5	R6	2477,000	79,370	73,032	29,333	8,497	35,020	59,410
Media		2732,111	78,485	72,438	32,079	7,858	42,391	53,943

TRAT : Tratamento ; REP: Repetição; RENC. 1: Rendimento de carcaça considerada com a cabeça . RENC. 2: Rendimento de carcaça considerada sem a cabeça.

Tabela 7. Experimento 2. Metabolizabilidade das dietas, entre 25 e 28 dias de idade .

TRAT	REPT.	MET. MS (%)	EB DIET.(Cal/g)	EB EXCRET. (Cal/g)	MET EB. (%)	EMn DIETA (Cal/g)	MET N (%)	MET Ag (%)
T1	R7	70,465		3654,393	76,654	3449,920	69,432	43,959
T1	R8	72,783		3478,538	79,522	3590,277	70,404	46,636
T1	R5	69,657		3604,091	76,346	3446,302	63,344	47,146
T1	R1	67,952		3497,645	75,755	3411,784	63,351	48,905
T1	R3	68,632		3704,187	74,868	3381,459	61,831	48,920
T1	R2	71,574		3539,380	78,238	3544,331	64,737	49,287
T1	R9	71,273		3391,007	78,930	3557,656	67,292	49,694
T1	R4	73,601		3899,721	77,732	3502,750	69,580	51,513
T1	R6	67,347	4623,270	3598,261	74,587	3356,517	64,358	62,519
Media		70,365		3596,358	76,959	3471,222	66,037	49,842
T2	R7	69,971		3505,134	77,389	3499,200	66,733	40,732
T2	R8	70,136		3682,040	76,379	3463,765	66,645	41,432
T2	R5	71,574		3616,666	77,915	3531,483	68,204	44,549
T2	R1	67,774		3508,961	75,709	3441,893	62,942	46,133
T2	R3	70,155		3454,789	77,851	3529,116	69,477	47,406
T2	R2	69,828		3433,563	77,746	3534,105	67,136	49,282
T2	R9	72,059		3451,476	79,284	3595,902	69,554	49,450
T2	R4	69,700		3564,538	76,799	3484,482	63,455	52,012
T2	R6	71,694	4655,220	3512,584	78,642	3571,015	66,409	54,587
Media		70,321		3525,528	77,524	3516,773	66,728	47,287
T3	R7	69,492		3457,467	77,755	3596,141	68,149	42,831
T3	R8	72,734		3580,825	79,410	3670,553	66,990	45,645
T3	R5	70,316		3736,342	76,611	3557,340	62,578	45,774
T3	R1	66,943		3375,150	76,471	3548,744	64,344	47,151
T3	R3	71,065		3407,775	79,206	3671,491	65,278	48,344
T3	R2	68,488		3442,244	77,125	3579,731	64,933	50,884
T3	R4	71,278		3393,178	79,447	3689,950	63,594	52,295
T3	R6	67,313	4741,880	3436,679	76,310	3550,350	59,798	57,049
Media		69,704		3478,708	77,792	3608,037	64,458	48,747
T4	R7	69,423		3587,056	76,872	3554,245	62,670	34,928

T4	R8	71,545	4742,300	3626,493	78,240	3627,526	66,076	41,103
T4	R5	69,741		3604,740	77,000	3571,504	63,716	43,344
T4	R1	68,019		3376,857	77,227	3596,210	60,538	44,421
T4	R3	70,754		3385,391	79,122	3670,039	66,341	45,523
T4	R2	66,538		3555,687	74,911	3477,737	62,566	47,056
T4	R9	68,282		3563,026	76,170	3531,298	63,870	47,782
T4	R4	66,755		3535,961	75,212	3490,853	61,045	49,070
T4	R6	70,155		3428,639	78,422	3640,519	68,948	51,471
Media		69,024		3518,206	77,019	3573,326	63,975	44,967
T5	R7	66,429		3756,668	73,558	3427,667	61,032	35,818
T5	R8	62,887		3633,138	71,730	3382,075	51,841	37,421
T5	R5	66,692		3737,679	73,898	3445,155	65,713	38,863
T5	R1	66,045		3584,256	74,483	3476,885	63,237	40,269
T5	R3	63,585		3803,887	70,958	3302,632	63,233	42,615
T5	R2	65,704		3505,373	74,794	3489,527	59,959	43,010
T5	R9	66,474		3581,399	74,826	3506,555	56,002	44,646
T5	R4	65,486		3671,395	73,432	3416,618	63,848	47,494
T5	R6	64,800	4769,520	3668,318	72,927	3416,569	63,145	49,259
Media		65,3446667		3660,23478	73,4006667	3429,29811	60,89	42,155

TRAT: Tratamento ; REPT: Repetição ; MET MS: Metabolizabilidade da Matéria Seca ; EB DIET.: Energia Bruta da Dieta ; EB EXCRET: Energia Bruta da Excreta; MET EB: Metabolizabilidade da Energia Bruta; EMn DIET: Energia Metabólica corrigida por nitrogênio das Dietas ; MET N.: Metabolizabilidade do Nitrogênio ; MET. Ag: Metabolizabilidade da Água .

Tabela 8. Experimento 2. Metabolizabilidade das dietas, 35 e os 38 dias de idade.

TRAT.	REP.	MET. MS (%)	EB DIET (Cal/g)	EB EXCRET (Cal/g)	MET. EB. (%)	EMn (Cal /g)	MET N (%)	MET Ag. (%)
T1	R7	58,633		3616,580	66,209		43,788	64,014
T1	R8	73,178		3392,526	79,448	3426,673	63,445	76,848
T1	R5	71,668		3369,704	78,436	3371,746	62,419	76,448
T1	R1	69,600		3462,846	76,223	3289,066	57,420	71,397
T1	R3	73,181		3262,146	80,240	3463,765	63,135	75,764
T1	R2	69,032		3643,720	74,514	3205,508	60,649	70,163
T1	R9	69,085		3582,351	81,258	3492,770	70,889	59,529
T1	R4	75,985		3900,694	79,857	3415,959	70,762	78,337
T1	R6	74,727	4427,480	3491,456	80,069	3445,016	66,692	9,970
Media		70,565		3524,669	77,361	3388,813	62,133	64,719
T2	R7	66,737		3431,842	75,398	3243,630	59,249	55,100
T2	R8	69,227		3486,317	76,878	3342,219	63,801	77,971
T2	R5	70,209		3351,166	78,484	3387,448	63,284	78,334
T2	R1	71,743		3519,548	78,566	3393,068	66,783	76,283
T2	R3	66,725		3506,718	74,852	3240,228	63,937	68,936
T2	R2	69,764		3411,882	77,767	3362,350	66,283	68,306
T2	R9	70,461		3433,708	78,140	3365,685	68,169	62,732
T2	R4	64,136		3537,460	72,658	3151,473	56,035	61,156
T2	R6	71,012	4457,320	3450,464	78,443	3395,988	59,481	70,236
Media		68,891		3458,790	76,798	3320,232	63,003	68,784
T3	R7	55,681		3519,230	65,607		45,755	65,592
T3	R8	70,828		3392,946	78,173	3444,805	60,864	70,911
T3	R5	71,771		3473,645	78,377	3454,322	66,897	83,516
T3	R1	70,771		3392,512	78,134	3451,319	64,846	75,678
T3	R3	71,456		3450,725	78,280	3460,160	58,337	67,660
T3	R2	72,242		3463,089	78,802	3476,062	66,234	69,404
T3	R4	71,056		3532,850	77,451	3410,465	64,501	62,698
T3	R6	70,696	4534,940	3438,352	77,781	3449,801	53,526	74,024
Media		69,312		3457,919	76,576	3449,562	60,120	71,185
T4	R7	71,492		3460,042	78,615	3509,790	60,489	65,747

T4	R8	70,190	4612,720	3473,308	77,553	3476,277	63,668	70,654
T4	R5	74,997		3426,530	81,426	3652,715	71,374	85,841
T4	R1	70,124		3494,155	77,368	3510,218	62,712	63,569
T4	R3	73,066		3469,933	79,738	3567,043	62,971	71,442
T4	R2	69,610		3536,159	76,702	3438,155	63,626	69,960
T4	R9	68,572		3650,736	75,125	3396,678	59,867	74,067
T4	R4	69,475		3630,221	75,975	3404,305	62,947	69,981
T4	R6	73,570		3608,723	72,443	3263,260	49,208	57,035
Media		71,233		3527,756	77,216	3468,716	61,873	69,811
T5	R7	69,420		3556,863	76,345	3415,831	61,157	59,271
T5	R8	62,882		3553,492	71,314	3184,969	50,379	56,493
T5	R5	70,525		3501,972	77,552	3461,476	63,212	72,495
T5	R1	68,897		3561,854	75,906	3400,970	55,631	59,353
T5	R3	65,951		3730,815	72,373	3240,716	56,300	56,388
T5	R2	71,681		3551,176	78,129	3496,247	60,854	65,158
T5	R9	71,881		3490,576	78,654	3531,196	59,268	64,161
T5	R4	69,660		3632,523	74,743	3319,537	61,015	52,368
T5	R6	68,688	4598,030	3872,271	73,630	3284,383	61,167	58,187
Media		68,843		3605,727	75,405	3370,592	58,776	60,430

TRAT: Tratamento ; REPT: Repetição ; MET MS: Metabolizabilidade da Matéria Seca ; EB DIET.: Energia Bruta da Dieta ; EB EXCRET: Energia Bruta da Excreta; MET EB: Metabolizabilidade da Energia Bruta; EMn DIET: Energia Metabólica corrigida por nitrogênio das Dietas ; MET N.: Metabolizabilidade do Nitrogênio ; MET. Ag: Metabolizabilidade da Água .

