**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Alterações fisiológicas causadas pela utilização de glicerina na
alimentação de frangos de corte**

Glaucia Samira Napty Komatsu

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

**Piracicaba
2014**

Glaucia Samira Napty Komatsu
Engenheira Agrônoma

Alterações fisiológicas causadas pela utilização de glicerina na alimentação de frangos de corte

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ FERNANDO MACHADO MENTEN**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Komatsu, Glaucia Samira Napy

Alterações fisiológicas causadas pela utilização de glicerina na alimentação de frangos de corte / Glaucia Samira Napy Komatsu. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.

95 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Consumo de água 2. Umidade da cama 3. Alimento alternativo 4. Nutrição para aves I. Título

CDD 636.513
K81a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

Aos meus pais Elias e Mariza, por me darem a chance de trilhar meu
próprio caminho, me fazendo crer que eu poderia realizar tudo o que
desejasse

Dedico

Ao meu esposo Sandro e meus filhos Caio e Giovana, por serem minha
maior inspiração

Ofereço

AGRADECIMENTOS

"Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido, mas aquele que vai acompanhado, com certeza vai mais longe." – Clarice Lispector

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, pela oportunidade de realização do curso de graduação e de mestrado.

Ao Cnpq e à Capes pela concessão da bolsa de estudo de mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Fernando Machado Menten, por dividir um pouco de seu vasto conhecimento, pela amizade e paciência, pelo exemplo de conduta e bom senso profissional e, acima de tudo, pelo voto de confiança ao me aceitar como orientada.

Ao Prof. Dr. Valdomiro Shigueru Miyada, cujos ensinamentos carregarei comigo por toda minha vida.

Aos demais professores do Programa, com os quais tive o prazer de aprender e conviver.

Aos amigos e colegas Naiara, Leonardo, Rafaela, Cristiano, Maicon, Jaqueline, Gislaine e Ana Paula, pelo apoio, aconselhamento, amizade e descontração.

Aos funcionários da Avicultura, Chico, Filó e em especial ao Alexandre pelo apoio durante os experimentos. Ao Carlão, Paulinho, Gaúcho, Gilberto e Ednézio, pela ajuda extra.

Aos funcionários Sandra, César, Bruna, Henrique, Tuca, Nalda, pela amizade e auxílio.

À Bioaroma pela doação da glicerinas utilizadas nos experimentos.

Ao Dr. Marco Antonio, da Fricock, pela doação dos pintinhos.

Ao Marcelo Correa Alves, pela ajuda em parte das análises estatísticas.

Aos meus pais, Elias e Mariza, por todos os sacrifícios que fizeram por mim, por acreditarem em minha capacidade e pelos exemplos de vida.

Aos meus irmãos Renato e Renata, meus cunhados Cristina e Ronaldo, por todo apoio e grandes momentos que temos o privilégio de compartilhar.

Em especial, ao meu marido Sandro, por todo o amor, paciência e companheirismo tanto nos momentos bons como nos mais difíceis.

Aos meus filhos Caio e Giovana, pelo amor incondicional, por fazerem os meus dias mais felizes e por compreenderem minhas falhas como ser humano.

A Deus por minha vida e por todas as experiências que me trouxeram até aqui.

A todos que de alguma forma me auxiliaram para a execução deste trabalho, muito obrigada mesmo!

EPÍGRAFE

*“O mais importante é não parar de questionar. A curiosidade tem
sua própria razão de existir”*

“Quando você para de aprender, começa a morrer.”

Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 O biodiesel e a glicerina	21
2.2 Possibilidades de uso da glicerina	23
2.3 Efeitos do uso da glicerina na alimentação de frangos sobre o metabolismo e fisiologia	25
2.3.1 Metabolização do glicerol	25
2.3.2 Metabolização de metanol	28
2.3.3 Efeitos do excesso de sódio/potássio	28
2.3.3.1 Consumo de água	28
2.3.3.2 Qualidade da cama	30
2.3.4 Efeitos no desempenho.....	31
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Instalações	33
3.2 Experimento I – Respostas fisiológicas de frangos de corte alimentados com rações contendo glicerinas de diferentes composições.....	34
3.2.1 Programa nutricional e tratamentos	35
3.2.2 Variáveis determinadas.....	41
3.2.2.1 Consumo de ração e de água	41
3.2.2.2 Matéria seca das excretas	42
3.2.2.3 Matéria seca do conteúdo ileal.....	43
3.3 Experimento II – Avaliação da umidade da cama de aviário	44
3.4 Experimento III – Avaliação da retenção de líquido pelas aves.....	46
3.4.1 Programa nutricional e tratamentos	46
3.4.2 Variáveis determinadas.....	50
3.4.2.1 Retenção de líquido pelas aves	50
3.4.2.2 Determinação de proteína bruta.....	52
3.5 Análises estatísticas.....	53

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1 Experimento I – Respostas fisiológicas de frangos de corte alimentados com rações contendo glicerinas de diferentes composições	55
4.1.1 Peso vivo das aves	55
4.1.2 Consumo de ração e de água	56
4.1.3 Matéria seca das excretas	61
4.1.4 Matéria seca do conteúdo ileal	64
4.2 Experimento II – Avaliação da umidade da cama de aviário	65
4.3 Experimento III – Avaliação da retenção de líquido pelas aves	66
4.3.1 Matéria seca corporal de tecidos e órgãos	67
4.3.2 Proteína bruta no músculo e no fígado	70
5 CONCLUSÕES	73
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICES	83

RESUMO

Alterações fisiológicas causadas pela utilização de glicerina na alimentação de frangos de corte

O aumento na produção de biodiesel e, conseqüentemente, de glicerina como subproduto, motivou a utilização desta na alimentação animal. Portanto, o presente trabalho objetivou avaliar as alterações fisiológicas do uso de glicerina na alimentação de frangos de corte, analisando o consumo e excreção de água, sua implicação na qualidade da cama e possível retenção de água pelas aves. Foram realizados três experimentos, dois com frangos de corte machos da linhagem Ross 308 e um com cama de aviário. No Experimento 1 (E1) foram utilizados 240 pintinhos distribuídos em 24 gaiolas em baterias, em um delineamento inteiramente aleatorizado (DIA) com 3 tratamentos e 8 repetições de 10 aves criadas até os 40 dias de idade. Os tratamentos foram compostos por dietas experimentais sendo: T1 - controle – à base de milho (M) e farelo de soja (FS); T2 - dieta com inclusão de 10% de glicerina loira (GL); T3 - dieta com inclusão de 8,75% de glicerina purificada (GP) para conter a mesma quantidade em glicerol que a GL. Foram avaliados o consumo de água, de ração e matéria seca (MS) das excretas como medidas repetidas no tempo. Aos 40 dias de idade foi determinada a MS do conteúdo ileal. Não houve efeito de tratamentos no consumo de ração. O consumo de água foi maior quando utilizada glicerina nas rações (T2 e T3). A relação consumo de água:ração apresentou interação tratamento $\times$ idade, sendo T2 e T3 maiores do que o controle até os 28 dias de idade e, após essa idade, o T3 passou a ser maior do que o T2. A matéria seca das excretas do T2 e T3 foi, de maneira geral, próxima ao T1 aos 16 e 20 dias e após os 24 dias de idade foi inferior. No Experimento 2 foi avaliada a capacidade de retenção de água (CRA) da cama composta por maravalha de madeira e as excretas das aves dos tratamentos do E1, acondicionadas em recipientes, em um DIA, composto por 3 tratamentos e 6 repetições. Por sete dias foi adicionada água à mistura. Foram avaliadas as umidades inicial e final para determinação da CRA, porém os resultados não apresentaram diferenças. No Experimento 3 foi elaborado um DIA similar ao E1, entretanto com os seguintes tratamentos: T1 - controle – dieta a base de M e FS; T2 - inclusão de 5% de GL; T3 - inclusão de 10% de GL. Foram realizados 2 abates (aos 7 e 42 dias de idade) e coletados: sangue, fígado, intestino músculo do peito e pintinho inteiro (apenas aos 7 dias), para avaliação da MS e proteína bruta (apenas músculo e fígado). As variáveis não apresentaram diferenças significativas, exceto pela MS do fígado, que foi menor para o T3. Os resultados indicam que aves alimentadas com níveis elevados de glicerina apresentam consumo e excreção de água maiores, podendo levar a uma piora na qualidade da cama. A matéria seca corporal, de maneira geral não foi afetada, exceção para a redução observada no fígado.