Tabela 9. Experimento 2. Matéria seca das excretas em relação com a matéria seca do conteúdo ileal .

TRAT	REP.	MSF1 (%)	EMSF2 (%)	MSILE (%)
T1	R7	23,25	21,11	19,02
T1	R8	21,44	24,44	19,13
T1	R5	21,04	26,92	15,88
T1	R1	23,39	23,17	16,24
T1	R3	20,40	23,12	16,78
T1	R2	23,69	22,94	17,26
T1	R9	19,46	17,43	17,70
T1	R4	20,83	25,98	17,45
T1	R6	18,98	13,80	17,21
Media		21,39	22,10	17,41
T2	R7	19,35	18,35	13,60
T2	R8	20,52	23,80	20,87
T2	R5	20,75	28,21	19,95
T2	R1	23,31	23,86	20,04
T2	R3	23,21	20,43	19,36
T2	R2	21,13	19,49	19,07
T2	R9	20,32	18,00	14,01
T2	R4	18,65	19,43	18,19
T2	R6	20,76	21,12	20,46
Media		20,89	21,41	18,39
T3	R7	20,79	20,45	17,63
T3	R8	21,39	22,29	19,00
T3	R5	21,58	31,93	18,00
T3	R1	22,12	23,21	18,50
T3	R3	21,75	19,43	18,91
T3	R2	20,51	19,05	17,25
T3	R4	22,50	17,74	17,19
T3	R6	24,54	22,47	17,71
Media		21,90	22,07	18,02
T4	R7	19,14	21,46	19,96

T4	R8	18,39	22,20	18,09
T4	R5	22,05	32,25	19,00
T4	R1	21,86	25,25	11,15
T4	R3	21,54	21,98	20,63
T4	R2	19,27	21,64	18,42
T4	R9	16,46	20,08	17,68
T4	R4	19,28	21,78	19,01
T4	R6	18,29	13,96	20,39
Media		19,59	22,29	18,26
T5	R7	15,85	17,43	16,94
T5	R8	17,62	20,93	17,81
T5	R5	20,13	24,51	18,34
T5	R1	15,78	17,43	19,11
T5	R3	15,90	17,21	20,38
T5	R2	16,06	18,88	19,49
T5	R9	16,46	16,54	16,34
T5	R4	14,05	17,29	18,48
T5	R6	14,94	17,53	18,72
Media		16,31	18,64	18,40

TRAT: Tratamento ; REP.: Repetição ; MSF1: Matéria seca das excretas da primeira coleta; MSF2: Matéria seca das excretas da segunda coleta; MSILE: Matéria seca das coletas ileais extraídas no abate ao final do experimento.

Tabela 10. Experimento 2. Análises bioquímicas feitas nos fígados e nos músculos.

TRAT	P. FIG	G. FIG (mg/100mg)	SINT. GLICOG. FIG (pg / mg h)	TG FIG. (mg /100mg)	COL. FIG. (mg/ 100mg)	CAT. G. (pg / mg h)
T1	51,7	3,6	24,6	0,1767	0,304	6
T1	62,01	2,3	64,8	0,2181	0,298	5,2
T1	46,16	0,78	20,3	0,1057	0,332	5,4
T1	54,39	1,18	44,7	0,1841	0,28	7,1
T1	41,82	0,3	18,1	0,1738	0,342	6,3
T1	45,51	0,46	25,8	0,146	0,306	5
T1	59,95	1,54	59,6	0,416	0,294	6,2
T1	44,57	1,9	52	0,1253	0,314	5,9
Media	50,76	1,51	38,74	0,19	0,31	5,89
T2	47,65	0,17	27,1	0,1712	0,336	
T2	44,31	0,57	29,6	0,216	0,346	6,7
T2	51,2	0,27	18	0,3302	0,35	4,5
T2	39,69	0,89	12,6	0,1083	0,316	7,5
T2	46,66	0,2	26,4	0,1156	0,332	6,5
T2	58,47	0,32	23,41	0,1381	0,376	5,6
T2	50,2	0,59	43,3	0,3302	0,294	9,6
T2	52,84	0,2	31,6	0,2371	0,338	5,5
T2	60,14	0,25	40,4	0,2983	0,336	9,7
Media	50,13	0,38	28,05	0,22	0,34	6,95

TRAT.: Tratamento; P. FIG: Peso do Fígado ; G. FIG: Concentração de glicerol em fígado ; SINT. GLICOG. FIG: Síntese de glicogênio a partir de glicerol marcado ; TG FIG.: Concentração de Glicerol no Fígado , COL. FIG. : Concentração de Colesterol no Fígado ; CAT. G. : Catabolismo de Glicerol marcado até CO₂ no Músculo psoas dos frangos.

Tabela 11. Experimento 2. Níveis de glicerol no sangue

TRAT	REP.	GLISAN (mg/dl)
T1	R7	0,211
T1	R8	0,210
T1	R1	0,214
T1	R3	0,287
T1	R2	0,260
T1	R9	0,205
T1	R6	0,184
Media		0,224
T2	R8	0,184
T2	R5	0,219
T2	R1	0,181
T2	R3	0,167
T2	R2	0,203
T2	R6	0,228
Media		0,197
T3	R8	0,272
T3	R5	0,217
T3	R1	0,247
T3	R3	0,286
T3	R6	0,151
Media		0,235

TRAT.	REP.	GLISAN (mg/dl)
T4	R7	3,116
T4	R8	1,262
T4	R5	0,184
T4	R1	0,187
T4	R3	0,648
T4	R2	0,843
T4	R9	0,192
T4	R4	0,852
T4	R6	1,239
Media		0,947
T5	R7	4,702
T5	R8	5,727
T5	R5	7,159
T5	R1	5,578
T5	R2	5,259
T5	R9	4,385
T5	R4	4,977
T5	R6	5,103
Media		5,361

TRAT: Tratamento ; REP: Repetição ; GLISAN: Concentração de glicerol em sangue .

Apêndice : Análises estatísticas do primeiro experimento.
Experimento com alimentação a vontade TCAV.

Ganho de peso diario das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	773.697232	193.424308	0.73	0.5776
Error	29	7664.026712	264.276783		
Corrected Total	33	8437.723944			

Consumo diario de alimento das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1198.22670	299.55668	0.92	0.4642
Error	30	9749.07851	324.96928		
Corrected Total	34	10947.30522			

Conversão alimentar das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.24323109	0.06080777	0.83	0.5194
Error	29	2.13480714	0.07361404		
Corrected Total	33	2.37803824			

Água Excretada por las aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	508608.8571	127152.2143	54.44	<.0001
Error	30	70071.7143	2335.7238		
Corrected Total	34	578680.5714			

TRAT	AGEXCRET LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.00	232.571429	18.266768	<.0001	1
5.00	268.142857	18.266768	<.0001	2
10.00	317.000000	18.266768	<.0001	3
15.00	375.428571	18.266768	<.0001	4
20.00	574.714286	18.266768	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.1787	0.0027	<.0001	<.0001
2	0.1787		0.0683	0.0003	<.0001
3	0.0027	0.0683		0.0311	<.0001
4	<.0001	0.0003	0.0311		<.0001
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

Energía metabolizável aparente do alimento.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	597962.1803	149490.5451	12.30	<.0001
Error	30	364522.7126	12150.7571		
Corrected Total	34	962484.8929			

TRAT	Standard LSMEAN	Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.00	3467.38714	41.66320	<.0001	1
5.00	3331.56714	41.66320	<.0001	2
10.00	3469.65571	41.66320	<.0001	3
15.00	3693.19000	41.66320	<.0001	4
20.00	3640.91429	41.66320	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.0283	0.9695	0.0006	0.0062
2	0.0283		0.0259	<.0001	<.0001
3	0.9695	0.0259		0.0007	0.0068
4	0.0006	<.0001	0.0007		0.3820
5	0.0062	<.0001	0.0068	0.3820	

Equação que relaciona a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio da glicerina com a percentagem de glicerol no alimento.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	32262741	32262741	48.14	<.0001
Error	25	16754994	670200		
Corrected Total	26	49017735			

Root MSE	818.65729	R-Square	0.6582
Dependent Mean	3561.51852	Adj R-Sq	0.6445
Coeff Var	22.98619		

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1409.82227	347.84741	4.05	0.0004
TRAT	1	139.98988	20.17661	6.94	<.0001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	32281000	16140500	23.15	<.0001
Error	24	16736735	697364		
Corrected Total	26	49017735			

Root MSE	835.08319	R-Square	0.6586
Dependent Mean	3561.51852	Adj R-Sq	0.6301
Coeff Var	23.44739		

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1415.42625	356.51291	3.97	0.0006
TRAT	1	136.00482	32.09541	4.24	0.0003
TRAT2	1	0.28756	1.77711	0.16	0.8728

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	37676722	12558907	25.47	<.0001
Error	23	11341013	493088		
Corrected Total	26	49017735			

Root MSE	702.20190	R-Square	0.7686
Dependent Mean	3561.51852	Adj R-Sq	0.7385
Coeff Var	19.71636		

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	567.36996	394.45409	1.44	0.1638
TRAT	1	-12.46996	52.37295	-0.24	0.8139
TRAT2	1	51.26509	15.48276	3.31	0.0030
TRAT3	1	-2.08118	0.62914	-3.31	0.0031

Apêndice : Análises estatísticas do primeiro experimento.
Experimento com alimentação restricta TCR.