Palavras-chave: Consumo de água; Umidade da cama; Alimento alternativo; Nutrição para aves

ABSTRACT

Physiological changes caused by using glycerin as a feed ingredient for broilers

The increase in biodiesel production and, consequently, of glycerin as a by-product, has led to its use in animal nutrition. Therefore, this study aimed to evaluate the physiological changes of feeding broilers with glycerin by analyzing water consumption and excretion, its effects on litter quality and possible water retention by poultry. Three experiments were conducted. Two comprised Ross 308 male broilers and one of poultry litter. In experiment 1 (E1), 240 chicks were distributed in 24 cages in batteries, in a completely randomized design (CRD) with three treatments and eight repetitions of 10 birds reared until 40 days of age. Experimental diets were used in the treatments: T1 - control – corn (C) and soybean meal based diet (SM); T2 - diet with 10% glycerin (GL); T3 - diet with 8.75% purified glycerin (GP) to contain the same amount in glycerol of GL. The consumption of water, feed and the dry matter (DM) of the excreta were evaluated as repeated measures in time. At 40 days of age, the DM of the ileal content was determined. There was no effect of treatments on feed consumption. Water consumption was higher when glycerin was used in the diet (T2, T3). The ratio for water:feed consumption showed interaction treatment $\times$ age, and in T2 and T3, it was greater than in the control until 28 days of age. Afterwards, T3 was greater than T2. The DM of the excreta of T2 and T3 was generally similar to that in T1 at 16 and 20 days of age, and after 24 days of age, it was lower. In experiment 2, it was evaluated the water retention capacity (WRC) of litter composed of wood shavings and excreta of the birds of treatments of E1, kept in bowls, in a CRD, composed of three treatments and six repetitions. For seven days, water was added to the mixture. It was evaluated the initial and final moisture to determine WRC. There was no difference among treatments. In E3, it was prepared a CRD similar to that in E1, with the following treatments: T1 - control – C and SM-based diet; T2 - 5% of GL; T3 - 10% of GL. Two slaughters were carried out (at 7 and 42 days of age) and it was collected: blood, liver, intestines, breast muscle and whole chick (only at 7 days) to evaluate DM and crude protein (only muscle and liver). The variables showed no significant differences, except for DM of the liver, which was lower for T3. The results show that birds fed high glycerin contents diets have increased water consumption and excretion; the increased water excretion is due to urinary loss and not to fecal loss. Body and tissue dry matter was not changed with the exception for a reduction found in the liver.

Keywords: Water consumption; Litter moisture; Alternative feed; Poultry nutrition

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama da obtenção do biodiesel.....	22
Figura 2 – Representação esquemática da reação de transesterificação.	23
Figura 3 – Matérias primas utilizadas na produção do biodiesel.	24
Figura 4 – Fórmula estrutural do glicerol.....	25
Figura 5 – Esquema da metabolização do glicerol.	26
Figura 6 – Gaiolas em baterias.	34
Figura 7 - Preparo da glicerina.....	37
Figura 8 - Coleta da excreta e secagem.	43
Figura 9 - Coleta do conteúdo ileal e liofilização.....	44
Figura 10 - Preparo das unidades experimentais do Experimento II.	45
Figura 11 - Coleta dos órgãos/tecidos do Experimento III	51
Figura 12 - Secagem do pintinho inteiro com 7 dias.....	52
Figura 13 - Consumo de água (em gramas.ave ⁻¹ .dia ⁻¹) ao longo do tempo para frangos de corte alimentados com glicerinas de diferentes composições e dieta controle.	59
Figura 14 - Relação do consumo de água (g) com o consumo de ração (g) para frangos de corte alimentados com glicerinas de diferentes composições e dieta controle	61
Figura 15 - Matéria seca das excretas (%) das aves alimentadas com glicerinas de diferentes composições e dieta controle.	63
Figura 16 - Valores de matéria seca do conteúdo ileal das aves alimentadas com glicerinas de diferentes composições e dieta controle.	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição e valor de pH das glicerinas utilizadas nos experimentos ...	36
Tabela 2 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 1 a 7 dias	38
Tabela 3 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 7 a 21 dias	39
Tabela 4 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 21 a 35 dias	40
Tabela 5 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 35 a 42 dias	41
Tabela 6 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 1 a 7 dias	47
Tabela 7 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 7 a 21 dias.....	48
Tabela 8 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 21 a 35 dias	49
Tabela 9 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 35 a 42 dias	50
Tabela 10 - Peso médio das aves em gramas, no alojamento (1 dia), 7, 14, 21, 28, 35 e 39 dias de idade, para as aves que receberam dietas controle (T1), com glicerina loira (T2) e com glicerina purificada (T3), ao longo do tempo (n=8)	55
Tabela 11 - Consumo de ração em gramas.ave ⁻¹ .dia ⁻¹ , para as aves que receberam dietas controle (T1), com glicerina loira (T2) e com glicerina purificada (T3), ao longo do tempo (n=8).....	57
Tabela 12 - Consumo de água em gramas.ave ⁻¹ .dia ⁻¹ , para as aves que receberam dietas controle (T1), com glicerina loira (T2) e com glicerina purificada (T3), ao longo do tempo (n=8).....	58
Tabela 13 - Relação consumo de água: ração, para as aves que receberam dietas controle (T1), com glicerina loira (T2) e com glicerina purificada (T3), ao longo do tempo em g de água.g de ração ⁻¹ (n=8).....	60

Tabela 14 - Matéria seca das excretas (%) das aves que receberam dietas controle (T1), com glicerina loira (T2) e com glicerina purificada (T3), ao longo do tempo (n=8).....	62
Tabela 15 - Umidade da cama de aviário composta por excretas das aves que receberam dietas controle (T1), com glicerina loira (T2) e com glicerina purificada (T3), ao longo do tempo (n=6)....	66
Tabela 16 - Valores médios de matéria seca dos tecidos e órgãos das aves alimentadas com níveis crescentes de glicerina loira aos 7 dias de idade	67
Tabela 17 - Valores médios da matéria seca dos tecidos e órgãos das aves alimentadas com níveis crescentes de glicerina loira aos 42 dias de idade	68
Tabela 18 - Valores médios de proteína bruta do músculo e do fígado das aves alimentadas com níveis crescentes de glicerina loira	70
Tabela 19 - Valores médios do peso do peso vivo, peso do fígado, e peso relativo do fígado das aves alimentadas com níveis crescentes de glicerina loira (42 dias de idade)	71

1 INTRODUÇÃO

A utilização de grãos destinados tradicionalmente à alimentação humana e, incluindo subprodutos, à alimentação animal passou a ter um novo componente com sua destinação para fins energéticos (biodiesel de óleos vegetais e etanol de milho). Nos últimos anos, a demanda mundial por grãos tem crescido a taxas maiores do que as do aumento da produção, levando a crises no mercado de grãos, como a que tivemos em 2012. Nesse episódio, os preços da soja e do milho provocaram aumento do custo de produção de aves e suínos e fizeram com que as carnes aumentassem em mais de 50% o valor de mercado (CRISE, 2012). No Brasil, em razão do aumento do custo das rações, houve diminuição no alojamento de pintos de corte e muitos produtores e frigoríficos arcaram com prejuízos elevados (BUENO, 2012).

Para contornar problemas como este, é necessária a utilização de alimentos alternativos ao milho e ao farelo de soja, porém poucos são os que podem substituí-los completamente. Ainda assim, qualquer redução na utilização dos grãos mais nobres é bem-vinda.

Dessa forma, pesquisas na utilização de subprodutos para a alimentação animal vêm ganhando cada vez mais destaque no Brasil e no mundo. Nos Estados Unidos vemos a utilização dos DDGS (“distillers dried grains with solubles”) que é um subproduto na produção do etanol de milho e aqui no Brasil temos a utilização de farelos e tortas da agroindústria e farinhas de origem animal.

A energia é o componente de custo mais elevado na formulação de uma dieta para frangos de corte, portanto, ingredientes que possam reduzir esse custo têm sido alvo de pesquisas. Um subproduto que tem alto valor nutricional pela elevada energia bruta é a glicerina, subproduto da cadeia de produção do biodiesel que apresenta valor energético próximo ao do milho (CERRATE et al., 2006).

O estímulo à produção e utilização do biodiesel promove inúmeros benefícios como: a sustentabilidade, por ser produzido através de fontes renováveis e ser biodegradável; redução de gases estufa; desenvolvimento regional, social e agrícola; além disso, na produção do óleo de soja, que é a matéria prima mais utilizada na fabricação do biodiesel, temos o como consequência um aumento na produção de farelo de soja que é muito utilizado na alimentação animal, favorecendo, com o

aumento na produção, a redução do custo. Portanto, sob essa ótica, as vantagens de se utilizar a glicerina na alimentação animal são muitas, quando levado em consideração o fator ambiental.

Porém, ao utilizar um subproduto na alimentação é necessário saber se este causa algum prejuízo ao desempenho ou metabolismo do animal, se é produzido em larga escala e baixo custo, se sofre com sazonalidade e qual o nível de inclusão na dieta mais favorável ao animal.

Portanto o objetivo geral do presente trabalho foi de avaliar as consequências da utilização da glicerina na alimentação de frangos de corte, mais especificamente os efeitos na fisiologia das aves causando alterações no consumo e excreção de água, na qualidade da cama de aviário e na composição corporal.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O biodiesel e a glicerina

O uso de combustíveis alternativos no Brasil não é novidade, há décadas vemos políticas para o desenvolvimento de biocombustíveis como o etanol (Proálcool) e o biodiesel (Probiodiesel e PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel). O Probiodiesel surgiu em 2002 e tinha como objetivo substituir todo o óleo diesel consumido no país por B5 (mistura de 5% de biodiesel e 95% de diesel mineral) até 2005 e em 15 anos, chegar ao B20 (BIODIESELBR, 2014). No caso do PNPB, o programa do governo almejava não só reduzir a dependência por combustíveis fósseis, mas também promover o desenvolvimento de produtores familiares do norte, nordeste e semi-árido brasileiro, que garantia isenção IPI aos produtores de biodiesel que utilizassem as matérias-primas de produtores familiares (BRASIL, 2014)

Essa política não atingiu integralmente seu ideal de criação, o biodiesel produzido a partir de oleaginosas como o dendê e a mamona é cada vez menos representativo, enquanto que o biodiesel produzido a partir da soja representa praticamente 80% da produção total (BIODIESELBR, 2013).

Apesar de não ter alavancado a produção de oleaginosas no nordeste, desde que foi criada a Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, o setor tem crescido muito, partindo de 736 m³ em 2005 para 2.717.483 m³ em 2012 (ANP, 2014).

Desde 2005 com a aprovação do B2, e com o aumento na capacidade instalada de produção de biodiesel ao longo do tempo, a inclusão de 2% de biodiesel no diesel passou a ser obrigatória a partir de janeiro de 2008, ainda em 2008 entrou em uso o B3, em 2009 o B4, em 2010 o B5 e agora, a aprovação da Medida Provisória 647/2014 determina o uso do B6 a partir de julho de 2014 e do B7 a partir de novembro de 2014. Com isso, o aumento na produção de biodiesel que era esperado para 2014 de apenas 3% em relação a 2013, deve ser muito superior. Esse aumento na produção do biodiesel leva a um aumento na produção do subproduto, que corresponde a cerca de 10% da produção total de biodiesel, e que no caso é a glicerina (DASARI et al., 2005).

O biodiesel produzido nas plantas brasileiras é mais comumente obtido através da transesterificação (Figura 1), que é a reação de óleos vegetais ou

gordura animal com um álcool simples (etanol, metanol, propanol, butanol e amil-álcool) na presença de um catalisador (que pode ser ácido, básico ou enzimático), obtendo-se ao final do processo duas fases distintas, uma leve composta pelos ésteres e álcool e outra pesada, composta pela glicerina (FELIZARDO et al., 2006; QUINTELLA et al., 2009).

Figura 1 – Diagrama da obtenção do biodiesel

O álcool mais eficiente para o processo é o metanol devido a suas características (cadeia curta e polaridade), porém a utilização do etanol, apesar de ser mais complexa, apresenta fatores positivos, como ser renovável e menos tóxico que o metanol. Quanto aos catalisadores, os básicos promovem uma catálise mais rápida e rendimento alto quando comparado aos ácidos e menor custo quando comparado ao processo enzimático (KNOTHE et al., 2009; KRAUSE, 2008).

Uma reação de transesterificação (Figura 2) eficiente é determinada pelo menor tempo de reação, maior obtenção de ésteres e maior facilidade de separá-los do glicerol, dessa forma, normalmente excesso de álcool é utilizado na reação para forçar a formação do produto. Esse álcool deve ser recuperado da fase leve, mas também é encontrado na fase pesada (glicerina), que pode ser purificada ou não, dependendo da finalidade e destinação do subproduto (KNOTHE et al., 2009; KRAUSE, 2008).