Ganho de peso diario das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	712.389690	178.097423	0.64	0.6357
Error	29	8023.631333	276.676943		
Corrected Total	33	8736.021024			

Conversão alimentar das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	521.625237	130.406309	2.67	0.0523
Error	29	1418.564257	48.916009		
Corrected Total	33	1940.189494			

TRAT	CA LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
1.00	7.64714286	2.64348279	0.0072	1
2.00	-1.65714286	2.64348279	0.5356	2
3.00	9.23142857	2.64348279	0.0016	3
4.00	6.80000000	2.85528775	0.0240	4
5.00	7.50142857	2.64348279	0.0082	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.0188	0.6749	0.8292	0.9692
2	0.0188		0.0068	0.0381	0.0206
3	0.6749	0.0068		0.5369	0.6470
4	0.8292	0.0381	0.5369		0.8582
5	0.9692	0.0206	0.6470	0.8582	

Água Excretada pelas aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	102706.1407	25676.5352	18.08	<.0001
Error	29	41180.9355	1420.0323		
Corrected Total	33	143887.0762			

TRAT	AGEXCRET LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.00	146.895714	14.242954	<.0001	1
5.00	180.421429	14.242954	<.0001	2
10.00	204.172857	14.242954	<.0001	3
15.00	254.636667	15.384149	<.0001	4
20.00	300.924286	14.242954	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.1068	0.0081	<.0001	<.0001
2	0.1068		0.2479	0.0014	<.0001
3	0.0081	0.2479		0.0227	<.0001
4	<.0001	0.0014	0.0227		0.0353
5	<.0001	<.0001	<.0001	0.0353	

Equação que relaciona a água excretada com a percentagem de glicerol no alimento.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	100867	100867	75.03	<.0001
Error	32	43020	1344.37745		
Corrected Total	33	143887			

Root MSE	36.66575	R-Square	0.7010
Dependent Mean	216.31529	Adj R-Sq	0.6917
Coeff Var	16.95014		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	140.95571	10.73463	13.13	<.0001
TRAT	1	7.64843	0.88300	8.66	<.0001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	102238	51119	38.05	<.0001
Error	31	41649	1343.51426		
Corrected Total	33	143887			

Root MSE	36.65398	R-Square	0.7105
Dependent Mean	216.31529	Adj R-Sq	0.6919
Coeff Var	16.94470		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	148.47687	13.06088	11.37	<.0001
TRAT	1	4.62875	3.11673	1.49	0.1476
TRAT2	1	0.15042	0.14890	1.01	0.3202

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	102269	34090	24.57	<.0001
Error	30	41618	1387.27398		
Corrected Total	33	143887			

Root MSE	37.24613	R-Square	0.7108
Dependent Mean	216.31529	Adj R-Sq	0.6818
Coeff Var	17.21844		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	147.82290	13.98051	10.57	<.0001
TRAT	1	5.59243	7.20865	0.78	0.4439
TRAT2	1	0.01433	0.92697	0.02	0.9878
TRAT3	1	0.00456	0.03062	0.15	0.8827

Equação que relaciona a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio da glicerina com a percentagem de glicerol no alimento.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	45131251	45131251	30.56	<.0001
Error	25	36917725	1476709		
Corrected Total	26	82048975			

Root MSE	1215.19915	R-Square	0.5501
Dependent Mean	3116.25926	Adj R-Sq	0.5321
Coeff Var	38.99544		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	287.92857	562.52790	0.51	0.6132
TRAT	1	227.95501	41.23423	5.53	<.0001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	60335347	30167673	33.34	<.0001
Error	24	21713629	904735		
Corrected Total	26	82048975			

Root MSE	951.17534	R-Square	0.7354
Dependent Mean	3116.25926	Adj R-Sq	0.7133
Coeff Var	30.52298		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	-3467.23477	1016.35643	-3.41	0.0023
TRAT	1	981.22957	186.56562	5.26	<.0001
TRAT2	1	-30.04131	7.32823	-4.10	0.0004

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	60547531	20182510	21.59	<.0001
Error	23	21501444	934845		
Corrected Total	26	82048975			

Root MSE	966.87403	R-Square	0.7379
Dependent Mean	3116.25926	Adj R-Sq	0.7038
Coeff Var	31.02675		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	-2077.95238	3093.70912	-0.67	0.5085
TRAT	1	536.90952	951.71493	0.56	0.5781
TRAT2	1	10.13524	84.65901	0.12	0.9057
TRAT3	1	-1.07638	2.25933	-0.48	0.6383

Apêndice : Análises estatísticas do segundo experimento.
Período compreendido entre os 21 e 28 dias de idade das aves.

Consumo diario de agua das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	25185.08020	6296.27005	3.49	0.0159
Error	38	68460.39869	1801.58944		
Corrected Total	42	93645.47889			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CDAG2128 Mean
0.268941	16.10974	42.44513	263.4750

TRAT	LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	247.732250	15.006621	<.0001	1
2.500	266.142667	14.148378	<.0001	2
5.000	243.875000	15.006621	<.0001	3
7.500	247.714222	14.148378	<.0001	4
10.000	307.984000	14.148378	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.3777	0.8567	0.9993	0.0058
2	0.3777		0.2871	0.3629	0.0433
3	0.8567	0.2871		0.8533	0.0036
4	0.9993	0.3629	0.8533		0.0046
5	0.0058	0.0433	0.0036	0.0046	

Relação de consumo de água e de alimento pelas aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	2.00894204	0.50223551	11.19	<.0001
Error	38	1.70618782	0.04489968		
Corrected Total	42	3.71512986			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	RAAG2128 Mean
0.540746	10.74977	0.211895	1.971163

TRAT	LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	1.87037500	0.07491635	<.0001	1
2.500	1.85277778	0.07063181	<.0001	2
5.000	1.79625000	0.07491635	<.0001	3
7.500	1.92166667	0.07063181	<.0001	4
10.000	2.38411111	0.07063181	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.8652	0.4884	0.6212	<.0001
2	0.8652		0.5862	0.4946	<.0001
3	0.4884	0.5862		0.2307	<.0001
4	0.6212	0.4946	0.2307		<.0001
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

Conversão alimentar das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.20813992	0.05203498	2.09	0.1008
Error	38	0.94466199	0.02485953		
Corrected Total	42	1.15280191			

TRAT	LSMEAN	Error	Pr > t	Number
0.000	1.77487500	0.05574442	<.0001	1
2.500	1.63888889	0.05255635	<.0001	2
5.000	1.64100000	0.05574442	<.0001	3

7.500	1.64566667	0.05255635	<.0001	4
10.000	1.79155556	0.05255635	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.0839	0.0976	0.0999	0.8288
2	0.0839		0.9782	0.9278	0.0469
3	0.0976	0.9782		0.9517	0.0567
4	0.0999	0.9278	0.9517		0.0570
5	0.8288	0.0469	0.0567	0.0570	

Ganho de peso diario das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1105.953228	276.488307	1.92	0.1263
Error	38	5460.653576	143.701410		
Corrected Total	42	6566.606804			

Consumo diario de água das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.00126403	0.00031601	1.26	0.3031
Error	38	0.00953997	0.00025105		
Corrected Total	42	0.01080400			

Relação entre consumo de alimento e de água.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	9162.30606	9162.30606	4.45	0.0411
Error	41	84483	2060.56519		
Corrected Total	42	93645			

Root MSE	45.39345	R-Square	0.0978
Dependent Mean	263.47502	Adj R-Sq	0.0758
Coeff Var	17.22875		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	242.34002	12.18107	19.89	<.0001
TRAT	1	4.13093	1.95902	2.11	0.0411

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	16653	8326.40718	4.33	0.0199
Error	40	76993	1924.81661		
Corrected Total	42	93645			

Root MSE	43.87273	R-Square	0.1778
Dependent Mean	263.47502	Adj R-Sq	0.1367
Coeff Var	16.65157		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	259.04714	14.50277	17.86	<.0001
TRAT	1	-8.77543	6.81095	-1.29	0.2050
TRAT2	1	1.27579	0.64672	1.97	0.0555

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	25025	8341.58244	4.74	0.0065
Error	39	68621	1759.50594		
Corrected Total	42	93645			

Root MSE	41.94647	R-Square	0.2672
----------	----------	----------	--------

Dependent Mean 263.47502 Adj R-Sq 0.2109
 Coeff Var 15.92047

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	248.28192	14.71810	16.87	<.0001
TRAT	1	19.41672	14.47223	1.34	0.1875
TRAT2	1	-6.51564	3.62502	-1.80	0.0800
TRAT3	1	0.51759	0.23728	2.18	0.0353

Relação de consumo de água de alimento das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1.08752	1.08752	16.97	0.0002
Error	41	2.62761	0.06409		
Corrected Total	42	3.71513			

Root MSE 0.25316 R-Square 0.2927
 Dependent Mean 1.97116 Adj R-Sq 0.2755
 Coeff Var 12.84299

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.74090	0.06793	25.63	<.0001
TRAT	1	0.04501	0.01093	4.12	0.0002

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.88285	0.94143	20.55	<.0001
Error	40	1.83228	0.04581		
Corrected Total	42	3.71513			

Root MSE 0.21403 R-Square 0.5068
 Dependent Mean 1.97116 Adj R-Sq 0.4821
 Coeff Var 10.85784

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.91306	0.07075	27.04	<.0001
TRAT	1	-0.08799	0.03323	-2.65	0.0115
TRAT2	1	0.01315	0.00315	4.17	0.0002

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	2.00842	0.66947	15.30	<.0001
Error	39	1.70671	0.04376		
Corrected Total	42	3.71513			

Root MSE 0.20919 R-Square 0.5406
 Dependent Mean 1.97116 Adj R-Sq 0.5053
 Coeff Var 10.61268

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.87137	0.07340	25.49	<.0001
TRAT	1	0.02120	0.07218	0.29	0.7706
TRAT2	1	-0.01703	0.01808	-0.94	0.3520
TRAT3	1	0.00200	0.00118	1.69	0.0983

Período compreendido entre 25 e os 28 dias de idade das aves (primeiro período de coleta das excretas).

Balço de água retida em relação a água consumida pelas aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	369.431596	92.357899	4.15	0.0069
Error	38	844.984794	22.236442		
Corrected Total	42	1214.416391			

Standard LSMEAN

TRAT	METAG LSMEAN	Error	Pr > t	Number
0.00	50.5775000	1.6671998	<.0001	1
2.50	47.2866667	1.5718511	<.0001	2
5.00	48.7450000	1.6671998	<.0001	3
7.50	44.9655556	1.5718511	<.0001	4
10.00	42.1555556	1.5718511	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.1591	0.4418	0.0190	0.0007
2	0.1591		0.5283	0.3030	0.0265
3	0.4418	0.5283		0.1073	0.0066
4	0.0190	0.3030	0.1073		0.2139
5	0.0007	0.0265	0.0066	0.2139	

Consumo diário de água das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	45611.7693	11402.9423	4.22	0.0064
Error	38	102736.1024	2703.5816		
Corrected Total	42	148347.8717			

TRAT	CDAG LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.00	300.415000	18.383354	<.0001	1
2.50	304.333333	17.331992	<.0001	2
5.00	282.917500	18.383354	<.0001	3
7.50	311.703333	17.331992	<.0001	4
10.00	377.035556	17.331992	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.8776	0.5050	0.6576	0.0044
2	0.8776		0.4020	0.7653	0.0052
3	0.5050	0.4020		0.2617	0.0006
4	0.6576	0.7653	0.2617		0.0112
5	0.0044	0.0052	0.0006	0.0112	

Excreção diária de água pelas aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	31931.44879	7982.86220	8.19	<.0001
Error	38	37057.24567	975.19068		
Corrected Total	42	68988.69446			

TRAT	EDAG LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.00	148.221250	11.040781	<.0001	1
2.50	160.178889	10.409348	<.0001	2
5.00	143.406250	11.040781	<.0001	3
7.50	171.807778	10.409348	<.0001	4
10.00	218.977778	10.409348	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.4356	0.7595	0.1284	<.0001
2	0.4356		0.2760	0.4345	0.0003
3	0.7595	0.2760		0.0690	<.0001
4	0.1284	0.4345	0.0690		0.0027
5	<.0001	0.0003	<.0001	0.0027	

Retenção de água diária das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	2290.41720	572.60430	0.65	0.6317
Error	38	33574.23368	883.53247		

Corrected Total 42 35864.65087

Metabolismo de la matéria seca consumida pelas aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	159.7916650	39.9479163	13.23	<.0001
Error	38	114.7257397	3.0190984		
Corrected Total	42	274.5174047			

TRAT	METMS2528 LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	70.5815000	0.6143186	<.0001	1
2.500	70.3212222	0.5791851	<.0001	2
5.000	69.7036250	0.6143186	<.0001	3
7.500	69.0235556	0.5791851	<.0001	4
10.000	65.3446667	0.5791851	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.7596	0.3187	0.0728	<.0001
2	0.7596		0.4690	0.1214	<.0001
3	0.3187	0.4690		0.4256	<.0001
4	0.0728	0.1214	0.4256		<.0001
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

Metabolismo da energia bruta consumida pelas aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	115.7177540	28.9294385	14.98	<.0001
Error	38	73.4057487	1.9317302		
Corrected Total	42	189.1235027			

TRAT	METEB2528 LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	77.2205000	0.4913922	<.0001	1
2.500	77.5237778	0.4632890	<.0001	2
5.000	77.7918750	0.4913922	<.0001	3
7.500	77.0195556	0.4632890	<.0001	4
10.000	73.4006667	0.4632890	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.6559	0.4161	0.7677	<.0001
2	0.6559		0.6936	0.4463	<.0001
3	0.4161	0.6936		0.2600	<.0001
4	0.7677	0.4463	0.2600		<.0001
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

Energia metabolizável aparente do glicerol consumido pelas aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	182918.6168	45729.6542	10.84	<.0001
Error	39	164562.3789	4219.5482		
Corrected Total	43	347480.9957			

TRAT	EMN2528 LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	3471.22178	21.65268	<.0001	1
2.500	3516.77344	21.65268	<.0001	2
5.000	3608.03750	22.96614	<.0001	3
7.500	3573.32567	21.65268	<.0001	4
10.000	3429.29811	21.65268	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.1449	<.0001	0.0019	0.1788
2	0.1449		0.0062	0.0724	0.0068
3	<.0001	0.0062		0.2782	<.0001

4	0.0019	0.0724	0.2782		<.0001
5	0.1788	0.0068	<.0001	<.0001	

Metabolizabilidade das dietas consumidas pelas aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	198.4777197	49.6194299	5.16	0.0020
Error	38	365.1439217	9.6090506		
Corrected Total	42	563.6216414			

TRAT	METN2528 LSMEAN	Standar Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	66.5622500	1.0959614	<.0001	1
2.500	66.7283333	1.0332823	<.0001	2
5.000	64.4580000	1.0959614	<.0001	3
7.500	63.9744444	1.0332823	<.0001	4
10.000	60.8900000	1.0332823	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.9128	0.1826	0.0939	0.0006
2	0.9128		0.1400	0.0672	0.0003
3	0.1826	0.1400		0.7499	0.0230
4	0.0939	0.0672	0.7499		0.0414
5	0.0006	0.0003	0.0230	0.0414	

Excreção diária de água das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	20764	20764	17.65	0.0001
Error	41	48225	1176.21834		
Corrected Total	42	68989			

Root MSE	34.29604	R-Square	0.3010
Dependent Mean	169.57442	Adj R-Sq	0.2839
Coeff Var	20.22477		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	137.75789	9.20315	14.97	<.0001
TRAT	1	6.21869	1.48010	4.20	0.0001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	28727	14363	14.27	<.0001
Error	40	40262	1006.55240		
Corrected Total	42	68989			

Root MSE	31.72621	R-Square	0.4164
Dependent Mean	169.57442	Adj R-Sq	0.3872
Coeff Var	18.70931		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	154.98373	10.48756	14.78	<.0001
TRAT	1	-7.08839	4.92528	-1.44	0.1579
TRAT2	1	1.31540	0.46767	2.81	0.0076

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	30718	10239	10.43	<.0001
Error	39	38271	981.29548		
Corrected Total	42	68989			

Root MSE	31.32564	R-Square	0.4453
Dependent Mean	169.57442	Adj R-Sq	0.4026
Coeff Var	18.47309		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	149.73299	10.99152	13.62	<.0001
TRAT	1	6.66164	10.80767	0.62	0.5412
TRAT2	1	-2.48473	2.70715	-0.92	0.3643
TRAT3	1	0.25245	0.17720	1.42	0.1622

Balanço da água consumida e da água retida

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	315.18987	315.18987	14.37	0.0005
Error	41	899.22652	21.93235		
Corrected Total	42	1214.41639			

Root MSE	4.68320	R-Square	0.2595
Dependent Mean	46.61047	Adj R-Sq	0.2415
Coeff Var	10.04753		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	50.53047	1.25671	40.21	<.0001
TRAT	1	-0.76618	0.20211	-3.79	0.0005

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	325.28576	162.64288	7.32	0.0020
Error	40	889.13063	22.22827		
Corrected Total	42	1214.41639			

Root MSE	4.71469	R-Square	0.2679
Dependent Mean	46.61047	Adj R-Sq	0.2312
Coeff Var	10.11508		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	49.91710	1.55851	32.03	<.0001
TRAT	1	-0.29235	0.73192	-0.40	0.6917
TRAT2	1	-0.04684	0.06950	-0.67	0.5042

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	337.80646	112.60215	5.01	0.0049
Error	39	876.60993	22.47718		
Corrected Total	42	1214.41639			

Root MSE	4.74101	R-Square	0.2782
Dependent Mean	46.61047	Adj R-Sq	0.2226
Coeff Var	10.17156		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	50.33343	1.66352	30.26	<.0001
TRAT	1	-1.38259	1.63570	-0.85	0.4031
TRAT2	1	0.25447	0.40972	0.62	0.5381
TRAT3	1	-0.02002	0.02682	-0.75	0.4599

Metabolizabilidade da materia seca

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	122.68504	122.68504	33.13	<.0001
Error	41	151.83237	3.70323		
Corrected Total	42	274.51740			

Root MSE	1.92438	R-Square	0.4469
Dependent Mean	68.94153	Adj R-Sq	0.4334
Coeff Var	2.79132		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	71.38719	0.51640	138.24	<.0001
TRAT	1	-0.47802	0.08305	-5.76	<.0001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	152.30468	76.15234	24.92	<.0001
Error	40	122.21272	3.05532		
Corrected Total	42	274.51740			