Figura 2 – Representação esquemática da reação de transesterificação

Com o aumento na produção da glicerina como subproduto, iniciou-se um movimento de incentivo à pesquisa de novos usos para o produto, uma vez que os usos comuns (indústria de cosméticos, de medicamentos, de alimentos e química) não geravam acréscimo na demanda na mesma proporção do aumento na oferta (VASCONCELOS, 2012).

2.2 Possibilidades de uso da glicerina

A preocupação com o acúmulo do material levou a pesquisas de novos usos para a glicerina, seja ela bruta, loira (de grau técnico) ou purificada (qualidade farmacêutica com pureza acima de 99%) o que levou a novas descobertas como geração de eletricidade, como plastificante, como combustível naval, como supressor de poeira, transformação em químicos, catalisadores, como meio de cultura para leveduras, no tratamento de água, entre outros (VASCONCELOS, 2012).

A maior parte da glicerina produzida no Brasil é utilizada para queima e geração de energia ou exportada na forma purificada para a China. Porém o processo de purificação é dispendioso para as usinas e muitas vezes os produtores ao invés de investirem em processos que agreguem valor ao subproduto, preferem comercializá-lo na forma bruta. (BIODIESELBR, 2014)

Uma das possibilidades que se mostrou viável foi a utilização da glicerina na alimentação animal. O glicerol, seu maior componente, apresenta valor energético bastante elevado (4.320 kcal de energia bruta por kg para o glicerol puro) e a glicerina apresenta alta eficiência de utilização pelos animais (MENTEN et al., 2010) podendo ser usada como substituta parcial do milho, pois apresenta valores energéticos semelhantes (CERRATE et al., 2006; DOZIER et al., 2008).

A glicerina, produto comercial residual da produção de biodiesel, bruta ou loira (de grau técnico), é considerada produto seguro para a alimentação animal e foi autorizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2010) em maio de 2010, que também estabeleceu um padrão de qualidade, sendo: glicerol (mínimo 80%), metanol (máximo 150 ppm) e umidade (máximo 13%). Os teores mínimos de sódio e matéria mineral devem ser garantidos pelo fabricante, podendo variar, no entanto, de acordo com o processo produtivo.

A matéria-prima, o álcool e o catalisador utilizados no processo, irão determinar a qualidade e a composição da glicerina. Podem ser utilizadas várias fontes de matérias graxas, como óleos de fritura, gorduras de origem animal e óleos vegetais diversos, sendo que no Brasil as matérias-primas predominantes estão ilustrados na Figura 3. Os hidróxidos de sódio e de potássio, quando utilizados como catalisadores, podem limitar a utilização da glicerina na formulação da ração, pois existe a necessidade de balanceamento desses minerais na dieta, para que não afetem o desempenho dos animais.

Figura 3 – Matérias primas utilizadas na produção de biodiesel (BIODIESELBR, 2013)

2.3 Efeitos do uso da glicerina na alimentação de frangos sobre o metabolismo e fisiologia

2.3.1 Metabolização do glicerol

O componente nutricional de interesse na glicerina é o glicerol (Figura 4). É um composto orgânico pertencente à função álcool (propano 1,2,3-triol), que apresenta-se líquido em temperatura ambiente, é altamente higroscópico, viscoso, incolor, inodoro e de sabor adocicado (RIVALDI et al., 2008), enquanto que a glicerina na forma bruta apresenta coloração pardo escuro, contendo quantidades variáveis de sabão, álcool, monoacilglicerol, diacilglicerol, oligômeros de glicerol, polímeros e água (OOI et al., 2004).

Figura 4 – Fórmula estrutural do glicerol

O glicerol é um componente encontrado normalmente no organismo animal, tanto na circulação como nas células. Ele é derivado da lipólise no tecido adiposo, hidrólise dos triacilgliceróis das lipoproteínas do sangue e gordura dietética (LIN, 1977).

Quando ingerido, o glicerol é rapidamente absorvido pelo intestino, mas menos rapidamente que a glicose, e pode ser absorvido no estômago, porém mais lentamente que no intestino. Após a absorção ele se distribui pelos espaços intracelulares (LIN, 1977).

Acredita-se que a absorção do glicerol seja através de difusão facilitada por aquaporinas, porém, em estudos realizados recentemente, foi encontrada saturação de absorção, e isso só pode ser demonstrado através de um sistema de absorção

ativa, mediado por carreador secundário ativo, que neste caso é um carreador sódio-dependente. Dessa forma os autores acreditam que este sistema seja o mais frequente na absorção do glicerol pela membrana do intestino, mas não excluem a possibilidade de ambos sistemas de transporte serem funcionais (KATO et al., 2004).

O glicerol pode ser metabolizado pelo fígado, rins e músculos, sendo que o fígado é responsável por $\frac{3}{4}$ de toda capacidade de metabolização. Os rins, além de metabolizarem o glicerol, também são responsáveis pela sua reabsorção, evitando perdas através da urina. Quando os níveis séricos de glicerol ultrapassam 1mM a utilização não é total (LIN, 1977).

A metabolização do glicerol (Figura 5) se inicia através de três enzimas: a enzima glicerol quinase com a formação de glicerol-3-fosfato – essa enzima é encontrada em grande parte no fígado, mas também nos rins; a enzima glicerol-3-fosfato desidrogenase citosólica (G3P desidrogenase, também chamada de G3P oxiredutase) – sendo que sua atividade específica ocorre no fígado, nos músculos, no intestino e no cérebro; e a glicerol-3-fosfato desidrogenase mitocondrial – sua atividade é maior no músculo (cerca de 90%) (LIN; ROMSOS; LEVEILLE, 1976; VERNON; WALKER, 1970).

Figura 5 – Esquema da metabolização do glicerol

O glicerol-3-fosfato pode ser convertido a glicose via gliconeogênese, atuar na transferência de equivalentes redutores do citosol para a mitocôndria (para a cadeia respiratória), pode ser precursor da síntese de triacilgliceróis (BRISSON et al., 2001, EMMANUEL; BERZIN; ROBBLEE, 1983) ou oxidado para a produção de energia via

glicólise e ciclo do ácido cítrico (ROSEBROUGH et al., 1980). Desta forma, o destino metabólico do glicerol pode ser dirigido dependendo do tecido e do estado nutricional do animal.

Existem poucas informações sobre as implicações metabólicas da suplementação exógena de glicerol na dieta, especialmente quando a suplementação atinge grandes proporções como um ingrediente energético das rações, pois não se sabe a total capacidade de metabolização do glicerol. Porém acredita-se que o fígado e rins podem sofrer adaptações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas quando ocorre excesso de glicerol na dieta, aumentando sua capacidade de metabolização (CRYER; HARTLEY, 1973).