Root MSE	1.74795	R-Square	0.5548
Dependent Mean	68.94153	Adj R-Sq	0.5325
Coeff Var	2.53540		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	70.33660	0.57781	121.73	<.0001
TRAT	1	0.33358	0.27136	1.23	0.2261
TRAT2	1	-0.08023	0.02577	-3.11	0.0034

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	158.53250	52.84417	17.77	<.0001
Error	39	115.98491	2.97397		
Corrected Total	42	274.51740			

Root MSE	1.72452	R-Square	0.5775
Dependent Mean	68.94153	Adj R-Sq	0.5450
Coeff Var	2.50143		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	70.63021	0.60510	116.73	<.0001
TRAT	1	-0.43535	0.59499	-0.73	0.4687
TRAT2	1	0.13228	0.14903	0.89	0.3802
TRAT3	1	-0.01412	0.00976	-1.45	0.1559

Metabolizabilidade da energia bruta

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	60.26297	60.26297	19.17	<.0001
Error	41	128.86053	3.14294		
Corrected Total	42	189.12350			

Root MSE	1.77283	R-Square	0.3186
Dependent Mean	76.54872	Adj R-Sq	0.3020
Coeff Var	2.31595		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	78.26278	0.47573	164.51	<.0001
TRAT	1	-0.33502	0.07651	-4.38	<.0001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	108.60784	54.30392	26.98	<.0001
Error	40	80.51566	2.01289		
Corrected Total	42	189.12350			

Root MSE	1.41876	R-Square	0.5743
Dependent Mean	76.54872	Adj R-Sq	0.5530
Coeff Var	1.85341		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
----------	----	--------------------	----------------	---------	---------

Intercept	1	76.92057	0.46899	164.01	<.0001
TRAT	1	0.70185	0.22025	3.19	0.0028
TRAT2	1	-0.10249	0.02091	-4.90	<.0001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	115.64039	38.54680	20.46	<.0001
Error	39	73.48311	1.88418		
Corrected Total	42	189.12350			

Root MSE	1.37266	R-Square	0.6115
Dependent Mean	76.54872	Adj R-Sq	0.5816
Coeff Var	1.79318		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	77.23257	0.48163	160.36	<.0001
TRAT	1	-0.11525	0.47359	-0.24	0.8090
TRAT2	1	0.12333	0.11863	1.04	0.3049
TRAT3	1	-0.01500	0.00776	-1.93	0.0607

Metabolizabilidade do nitrogênio

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	175.29207	175.29207	18.51	0.0001
Error	41	388.32958	9.47145		
Corrected Total	42	563.62164			

Root MSE	3.07757	R-Square	0.3110
Dependent Mean	64.47667	Adj R-Sq	0.2942
Coeff Var	4.77316		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	67.40003	0.82585	81.61	<.0001
TRAT	1	-0.57138	0.13282	-4.30	0.0001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	189.50693	94.75346	10.13	0.0003
Error	40	374.11471	9.35287		
Corrected Total	42	563.62164			

Root MSE	3.05825	R-Square	0.3362
Dependent Mean	64.47667	Adj R-Sq	0.3030
Coeff Var	4.74318		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	66.67222	1.01095	65.95	<.0001
TRAT	1	-0.00915	0.47477	-0.02	0.9847
TRAT2	1	-0.05558	0.04508	-1.23	0.2248

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	189.53538	63.17846	6.59	0.0010
Error	39	374.08626	9.59196		
Corrected Total	42	563.62164			

Root MSE	3.09709	R-Square	0.3363
Dependent Mean	64.47667	Adj R-Sq	0.2852
Coeff Var	4.80342		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	66.69206	1.08670	61.37	<.0001
TRAT	1	-0.06111	1.06855	-0.06	0.9547

TRAT2	1	-0.04121	0.26765	-0.15	0.8784
TRAT3	1	-0.00095	0.01752	-0.05	0.9568

Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio do glicerol

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	670.52078	670.52078	0.08	0.7771
Error	42	346810	8257.39226		
Corrected Total	43	347481			

Root MSE 90.87019 R-Square 0.0019
 Dependent Mean 3517.72434 Adj R-Sq -0.0218
 Coeff Var 2.58321

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	3523.18336	23.55129	149.60	<.0001
TRAT	1	-1.09180	3.83142	-0.28	0.7771

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	157003	78501	16.90	<.0001
Error	41	190478	4645.81243		
Corrected Total	43	347481			

Root MSE 68.16020 R-Square 0.4518
 Dependent Mean 3517.72434 Adj R-Sq 0.4251
 Coeff Var 1.93762

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	3453.19080	21.39281	161.42	<.0001
TRAT	1	56.20443	10.28678	5.46	<.0001
TRAT2	1	-5.72962	0.98772	-5.80	<.0001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	178633	59544	14.11	<.0001
Error	40	168848	4221.19915		
Corrected Total	43	347481			

Root MSE 64.97076 R-Square 0.5141
 Dependent Mean 3517.72434 Adj R-Sq 0.4776
 Coeff Var 1.84695

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	3468.69361	21.51108	161.25	<.0001
TRAT	1	11.76304	21.94489	0.54	0.5949
TRAT2	1	6.67263	5.55912	1.20	0.2371
TRAT3	1	-0.82682	0.36525	-2.26	0.0291

Período compreendido entre 28 e 38 dias de idade das aves.

Consumo diário de água das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	50023.5845	12505.8961	3.94	0.0090
Error	38	120663.3667	3175.3518		
Corrected Total	42	170686.9512			

CDAG2838 Standard LSMEAN

TRAT	LSMEAN	Error	Pr > t	Number
0.000	294.850000	19.922825	<.0001	1
2.500	320.655556	18.783420	<.0001	2
5.000	298.800000	19.922825	<.0001	3
7.500	314.555556	18.783420	<.0001	4
10.000	388.344444	18.783420	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.3519	0.8892	0.4761	0.0015
2	0.3519		0.4297	0.8196	0.0150
3	0.8892	0.4297		0.5684	0.0023
4	0.4761	0.8196	0.5684		0.0085
5	0.0015	0.0150	0.0023	0.0085	

Relação entre a água e o alimento consumidos pelas aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.11844040	0.27961010	4.93	0.0027
Error	38	2.1555239	0.05672506		
Corrected Total	42	3.27399279			

TRAT	RAAG2838 LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	1.56600000	0.08420590	<.0001	1
2.500	1.70588889	0.07939008	<.0001	2
5.000	1.65525000	0.08420590	<.0001	3
7.500	1.78666667	0.07939008	<.0001	4
10.000	2.03833333	0.07939008	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.2342	0.4582	0.0641	0.0002
2	0.2342		0.6642	0.4763	0.0053
3	0.4582	0.6642		0.2633	0.0020
4	0.0641	0.4763	0.2633		0.0309
5	0.0002	0.0053	0.0020	0.0309	

Conversão alimentar das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.08776175	0.02194044	1.21	0.3235
Error	38	0.69029732	0.01816572		
Corrected Total	42	0.77805907			

Ganho de peso diário das aves.

Source	D	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1105.953228	276.488307	1.92	0.1263
Error	38	5460.653576	143.701410		
Corrected Total	42	6566.606804			

Consumo diário de alimento das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.00161816	0.00040454	1.83	0.1423
Error	38	0.00837975	0.00022052		
Corrected Total	42	0.00999791			

Consumo diário de água das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	28632	28632	8.26	0.0064
Error	41	142055	3464.75274		
Corrected Total	42	170687			

Root MSE 58.86215 R-Square 0.1677
 Dependent Mean 324.67907 Adj R-Sq 0.1474
 Coeff Var 18.12933

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	287.31738	15.79532	18.19	<.0001
TRAT	1	7.30251	2.54028	2.87	0.0064

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	39607	19803	6.04	0.0051
Error	40	131080	3277.01070		
Corrected Total	42	170687			

Root MSE 57.24518 R-Square 0.2320
 Dependent Mean 324.67907 Adj R-Sq 0.1936
 Coeff Var 17.63131

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	307.53999	18.92322	16.25	<.0001
TRAT	1	-8.31958	8.88694	-0.94	0.3548
TRAT2	1	1.54423	0.84384	1.83	0.0747

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	49516	16505	5.31	0.0036
Error	39	121171	3106.93757		
Corrected Total	42	170687			

Root MSE 55.73991 R-Square 0.2901
 Dependent Mean 324.67907 Adj R-Sq 0.2355
 Coeff Var 17.16769

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	295.82764	19.55792	15.13	<.0001
TRAT	1	22.35291	19.23119	1.16	0.2522
TRAT2	1	-6.93268	4.81705	-1.44	0.1581
TRAT3	1	0.56312	0.31531	1.79	0.0819

Relação de consumo de água e de alimento pelas aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.91112	0.91112	15.81	0.0003
Error	41	2.36287	0.05763		
Corrected Total	42	3.27399			

Root MSE 0.24006 R-Square 0.2783
 Dependent Mean 1.75693 Adj R-Sq 0.2607
 Coeff Var 13.66386

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.54617	0.06442	24.00	<.0001
TRAT	1	0.04119	0.01036	3.98	0.0003

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.01023	0.50512	8.93	0.0006
Error	40	2.26376	0.05659		
Corrected Total	42	3.27399			

Root MSE 0.23789 R-Square 0.3086
 Dependent Mean 1.75693 Adj R-Sq 0.2740
 Coeff Var 13.54038

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.60694	0.07864	20.43	<.0001
TRAT	1	-0.00575	0.03693	-0.16	0.8770
TRAT2	1	0.00464	0.00351	1.32	0.1932

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1.09568	0.36523	6.54	0.0011
Error	39	2.17831	0.05585		
Corrected Total	42	3.27399			

Root MSE	0.23633	R-Square	0.3347
Dependent Mean	1.75693	Adj R-Sq	0.2835
Coeff Var	13.45157		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.57255	0.08292	18.96	<.0001
TRAT	1	0.08432	0.08154	1.03	0.3075
TRAT2	1	-0.02025	0.02042	-0.99	0.3275
TRAT3	1	0.00165	0.00134	1.24	0.2235

Período compreendido entre 35 e 38 dias de idade das aves, (segundo período de coleta de excretas).

Balanço de água retida em relação a água consumida pelas aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	693.169187	173.292297	3.38	0.0188
Error	37	1898.135654	51.300964		
Corrected Total	41	2591.304840			

TRAT	METAG	LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0.00	70.9628571	2.7071589	<.0001	1	
2.50	68.7844444	2.3874897	<.0001	2	
5.00	71.1850000	2.5323152	<.0001	3	
7.50	69.8100000	2.3874897	<.0001	4	
10.00	60.4311111	2.3874897	<.0001	5	

i/j	1	2	3	4	5
1		0.5498	0.9525	0.7512	0.0060
2	0.5498		0.4947	0.7630	0.0181
3	0.9525	0.4947		0.6951	0.0038
4	0.7512	0.7630	0.6951		0.0085
5	0.0060	0.0181	0.0038	0.0085	

Consumo diário de água das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	28138.3170	7034.5792	2.11	0.0998
Error	37	123645.3498	3341.7662		
Corrected Total	41	151783.6668			

TRAT	CDAG	LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0.00	594.761429	21.849375	<.0001	1	
2.50	592.444444	19.269337	<.0001	2	
5.00	584.666250	20.438219	<.0001	3	
7.50	547.998889	19.269337	<.0001	4	
10.00	626.296667	19.269337	<.0001	5	

i/j	1	2	3	4	5
1		0.9370	0.7377	0.1170	0.2860

2	0.9370		0.7834	0.1114	0.2220
3	0.7377	0.7834		0.1998	0.1468
4	0.1170	0.1114	0.1998		0.0067
5	0.2860	0.2220	0.1468	0.0067	

Excreção diária de água das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	42651.0944	10662.7736	4.60	0.0041
Error	37	85727.8149	2316.9680		
Corrected Total	41	128378.9092			

TRAT	EDAG	LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.00	173.257143		18.193280	<.0001	1
2.50	185.554444		16.044964	<.0001	2
5.00	168.877500		17.018255	<.0001	3
7.50	164.220000		16.044964	<.0001	4
10.00	248.672222		16.044964	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.6152	0.8614	0.7116	0.0036
2	0.6152		0.4803	0.3532	0.0085
3	0.8614	0.4803		0.8433	0.0016
4	0.7116	0.3532	0.8433		0.0007
5	0.0036	0.0085	0.0016	0.0007	

Retenção de água diária das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	2290.41720	572.60430	0.65	0.6317
Error	38	33574.23368	883.53247		
Corrected Total	42	35864.65087			

5	0.1150	0.2571	0.1538	0.8101
---	--------	--------	--------	--------

Energia metabolizável aparente do glicerol consumido pelas aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	125471.4603	31367.8651	3.39	0.0184
Error	37	342228.8254	9249.4277		
Corrected Total	41	467700.2857			

TRAT	EMN3538 LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	3389.00000	34.00262	<.0001	1
3.000	3320.11111	32.05798	<.0001	2
5.000	3449.42857	36.35033	<.0001	3
8.000	3468.66667	32.05798	<.0001	4
10.000	3370.55556	32.05798	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.1489	0.2324	0.0966	0.6953
2	0.1489		0.0113	0.0023	0.2730
3	0.2324	0.0113		0.6937	0.1121
4	0.0966	0.0023	0.6937		0.0370
5	0.6953	0.2730	0.1121	0.0370	

Metabolizabilidade das dietas consumidas pelas aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	100.695369	25.173842	0.67	0.6189
Error	38	1434.456961	37.748867		
Corrected Total	42	1535.152330			

Metabolismo de la materia seca consumida pelas aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	37.1799591	9.2949898	0.62	0.6505
Error	38	569.0187685	14.9741781		
Corrected Total	42	606.1987276			

Metabolismo da energia bruta dos alimentos consumidos nas aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	17.9127749	4.4781937	0.38	0.8218
Error	38	448.2952214	11.7972427		
Corrected Total	42	466.2079963			

Excreção diária de água das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	14862	14862	5.24	0.0275
Error	40	113517	2837.92983		
Corrected Total	41	128379			

Root MSE	53.27222	R-Square	0.1158
Dependent Mean	189.28190	Adj R-Sq	0.0937
Coeff Var	28.14438		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	161.00889	14.83957	10.85	<.0001
TRAT	1	5.39758	2.35866	2.29	0.0275

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	30264	15132	6.01	0.0053
Error	39	98115	2515.77632		
Corrected Total	41	128379			

Root MSE	50.15752	R-Square	0.2357
Dependent Mean	189.28190	Adj R-Sq	0.1965
Coeff Var	26.49884		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	187.35941	17.56790	10.66	<.0001
TRAT	1	-13.74366	8.04848	-1.71	0.0957
TRAT2	1	1.86728	0.75467	2.47	0.0178

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	42494	14165	6.27	0.0015
Error	38	85885	2260.12731		
Corrected Total	41	128379			

Root MSE	47.54080	R-Square	0.3310
Dependent Mean	189.28190	Adj R-Sq	0.2782
Coeff Var	25.11640		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	172.63627	17.81367	9.69	<.0001
TRAT	1	21.16267	16.83329	1.26	0.2164
TRAT2	1	-7.66585	4.16004	-1.84	0.0732
TRAT3	1	0.63051	0.27104	2.33	0.0254

Balanço da água consumida e de água retida.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	348.39214	348.39214	6.21	0.0169
Error	40	2242.91270	56.07282		
Corrected Total	41	2591.30484			

Root MSE	7.48818	R-Square	0.1344
Dependent Mean	68.03452	Adj R-Sq	0.1128
Coeff Var	11.00644		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	72.36337	2.08591	34.69	<.0001
TRAT	1	-0.82642	0.33154	-2.49	0.0169

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	552.91526	276.45763	5.29	0.0093
Error	39	2038.38958	52.26640		
Corrected Total	41	2591.30484			

Root MSE	7.22955	R-Square	0.2134
Dependent Mean	68.03452	Adj R-Sq	0.1730
Coeff Var	10.62630		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	69.32687	2.53218	27.38	<.0001
TRAT	1	1.37932	1.16008	1.19	0.2416
TRAT2	1	-0.21518	0.10878	-1.98	0.0550

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	691.12294	230.37431	4.61	0.0076
Error	38	1900.18190	50.00479		
Corrected Total	41	2591.30484			

Root MSE	7.07141	R-Square	0.2667
Dependent Mean	68.03452	Adj R-Sq	0.2088
Coeff Var	10.39385		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	70.89198	2.64968	26.75	<.0001
TRAT	1	-2.33132	2.50385	-0.93	0.3577
TRAT2	1	0.79822	0.61878	1.29	0.2048
TRAT3	1	-0.06703	0.04032	-1.66	0.1046

Metabolizabilidade da matéria seca

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.10228	0.10228	0.01	0.9341
Error	41	606.09645	14.78284		
Corrected Total	42	606.19873			

Root MSE	3.84485	R-Square	0.0002
Dependent Mean	69.70009	Adj R-Sq	-0.0242
Coeff Var	5.51627		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	69.77071	1.03174	67.62	<.0001
TRAT	1	-0.01380	0.16593	-0.08	0.9341

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.51676	0.25838	0.02	0.9831
Error	40	605.68197	15.14205		
Corrected Total	42	606.19873			

Root MSE	3.89128	R-Square	0.0009
Dependent Mean	69.70009	Adj R-Sq	-0.0491
Coeff Var	5.58289		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	69.64643	1.28632	54.14	<.0001
TRAT	1	0.08220	0.60410	0.14	0.8924
TRAT2	1	-0.00949	0.05736	-0.17	0.8694

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	33.48339	11.16113	0.76	0.5233
Error	39	572.71533	14.68501		
Corrected Total	42	606.19873			

Root MSE	3.83210	R-Square	0.0552
Dependent Mean	69.70009	Adj R-Sq	-0.0174
Coeff Var	5.49799		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	70.32196	1.34460	52.30	<.0001
TRAT	1	-1.68690	1.32214	-1.28	0.2095
TRAT2	1	0.47943	0.33117	1.45	0.1557
TRAT3	1	-0.03248	0.02168	-1.50	0.1421

Metabolizabilidade da energia bruta

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	10.49988	5.24994	0.46	0.6341
Error	40	455.70812	11.39270		
Corrected Total	42	466.20800			

Root MSE	3.37531	R-Square	0.0225
Dependent Mean	76.59060	Adj R-Sq	-0.0264
Coeff Var	4.40695		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	76.79448	1.11576	68.83	<.0001
TRAT	1	0.17460	0.52399	0.33	0.7407
TRAT2	1	-0.02838	0.04975	-0.57	0.5716

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	15.78776	5.26259	0.46	0.7148
Error	39	450.42024	11.54924		
Corrected Total	42	466.20800			