Alguns autores encontraram limitações na metabolização do glicerol e concluíram que o fator limitante era a enzima glicerol quinase (VERNON; WALKER, 1970), sendo que quando a capacidade de metabolização é ultrapassada, o glicerol em excesso é excretado pela urina (BARTLET; SCHNEIDER, 2002; DASARI, 2007; GIANFELICI, 2009).

Porém em estudos recentes, não foi encontrada saturação da enzima glicerol quinase do fígado, mesmo quando foram utilizados níveis de 7% de glicerina na dieta, tanto em aves mais jovens (22 a 35 dias de idade) como em aves mais velhas (33 a 42 dias de idade) (BERNARDINO et al., 2014a). Em contrapartida, Romano et al. (2014), avaliando níveis crescentes de inclusão de glicerina na alimentação de frangos de corte, encontraram níveis elevados na concentração de glicerol plasmático para o tratamento com 10% de glicerina, aos 6 e 9 dias após o início do consumo das dietas experimentais, indicando dificuldade em metabolização do glicerol pela ave.

Em trabalho realizado por Lima et al. (2013), os autores concluíram que a energia metabolizável aparente da glicerina varia de acordo com a idade das aves, e a utilização da energia é maior na primeira semana de vida. Não foram encontrados outros trabalhos que apresentassem os níveis de energia metabolizável para as aves na fase inicial de criação, nem os motivos pelos quais esse possível melhor aproveitamento energético poderia ocorrer.

2.3.2 Metabolização de metanol

O metanol muitas vezes é usado em excesso para forçar a reação de transesterificação na direção do produto, sendo posteriormente recuperado por destilação, mas nem sempre esse processo é eficiente, especialmente em pequenas plantas produtoras de biodiesel (DASARI, 2007; KRAUSE, 2008). O metanol é tóxico e se ingerido pode comprometer o sistema nervoso central, causando sintomas entre 12 e 24 horas após a ingestão, como distúrbios visuais, náuseas, vômitos, dor abdominal e de cabeça, além de poder levar à cegueira por edema do disco ótico (JOHLIN et al., 1987)

No Brasil, o MAPA estabelece que a glicerina para uso na alimentação animal não deve conter níveis de metanol superiores a 150 ppm, mas nem sempre essa determinação é cumprida. O alto teor de metanol pode ser problemático quando a glicerina é destinada à alimentação animal, pois este, no fígado dos animais é metabolizado a ácido fórmico e seu acúmulo no organismo tende a ser prejudicial. Portanto a susceptibilidade à intoxicação por metanol em animais está relacionado à capacidade dos mesmos em metabolizar o ácido fórmico (JACOBSEN; McMARTIN, 1986).

Porém, mesmo presente em quantidades relativamente altas nas glicerinas, o metanol não tem demonstrado efeito tóxico para frangos de corte (KHAN; HUSSAIN; KHAN, 2006) ou para suínos (CANIBE; HOJBERG; HOJSGAARD, 2005). Jung e Batal (2011), avaliando diferentes glicerinas com concentrações elevadas de metanol (1,79 a 3,1%), não encontraram efeitos prejudiciais no desempenho de frangos de corte relacionados ao ter de metanol e sim pelo nível de inclusão da glicerina.

2.3.3 Efeitos do excesso de sódio/potássio

2.3.3.1 – Consumo de água

Quando se utiliza a glicerina como ingrediente de rações é muito importante ter o conhecimento da composição de sódio e/ou potássio para que a ração seja

adequadamente formulada de acordo com as exigências nutricionais dos animais (CERRATE et al., 2006).

Porém, quando não é conhecida a real quantidade desses cátions nas glicerinas, e na ausência do seu ajuste nutricional ao se proceder com a formulação das rações haverá excesso deste eletrólito nas dietas e isto pode causar problemas para as aves, visto que seu excesso ocasiona aumento no consumo de água, e consequente excreção de água pelos animais (LAMMERS et al., 2008b).

O balanço eletrolítico para aves e suínos é descrito pelo equilíbrio entre os íons envolvendo os principais deles, e é representado pelo resultado da soma, em miliequivalentes por kg de ração, dos íons Na^+ e K^+ , subtraindo-se o íon negativo Cl^- (MONGIN, 1981). Estes são considerados os “íons fortes” por apresentarem maior impacto no equilíbrio acidobásico e pH do sangue e tecidos, entretanto é muito importante manter o equilíbrio adequado na proporção desses íons na dieta do animal para que não ocorra toxicidade ou deficiência dos mesmos (BORGES et al., 2003a)

O balanço cátion-ânion altera o equilíbrio acidobásico, indicado pelo pH e pelas concentrações de bicarbonato no sangue. A regulação homeostática intestinal e renal visa manter o balanço adequado desses íons, porém esse equilíbrio pode ser afetado quando são absorvidas pelo intestino quantidades altas de íons monovalentes em relação aos bivalentes (TEETER; BELAY, 1996). Dietas aniônicas, ricas em cloretos, sulfatos e fósforo tendem causar acidemia, enquanto que dietas enriquecidas com sódio e potássio tendem a causar alcalemia (HALLEY et al., 1987; JOHNSON; KARUNAJEEWA, 1985).

O balanço eletrolítico recomendado para formulação de dietas para o máximo desempenho das aves é de 150 a 350 mEq/kg de ração, (MURAKAMI, 2000), enquanto que Leeson e Summers (2001) consideram 250 mEq/kg como valor adequado para o bom desenvolvimento das aves.

Maiorka et al. (2004), trabalhando com níveis crescentes de sódio total (0,10, 0,22, 0,34 e 0,46%) em dietas de primeira semana de frangos de corte, mostraram que o aumento de sódio proporcionou um aumento no consumo de água, que foi acompanhado por um aumento no consumo de ração e no ganho de peso dos frangos de corte. Ebert et al. (2000) e Krabbe (2000) também confirmaram que o aumento de consumo de ração está relacionado com o consumo de água e o consumo de ração está relacionado com o ganho de peso e com a conversão

alimentar dos frangos. Dessa forma, a adição de eletrólitos na ração, como o sódio, o cloro e o potássio nas dietas tem sido recomendada como uma maneira de minimizar os efeitos prejudiciais do estresse calórico para aves (BORGES, 2003b).

2.3.3.2 Qualidade da cama

A quantidade de água excretada nas fezes e na urina depende primeiramente da quantidade de água ingerida (LEESON; DIAZ; SUMMERS, 1995). As excretas de frango de corte variam em teores de matéria seca, porém em condições de termoneutralidade foram encontrados valores de 60 a 70% de umidade nas excretas de frango e 80% para aves de postura (ANDERSON; HILL, 1967).

São produzidos dois tipos de urina pelas aves, sendo uma fração de baixa concentração correspondente a uma taxa de filtração glomerular elevada; e outra fração, de alta osmolaridade, que ocorre quando a taxa de filtração dos rins é baixa (LEESON; DIAZ; SUMMER, 1995). A taxa de filtração glomerular pode ser alterada dependendo da necessidade de filtrar/reabsorver água e sódio (REECE, 2006).

As aves podem aumentar consideravelmente a excreção de água em situações de estresse térmico. Aves sob temperatura ambiental de 35 °C, quando comparadas a aves sob 24 °C, aumentaram 133% a perda de água, enquanto que o consumo de água aumentou apenas 78%; essa maior excreção de água se dá devido à produção de urina hiposmótica (BELAY; TEETER, 1993).

Após a produção da urina e condução até a cloaca, pode haver reabsorção de água principalmente no cólon e cecos das aves, através do movimento retrógrado causado pela peristalse reversa (REECE, 2006). A água contida na “indigesta” também é reabsorvida ao longo do cólon e cecos pelo mesmo processo.

Com o aumento no balanço eletrolítico, ocorre também o aumento na excreção de água pela ave e, conseqüentemente, aumento na umidade da cama de frango. Esse fator pode comprometer o desempenho dos animais,

Alguns autores observaram aumento na umidade da cama com a inclusão de glicerina nas rações, porém atribuem esse fato ao excesso de potássio ou sódio proveniente do resíduo de catalisador utilizado na reação de transesterificação (CERRATE et al., 2006, LAMMERS et al., 2008a).

Em estudos realizados por Lammers et al. (2008b), os autores observaram maior umidade das excretas quando a ração de galinhas poedeiras foi formulada

com 15% de glicerina bruta contendo 1,26% de sódio e não foi realizado ajuste em relação à ração basal que continha 0,21% de sódio. Fica evidente que o valor máximo de inclusão de glicerina na dieta de animais deverá ser limitado pela quantidade de sódio presente no produto, ajustando às exigências do animal (ROSTAGNO, et al. 2011).

Alguns autores verificaram que o glicerol presente na glicerina poderia ser a causa do aumento na umidade das excretas, e não necessariamente os teores de sódio ou potássio. Gianfelici (2009) atribuiu o aumento da perda de água por via urinária, em frangos de corte consumindo glicerina, ao resultado de menor reabsorção de água pelo intestino grosso ou maior excreção renal. O autor observou também, que a perda de água se acentua quando a glicerina na dieta vai além de 7,5%. Outros autores também identificaram aumento na umidade da cama para rações contendo glicerina acima de 7,5% (SILVA et al., 2012, FREITAS et al., 2011); o que não se sabe ao certo é se o aumento na umidade da cama está relacionada à maior umidade das excretas produzidas pelas aves consumindo glicerina ou à higroscopicidade do glicerol introduzido na cama, que poderia causar redução na perda de umidade para o ambiente, piorando a qualidade da cama.

2.3.4 Efeitos no desempenho

As diferenças entre os valores observados quanto ao desempenho e rendimento de carcaça quando se alimentam frangos com dietas contendo glicerina podem ser atribuídas às diferentes composições das gliceras e das dietas. As diferenças entre as fontes de glicerina quanto à energia metabolizável das mesmas, associadas aos níveis de inclusão da dieta, aparentemente afetam a capacidade do animal em metabolizar a substância, porém os mecanismos ainda não estão bem esclarecidos.

Simon et al. (1996), avaliando o glicerol puro na dieta, com níveis de inclusão de 0, 5, 10, 15, 20 ou 25% em rações à base de milho e farelo de soja, concluíram que a inclusão de até 10% deste produto pode ser feita sem afetar o desempenho dos frangos. Fernandes et al. (2012), utilizando níveis crescentes de glicerina na fase pré-inicial não encontrou diferenças entre os tratamentos. Por outro lado, Cerrate et al. (2006), utilizando dietas contendo 2,5 ou 5% de glicerol, verificaram aumento

no rendimento de peito, sugerindo que o seu uso pode melhorar a deposição de proteína corporal.

Silva et al. (2012), trabalhando com níveis de 0, 2,5, 5,0, 7,5 e 10% de inclusão de glicerina bruta para frangos de corte, concluíram que de 1 a 7 dias houve um aumento no ganho de peso, consumo de ração e peso vivo das aves consumindo rações com níveis mais altos de glicerina, afirmando que a inclusão de glicerina até 10% foi eficaz. Já com 21 dias, os melhores resultados foram observados quando foi utilizada 5% de inclusão.

Do mesmo modo, Sehu et al. (2012) avaliaram a inclusão de 5 e 10% de glicerina na dieta de frangos de corte e concluíram que o nível de 5% ao ser incorporado na ração não compromete o crescimento e características de carcaça. Outros trabalhos não apresentaram melhora no rendimento de carcaça com inclusão de glicerina bruta na dieta de frangos de corte (GUERRA et al., 2011; SILVA et al., 2012; ZAVARIZE, 2012).

Jung e Batal (2011) obtiveram bons resultados de desempenho com dietas com até 5% de inclusão de glicerina. Entretanto, com inclusão de 7,5% ou 10% os resultados de desempenho foram inferiores e os autores relacionaram esse fato ao nível de inclusão da glicerina e não aos níveis de metanol nas mesmas, pois as glicerinas de baixo teor de metanol também apresentaram piores no desempenho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Biotério de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, em Piracicaba, São Paulo, no período de agosto de 2013 a maio de 2014. Todos os procedimentos foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da ESALQ/USP

Para a execução deste trabalho foram realizados três experimentos, sendo dois utilizando-se frangos de corte machos da linhagem Ross 308, obtidos de incubatório comercial, e um experimento utilizando excretas de frango.

3.1 Instalações

Os experimentos com aves foram conduzidos em duas baterias de 12 gaiolas em baterias para pintos, com dimensões de 1,00 m de comprimento por 0,68 m de largura e 0,20 m de altura, providas de aquecedor elétrico, bebedouro e comedouro tipo calha de aço inoxidável, piso de tela e bandejas coletoras de excreta (Figura 6). Aos 21 dias de idade, as aves eram transferidas para duas baterias de gaiolas para frangos, com 0,70 m de comprimento por 0,66 m de largura e 0,34 m de altura, sem aquecimento, com comedouros, bebedouros, piso e bandejas semelhantes aos descritos para as baterias para pintos.

Figura 6 – Gaiolas em baterias

3.2 Experimento I – Respostas fisiológicas de frangos de corte alimentados com rações contendo glicerinas de diferentes composições

Foram alojados 240 pintinhos de um dia nas gaiolas em baterias, no período experimental de 1 a 40 dias de idade. O delineamento utilizado foi inteiramente aleatorizado, composto por 3 tratamentos e 8 repetições por tratamento, totalizando 24 unidades experimentais com dez aves cada. Os pintinhos foram pesados individualmente e classificados em faixas de peso, sendo então distribuídos entre as gaiolas de forma que as unidades experimentais apresentassem o peso médio mais homogêneo possível.

Utilizou-se aquecimento nas gaiolas para manter o conforto térmico das aves até os 21 dias de idade, devido às baixas temperaturas do período experimental.

Aos 7 dias de idade, o número de pintos por gaiola foi reduzido para 8 aves para evitar competição por alimento ou água. Aos 21 dias de idade as aves foram pesadas e, em cada gaiola, as cinco mais próximas do peso médio foram transferidas para as gaiolas de crescimento onde permaneceram até o final do período experimental. Aos 28 dias de idade, foi retirada uma ave de cada gaiola mantendo-se quatro aves por gaiola, para que todas as aves tivessem acesso aos comedouros e bebedouros. Semanalmente as aves foram pesadas para o acompanhamento de seu crescimento. A mortalidade e temperatura diárias foram verificadas durante todo o período experimental.