Root MSE	3.39842	R-Square	0.0339
Dependent Mean	76.59060	Adj R-Sq	-0.0405
Coeff Var	4.43712		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
----------	----	--------------------	----------------	---------	---------

Intercept	1	77.06503	1.19243	64.63	<.0001
TRAT	1	-0.53392	1.17251	-0.46	0.6514
TRAT2	1	0.16744	0.29369	0.57	0.5719
TRAT3	1	-0.01301	0.01922	-0.68	0.5026

Metabolizabilidade do nitrogênio

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	51.69806	51.69806	1.43	0.2388
Error	41	1483.45427	36.18181		
Corrected Total	42	1535.15233			

Root MSE	6.01513	R-Square	0.0337
Dependent Mean	61.16026	Adj R-Sq	0.0101
Coeff Var	9.83503		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	62.74784	1.61413	38.87	<.0001
TRAT	1	-0.31030	0.25959	-1.20	0.2388

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	60.72261	30.36131	0.82	0.4461
Error	40	1474.42972	36.86074		
Corrected Total	42	1535.15233			

Root MSE	6.07130	R-Square	0.0396
Dependent Mean	61.16026	Adj R-Sq	-0.0085
Coeff Var	9.92688		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	62.16793	2.00696	30.98	<.0001
TRAT	1	0.13768	0.94253	0.15	0.8846
TRAT2	1	-0.04428	0.08950	-0.49	0.6234

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	61.61951	20.53984	0.54	0.6553
Error	39	1473.53282	37.78289		
Corrected Total	42	1535.15233			

Root MSE	6.14678	R-Square	0.0401
Dependent Mean	61.16026	Adj R-Sq	-0.0337
Coeff Var	10.05028		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	62.27936	2.15677	28.88	<.0001
TRAT	1	-0.15412	2.12074	-0.07	0.9424
TRAT2	1	0.03636	0.53121	0.07	0.9458
TRAT3	1	-0.00536	0.03477	-0.15	0.8783

Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio do glicerol

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	11107	11107	0.97	0.3299
Error	40	456593	11415		
Corrected Total	41	467700			

Root MSE	106.84020	R-Square	0.0237
Dependent Mean	3397.42857	Adj R-Sq	-0.0007

Coeff Var 3.14474

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	3373.18043	29.59798	113.97	<.0001
TRAT	1	4.54653	4.60906	0.99	0.3299

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	17307	8653.61207	0.75	0.4794
Error	39	450393	11549		
Corrected Total	41	467700			

Root MSE 107.46413 R-Square 0.0370
 Dependent Mean 3397.42857 Adj R-Sq -0.0124
 Coeff Var 3.16310

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	3357.60280	36.58276	91.78	<.0001
TRAT	1	16.56466	17.04480	0.97	0.3371
TRAT2	1	-1.17656	1.60576	-0.73	0.4681

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	112977	37659	4.03	0.0138
Error	38	354724	9334.83586		
Corrected Total	41	467700			

Root MSE 96.61695 R-Square 0.2416
 Dependent Mean 3397.42857 Adj R-Sq 0.1817
 Coeff Var 2.84383

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	3385.50688	34.02556	99.50	<.0001
TRAT	1	-76.78936	32.94223	-2.33	0.0252
TRAT2	1	25.79832	8.54888	3.02	0.0045
TRAT3	1	-1.83221	0.57233	-3.20	0.0028

Período experimental total, de 21 a 38 dias de idade das aves.

Materia seca das excretaas de 25 a 28 dias de idade das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	193.6572297	48.4143074	20.49	<.0001
Error	38	89.7691889	2.3623471		
Corrected Total	42	283.4264186			

TRAT	COLUM	LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	21.3866667	0.5123310	<.0001	1	
2.500	20.8888889	0.5123310	<.0001	2	
5.000	21.8975000	0.5434090	<.0001	3	
7.500	19.5866667	0.5123310	<.0001	4	
10.000	15.8325000	0.5434090	<.0001	5	

i/j	1	2	3	4	5
1		0.4962	0.4981	0.0175	<.0001
2	0.4962		0.1848	0.0802	<.0001
3	0.4981	0.1848		0.0037	<.0001
4	0.0175	0.0802	0.0037		<.0001
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

Materia seca das excretas de 35 a 38 dias de idade daa aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	111.3009254	27.8252314	1.89	0.1321
Error	38	559.2502653	14.7171122		
Corrected Total	42	670.5511907			

TRAT	COLDOS LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	22.1011111	1.2787630	<.0001	1
2.500	21.4100000	1.2787630	<.0001	2
5.000	22.0712500	1.3563329	<.0001	3
7.500	22.2888889	1.2787630	<.0001	4
10.000	17.9050000	1.3563329	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.7045	0.9873	0.9178	0.0303
2	0.7045		0.7248	0.6298	0.0678
3	0.9873	0.7248		0.9077	0.0362
4	0.9178	0.6298	0.9077		0.0240
5	0.0303	0.0678	0.0362	0.0240	

Matéria seca do conteúdo ileal

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	6.1272025	1.5318006	0.39	0.8159
Error	38	150.0225417	3.9479616		
Corrected Total	42	156.1497442			

Relação entre água consumida e alimento consumido de 21 a 38 dias de idade

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.76442354	0.44110589	11.36	<.0001
Error	38	1.47617715	0.03884677		
Corrected Total	42	3.24060070			

TRAT	RAAG2138 LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	1.71025000	0.06968390	<.0001	1
2.500	1.74311111	0.06569861	<.0001	2
5.000	1.70362500	0.06968390	<.0001	3
7.500	1.83388889	0.06569861	<.0001	4
10.000	2.23466667	0.06569861	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.7334	0.9468	0.2045	<.0001
2	0.7334		0.6824	0.3347	<.0001
3	0.9468	0.6824		0.1818	<.0001
4	0.2045	0.3347	0.1818		0.0001
5	<.0001	<.0001	<.0001	0.0001	

Conversão alimentar das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.07430866	0.01857716	1.91	0.1281
Error	38	0.36890753	0.00970809		
Corrected Total	42	0.44321619			

Rendimento de carcaça das aves no final do experimento.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	14.86045113	3.71511278	2.49	0.0597

Error	38	56.79429306	1.49458666
Corrected Total	42	71.65474419	

TRAT1	RENDSC LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.00	72.4533333	0.4075110	<.0001	1
2.50	73.4066667	0.4075110	<.0001	2
5.00	73.4462500	0.4322306	<.0001	3
7.50	73.9175000	0.4322306	<.0001	4
10.00	72.4377778	0.4075110	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.1063	0.1028	0.0183	0.9786
2	0.1063		0.9472	0.3952	0.1009
3	0.1028	0.9472		0.4455	0.0978
4	0.0183	0.3952	0.4455		0.0172
5	0.9786	0.1009	0.0978	0.0172	

Concentração de glicerol em sangue das aves

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	151.3739937	37.8434984	96.38	<.0001
Error	30	11.7789520	0.3926317		
Corrected Total	34	163.1529458			

TRAT	GLISANG LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.0000	0.22448571	0.23683380	0.3508	1
2.5000	0.19691667	0.25580974	0.4475	2
5.0000	0.23462000	0.28022553	0.4091	3
7.5000	0.94701111	0.20886778	<.0001	4
10.0000	5.36117500	0.22153773	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.9375	0.9781	0.0294	<.0001
2	0.9375		0.9215	0.0305	<.0001
3	0.9781	0.9215		0.0504	<.0001
4	0.0294	0.0305	0.0504		<.0001
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

Concentração de glicerol no fígado das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	5.34178072	5.34178072	9.07	0.0088
Error	15	8.83517222	0.58901148		
Corrected Total	16	14.17695294			

Concentração do colesterol no fígado das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.00314497	0.00314497	6.79	0.0198
Error	15	0.00694350	0.00046290		
Corrected Total	16	0.01008847			

Relação entre água consumida e alimento consumido.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1.15799	1.15799	22.80	<.0001
Error	41	2.08261	0.05080		
Corrected Total	42	3.24060			

Root MSE	0.22538	R-Square	0.3573
Dependent Mean	1.85153	Adj R-Sq	0.3417
Coeff Var	12.17252		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.61393	0.06048	26.69	<.0001
TRAT	1	0.04644	0.00973	4.77	<.0001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.65766	0.82883	20.94	<.0001
Error	40	1.58294	0.03957		
Corrected Total	42	3.24060			

Root MSE	0.19893	R-Square	0.5115
Dependent Mean	1.85153	Adj R-Sq	0.4871
Coeff Var	10.74409		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.75039	0.06576	26.62	<.0001
TRAT	1	-0.05897	0.03088	-1.91	0.0634
TRAT2	1	0.01042	0.00293	3.55	0.0010

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1.76201	0.58734	15.49	<.0001
Error	39	1.47859	0.03791		
Corrected Total	42	3.24060			

Root MSE	0.19471	R-Square	0.5437
Dependent Mean	1.85153	Adj R-Sq	0.5086
Coeff Var	10.51621		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.71238	0.06832	25.06	<.0001
TRAT	1	0.04056	0.06718	0.60	0.5495
TRAT2	1	-0.01709	0.01683	-1.02	0.3161
TRAT3	1	0.00183	0.00110	1.66	0.1051

Consumo diário de água das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	23241	23241	10.04	0.0029
Error	41	94878	2314.08555		
Corrected Total	42	118118			