Ração e água foram fornecidos à vontade, mantendo-se os comedouros com quantidade suficiente, garantindo que os pintinhos tivessem acesso facilitado ao alimento e que quando maiores, não causassem desperdícios. Os bebedouros eram lavados diariamente para manter a água sempre fresca.

3.2.1 – Programa nutricional e tratamentos

Neste ensaio foram utilizadas duas glicerinas de composições diferentes, adicionadas à ração como ingrediente energético, sendo uma delas uma glicerina purificada e a outra, uma glicerina semi-purificada (loira). Antes da utilização das glicerinas para formulação e preparo das rações, ambas foram submetidas à determinação dos principais componentes no CBO Análises Laboratoriais, Campinas, SP, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Os valores de energia bruta das glicerinas, determinados em bomba calorimétrica, foram de 4.141 kcal/kg para a glicerina purificada e de 3.426 kcal/kg para a glicerina loira e, para a formulação das rações foi estabelecido que a energia metabolizável aparente correspondia a 90% da energia bruta, que foi o valor encontrando em trabalho anterior com glicerina de composição próxima (ZAVARIZE, 2012), sendo então 3.727 kcal/kg e 3.083 kcal/kg, respectivamente.

Os tratamentos foram compostos por:

- T1 – dieta controle sem inclusão de glicerina (ração à base milho e farelo de soja);
- T2 – dieta com 10% de glicerina loira;

- T3 – dieta com glicerina purificada, adicionada com base na quantidade de glicerol equivalente ao Tratamento 2.

Tabela 1 – Composição e valor de pH das glicerinas utilizadas nos experimentos

Parâmetro	Glicerina Purificada	Glicerina Loira
Glicerol (%)	98,46	86,15
Umidade Karl Fischer (%)	0,36	11,12
Matéria Mineral (%)	0,01	6,75
Cloreto Total (%)	0,01	3,58
Sódio (%)	0,40	2,64
pH Solução Aquosa	6,97	6,18
Metanol (mg/kg)	**	1.811

** Não detectado

Conhecendo-se os teores de glicerol de cada uma das glicerinas e considerando-se o nível de inclusão da glicerina loira de 10%, para que os tratamentos T2 e T3 apresentassem o mesmo teor de glicerol, foi determinado o teor de inclusão de 8,75% para a glicerina purificada.

O programa nutricional foi composto por quatro dietas experimentais, visando atender às necessidades de cada fase de criação das aves, sendo: pré-inicial (1 a 7 dias de idade), inicial (7 a 21 dias de idade), crescimento (21 a 35 dias de idade) e final (35 a 40 dias de idade), formuladas à base de milho e farelo de soja, conforme os níveis nutricionais recomendados pelas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2011) para aves de desempenho médio, sendo as três dietas formuladas com a mesma quantidade de sódio e energia metabolizável e as duas dietas com glicerina, com a mesma quantidade de glicerol, para que se pudesse verificar o efeito da composição das glicerinas na fisiologia das aves (Tabelas 2, 3, 4 e 5).

Para incorporar a glicerina nas rações, optou-se por realizar uma mistura manual prévia da mesma ao farelo de soja para que não ocorresse a formação de grumos durante a mistura da ração (Figura 7).

Figura 7 – Preparo da glicerina.

Não foi adicionado aditivo coccidiostático às rações, pois eles atuam sobre o equilíbrio acidobásico e osmótico, estimulando o consumo de água pelas aves e aumentando a umidade das excretas (RUTZ et al., 1994) e como o objetivo do trabalho foi de avaliar o consumo e a excreção de água, esse aditivo poderia interferir no processo.

Tabela 2 – Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 1 a 7 dias

Ingredientes	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Milho moído	51,794	39,936	41,555
Farelo de soja	41,070	43,056	42,785
Óleo de milho	2,805	3,358	2,602
Glicerina purificada	0,000	0,000	8,750
Glicerina loira	0,000	10,000	0,000
Fosfato bicálcico	1,884	1,899	1,897
Calcário	0,913	0,900	0,902
Sal comum	0,660	0,000	0,655
DL-Metionina	0,336	0,349	0,347
L-Lisina.HCl	0,202	0,165	0,170
L-Treonina	0,069	0,070	0,070
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,080	0,080	0,080
Promotor de crescimento ³	0,037	0,037	0,037
Valores calculados:			
EM, kcal/kg	2.950	2.950	2.950
PB, %	23,097	23,033	23,042
Ca, %	0,920	0,920	0,920
P disponível, %	0,470	0,470	0,470
Na, %	0,280	0,280	0,280
Met digestível, %	0,633	0,638	0,638
Met + Cis digestível, %	0,944	0,944	0,944
Lisina digestível, %	1,310	1,310	1,310
Treonina digestível, %	0,852	0,852	0,852
Balanço Eletrolítico, mEq/kg	227	239	229

¹ Suplemento vitamínico (por kg de ração): vit. A, 9.000 UI; vit. D₃, 2.500 UI; vit. E, 20 UI; vit. K₃, 2,5 mg; Tiamina, 1,5 mg; Riboflavina, 6 mg; Pirodoxina, 3 mg; Cianocobalamina, 12 µg; Ác. nicotínico, 25 mg; Ác. pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,06 mg; Ác. fólico, 0,8 mg; Selênio, 0,25 mg.

² Suplemento mineral (por kg de ração): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg.

³ Bacitracina de zinco 15%.

Tabela 3 – Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 7 a 21 dias

Ingredientes	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Milho moído	57,376	45,520	47,138
Farelo de soja	36,277	38,263	37,992
Óleo de milho	2,514	3,066	2,310
Glicerina purificada	0,000	0,000	8,750
Glicerina loira	0,000	10,000	0,000
Fosfato bicálcico	1,496	1,511	1,509
Calcário	0,924	0,911	0,912
Sal comum	0,660	0,000	0,656
DL-Metionina	0,275	0,287	0,286
L-Lisina.HCl	0,171	0,134	0,140
L-Treonina	0,040	0,041	0,040
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,080	0,080	0,080
Promotor de crescimento ³	0,037	0,037	0,037
Valores calculados:			
EM, kcal/kg	3.000	3.000	3.000
PB, %	21,282	21,219	21,227
Ca, %	0,819	0,819	0,819
P disponível, %	0,391	0,391	0,391
Na, %	0,281	0,281	0,281
Met digestível, %	0,555	0,560	0,560
Met + Cis digestível, %	0,846	0,846	0,846
Lisina digestível, %	1,174	1,174	1,174
Treonina digestível, %	0,763	0,763	0,763
Balanço Eletrolítico, mEq/kg	209	221	211

¹ Suplemento vitamínico (por kg de ração): vit. A, 9.000 UI; vit. D₃, 2.500 UI; vit. E, 20 UI; vit. K₃, 2,5 mg; Tiamina, 1,5 mg; Riboflavina, 6 mg; Pirodoxina, 3 mg; Cianocobalamina, 12 µg; Ác. nicotínico, 25 mg; Ác. pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,06 mg; Ác. fólico, 0,8 mg; Selênio, 0,25 mg.