Root MSE	48.10494	R-Square	0.1968
Dependent Mean	303.03558	Adj R-Sq	0.1772
Coeff Var	15.87435		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	269.37475	12.90869	20.87	<.0001
TRAT	1	6.57916	2.07604	3.17	0.0029

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	40298	20149	10.36	0.0002
Error	40	77820	1945.49362		
Corrected Total	42	118118			

Root MSE	44.10775	R-Square	0.3412
Dependent Mean	303.03558	Adj R-Sq	0.3082
Coeff Var	14.55530		

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	294.58674	14.58046	20.20	<.0001
TRAT	1	-12.89726	6.84744	-1.88	0.0669
TRAT2	1	1.92523	0.65018	2.96	0.0051

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	49716	16572	9.45	<.0001
Error	39	68402	1753.90686		
Corrected Total	42	118118			

Root MSE	41.87967	R-Square	0.4209
Dependent Mean	303.03558	Adj R-Sq	0.3764
Coeff Var	13.82005		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	283.16913	14.69467	19.27	<.0001
TRAT	1	17.00336	14.44918	1.18	0.2464
TRAT2	1	-6.33836	3.61925	-1.75	0.0878
TRAT3	1	0.54895	0.23690	2.32	0.0258

Conversão alimentar das aves.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.00309	0.00309	0.11	0.7417
Error	41	1.14971	0.02804		
Corrected Total	42	1.15280			

Root MSE	0.16746	R-Square	0.0027
Dependent Mean	1.69795	Adj R-Sq	-0.0216
Coeff Var	9.86227		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.68568	0.04494	37.51	<.0001
TRAT	1	0.00240	0.00723	0.33	0.7417

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.19906	0.09953	4.17	0.0226
Error	40	0.95374	0.02384		
Corrected Total	42	1.15280			

Root MSE	0.15441	R-Square	0.1727
Dependent Mean	1.69795	Adj R-Sq	0.1313
Coeff Var	9.09410		

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.77114	0.05104	34.70	<.0001
TRAT	1	-0.06362	0.02397	-2.65	0.0114
TRAT2	1	0.00653	0.00228	2.87	0.0066

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.19907	0.06636	2.71	0.0579
Error	39	0.95373	0.02445		
Corrected Total	42	1.15280			

Root MSE	0.15638	R-Square	0.1727
----------	---------	----------	--------

Dependent Mean 1.69795 Adj R-Sq 0.1090
 Coeff Var 9.20989

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.77074	0.05487	32.27	<.0001
TRAT	1	-0.06258	0.05395	-1.16	0.2532
TRAT2	1	0.00624	0.01351	0.46	0.6470
TRAT3	1	0.00001912	0.00088461	0.02	0.9829

Interação tratamento-tempo para metabolizabilidade da materia seca entre 25 e 38 dias de idade.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	209.3429488	23.2603276	2.59	0.0118
Error	76	683.7445082	8.9966383		
Corrected Total	85	893.0874570			

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	122.0180581	30.5045145	3.39	0.0132
TEMP	1	10.7575604	10.7575604	1.20	0.2776
TRAT*TEMP	4	74.9535661	18.7383915	2.08	0.0913

TRAT	MMS	LSMEAN	Standard Error	Pr > t	Number
0.000	70.4100000		0.7498599	<.0001	1
2.500	69.6058333		0.7069747	<.0001	2
5.000	69.5081250		0.7498599	<.0001	3
7.500	70.1282222		0.7069747	<.0001	4
10.000	67.0937222		0.7069747	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.4376	0.3977	0.7853	0.0019
2	0.4376		0.9247	0.6029	0.0141
3	0.3977	0.9247		0.5492	0.0218
4	0.7853	0.6029	0.5492		0.0033
5	0.0019	0.0141	0.0218	0.0033	

TEMP	MMS	LSMEAN	Standard Error	H0:LSMEAN=0 Pr > t	LSMean2 Pr > t
1.000	68.9949139		0.4581720	<.0001	0.2776
2.000	69.7034472		0.4581720	<.0001	

TRAT	TEMP	MMS	LSMEAN	Standard Error	Pr > t	Number
0.000	1.000	70.5815000		1.0604621	<.0001	1
0.000	2.000	70.2385000		1.0604621	<.0001	2
2.500	1.000	70.3212222		0.9998132	<.0001	3
2.500	2.000	68.8904444		0.9998132	<.0001	4
5.000	1.000	69.7036250		1.0604621	<.0001	5
5.000	2.000	69.3126250		1.0604621	<.0001	6
7.500	1.000	69.0235556		0.9998132	<.0001	7
7.500	2.000	71.2328889		0.9998132	<.0001	8
10.000	1.000	65.3446667		0.9998132	<.0001	9
10.000	2.000	68.8427778		0.9998132	<.0001	10

The SAS System 16:32 Monday, May 31, 1993 231

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.8197	0.8587	0.2496	0.5600	0.4002	0.2885	0.6562	0.0006	0.2366
2	0.8197		0.9549	0.3579	0.7223	0.5388	0.4071	0.4971	0.0012	0.3413
3	0.8587	0.9549		0.3148	0.6729	0.4910	0.3616	0.5210	0.0007	0.2991
4	0.2496	0.3579	0.3148		0.5785	0.7729	0.9252	0.1017	0.0143	0.9732
5	0.5600	0.7223	0.6729	0.5785		0.7950	0.6421	0.2974	0.0037	0.5565
6	0.4002	0.5388	0.4910	0.7729	0.7950		0.8433	0.1916	0.0080	0.7481

7	0.2885	0.4071	0.3616	0.9252	0.6421	0.8433		0.1223	0.0111	0.8986
8	0.6562	0.4971	0.5210	0.1017	0.2974	0.1916	0.1223		<.0001	0.0951
9	0.0006	0.0012	0.0007	0.0143	0.0037	0.0080	0.0111	<.0001		0.0156
10	0.2366	0.3413	0.2991	0.9732	0.5565	0.7481	0.8986	0.0951	0.0156	

Interação tratamento-tempo para energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio entre 25 e 38 dias de idade.

Dependent Variable: EN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	619349.860	68816.651	10.32	<.0001
Error	76	506791.204	6668.305		
Corrected Total	85	1126141.064			

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	248177.3174	62044.3293	9.30	<.0001
TEMP	1	308443.1433	308443.1433	46.26	<.0001
TRAT*TEMP	4	55990.5828	13997.6457	2.10	0.0891

TRAT	EN LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	3430.11089	19.83974	<.0001	1
2.500	3418.44228	19.24737	<.0001	2
5.000	3528.73304	21.13145	<.0001	3
7.500	3520.99617	19.24737	<.0001	4
10.000	3399.92683	19.24737	<.0001	5

i/j	1	2	3	4	5
1		0.6741	0.0011	0.0015	0.2783
2	0.6741		0.0002	0.0003	0.4984
3	0.0011	0.0002		0.7874	<.0001
4	0.0015	0.0003	0.7874		<.0001
5	0.2783	0.4984	<.0001	<.0001	

TEMP	EN LSMEAN	Standard Error	H0:LSMEAN=0 Pr > t	LSMean2 Pr > t
1.000	3519.73130	12.32433	<.0001	<.0001
2.000	3399.55238	12.66321	<.0001	

TRAT	TEMP	EN LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
0.000	1.000	3471.22178	27.21990	<.0001	1
0.000	2.000	3389.00000	28.87106	<.0001	2
2.500	1.000	3516.77344	27.21990	<.0001	3
2.500	2.000	3320.11111	27.21990	<.0001	4
5.000	1.000	3608.03750	28.87106	<.0001	5
5.000	2.000	3449.42857	30.86446	<.0001	6
7.500	1.000	3573.32567	27.21990	<.0001	7
7.500	2.000	3468.66667	27.21990	<.0001	8
10.000	1.000	3429.29811	27.21990	<.0001	9
10.000	2.000	3370.55556	27.21990	<.0001	10

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.0416	0.2404	0.0002	0.0009	0.5980	0.0097	0.9473	0.2796	0.0108
2	0.0416		0.0019	0.0866	<.0001	0.1569	<.0001	0.0482	0.3130	0.6434
3	0.2404	0.0019		<.0001	0.0242	0.1059	0.1459	0.2152	0.0259	0.0003
4	0.0002	0.0866	<.0001		<.0001	0.0024	<.0001	0.0002	0.0058	0.1940
5	0.0009	<.0001	0.0242	<.0001		0.0003	0.3844	0.0008	<.0001	<.0001
6	0.5980	0.1569	0.1059	0.0024	0.0003		0.0035	0.6415	0.6261	0.0590
7	0.0097	<.0001	0.1459	<.0001	0.3844	0.0035		0.0081	0.0004	<.0001
8	0.9473	0.0482	0.2152	0.0002	0.0008	0.6415	0.0081		0.3097	0.0128
9	0.2796	0.3130	0.0259	0.0058	<.0001	0.6261	0.0004	0.3097		0.1312
10	0.0108	0.6434	0.0003	0.1940	<.0001	0.0590	<.0001	0.0128	0.1312	

VITA:

Mario Federico Gianfelici , Argentino nascido el 03 del junio de 1982 em Río Tercero , Córdoba , Argentina. Médico veterinario formado em 2006 na Universidad Nacional de Río Cuarto , Argentina . Féz estagios em Alimental SA e Nutrom SA empresas argentina e brasileira respectivamente destinadas à nutrição animal , atualmente esta fazendo o mestrado de nutrição animal na Universidade Federal de Rio Grande do Sul , e trabalhando para Alimental SA em argentina.