² Suplemento mineral (por kg de ração): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg.

³Bacitracina de zinco 15%.

Tabela 4 – Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 21 a 35 dias

Ingredientes	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Milho moído	60,626	48,769	50,388
Farelo de soja	32,535	34,521	34,250
Óleo de milho	3,384	3,936	3,180
Glicerina purificada	0,000	0,000	8,750
Glicerina loira	0,000	10,000	0,000
Fosfato bicálcico	1,265	1,280	1,278
Calcário	0,864	0,851	0,853
Sal comum	0,660	0,000	0,655
DL-Metionina	0,248	0,261	0,259
L-Lisina.HCl	0,164	0,127	0,132
L-Treonina	0,027	0,028	0,028
Suplemento vitamínico ¹	0,080	0,080	0,080
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,060	0,060	0,060
Promotor de crescimento ³	0,037	0,037	0,037
Valores calculados:			
EM, kcal/kg	3.100	3.100	3.100
PB, %	19,814	19,750	19,759
Ca, %	0,732	0,732	0,732
P disponível, %	0,342	0,342	0,342
Na, %	0,281	0,281	0,281
Met digestível, %	0,514	0,518	0,518
Met + Cis digestível, %	0,787	0,787	0,787
Lisina digestível, %	1,078	1,078	1,078
Treonina digestível, %	0,701	0,701	0,701
Balanço Eletrolítico, mEq/kg	194	206	196

¹ Suplemento vitamínico (por kg de ração): vit. A, 9.000 UI; vit. D₃, 2.500 UI; vit. E, 20 UI; vit. K₃, 2,5 mg; Tiamina, 1,5 mg; Riboflavina, 6 mg; Pirodoxina, 3 mg; Cianocobalamina, 12 µg; Ác. nicotínico, 25 mg; Ác. pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,06 mg; Ác. fólico, 0,8 mg; Selênio, 0,25 mg.

² Suplemento mineral (por kg de ração): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg.

³Bacitracina de zinco 15%.

Tabela 5 – Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 35 a 40 dias

Ingredientes	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Milho moído	64,331	52,475	54,094
Farelo de soja	29,223	31,210	30,939
Óleo de milho	3,384	3,937	3,181
Glicerina purificada	0,000	0,000	8,750
Glicerina loira	0,000	10,000	0,000
Fosfato bicálcico	1,054	1,069	1,067
Calcário	0,770	0,757	0,759
Sal comum	0,660	0,000	0,655
DL-Metionina	0,228	0,237	0,235
L-Lisina.HCl	0,176	0,140	0,145
L-Treonina	0,024	0,025	0,025
Suplemento vitamínico ¹	0,060	0,060	0,060
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,040	0,040	0,040
Valores calculados:			
EM, kcal/kg	3.150	3.150	3.150
PB, %	18,604	18,541	18,549
Ca, %	0,638	0,638	0,638
P disponível, %	0,298	0,298	0,298
Na, %	0,281	0,281	0,281
Met digestível, %	0,477	0,482	0,482
Met + Cis digestível, %	0,737	0,737	0,737
Lisina digestível, %	1,010	1,010	1,010
Treonina digestível, %	0,656	0,656	0,656
Balanço Eletrolítico, mEq/kg	181	193	183

¹ Suplemento vitamínico (por kg de ração): vit. A, 9.000 UI; vit. D₃, 2.500 UI; vit. E, 20 UI; vit. K₃, 2,5 mg; Tiamina, 1,5 mg; Riboflavina, 6 mg; Pirodoxina, 3 mg; Cianocobalamina, 12 µg; Ác. nicotínico, 25 mg; Ác. pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,06 mg; Ác. fólico, 0,8 mg; Selênio, 0,25 mg.

² Suplemento mineral (por kg de ração): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg.

3.2.2 – Variáveis determinadas

3.2.2.1 – Consumo de ração e de água

Após um período de quatro dias de adaptação das aves às instalações, iniciou-se a observação do consumo por um período de 24 horas a cada quatro dias, totalizando nove observações ao longo do período experimental. O consumo foi

determinado pela diferença entre o peso oferecido e o peso restante, tanto para a ração como para a água. Foram usados bebedouros extras em alturas correspondentes ao primeiro, terceiro e último andar das gaiolas para avaliar a evaporação da água, sendo esta descontada do valor do consumo.

Através dos dados obtidos foi possível determinar a relação entre consumo de água e de ração, avaliando-se o efeito dos tratamentos sobre esse parâmetro.

3.2.2.2 – Matéria seca das excretas

Aos 16 dias de idade iniciou-se a coleta de excretas para determinação da matéria seca, sendo que as coletas foram realizadas no mesmo dia da coleta de dados de consumo de ração e água.

Para a coleta das excretas, as bandejas foram encapadas com plástico para evitar perdas e contaminações, tomando-se o cuidado de evitar penas e rações. O período de coleta foi de três horas para a primeira coleta e duas horas para as demais coletas, garantindo-se dessa forma que a quantidade de excretas fosse suficiente para os procedimentos de laboratório. Nas duas primeiras coletas, as aves ainda estavam nas gaiolas para pintos, porém o aquecimento foi desligado (16 e 20 dias de idade) durante o período de coleta para evitar perdas de umidade.

As excretas foram armazenadas em embalagens de alumínio, identificadas, pesadas e mantidas congeladas a -18°C até o período de análise, quando foram acondicionadas em estufa a 60°C com circulação forçada de ar por 72 horas (Figura 8). Ao final do processo foram pesadas novamente, o material foi moído em moinho de facas com peneira de 1 mm e uma alíquota do material moído foi coletada, pesada e levada para estufa a 105°C por 24 horas para obtenção da matéria seca final. Após a retirada do material da estufa, as amostras foram resfriadas em dessecadores e pesadas para determinação da matéria seca final.

Figura 8 – Coleta da excreta e secagem

3.2.2.3 – Matéria seca do conteúdo ileal

Para a determinação da matéria seca do conteúdo ileal, foi abatida uma ave por unidade experimental com peso próximo ao peso médio de cada parcela aos 40 dias de idade. As aves foram sacrificadas por deslocamento crânio-cervical e, através de uma incisão abdominal o intestino foi exposto e foi seccionada a porção ileal entre 4 cm do divertículo de Meckel e 4 cm da junção íleo-cecal. Com uma leve pressão no mesmo, foi retirado o conteúdo para coleta (Figura 9).

Figura 9 – Coleta do conteúdo ileal e liofilização

As amostras de digesta coletadas foram acondicionadas em placas de Petri, pesadas, embaladas com filme plástico e congeladas a -18°C até o período de processamento, quando foram levadas a freezer a -80°C por 24 horas e então liofilizadas a -40°C e pressão de vácuo de 0,120 mbar por 36 horas. Após a retirada do material do liofilizador, as amostras foram acondicionadas em dessecadores e pesadas para determinação da matéria seca.

3.3 Experimento II – Avaliação da umidade da cama de aviário

Durante o Experimento I foram coletadas excretas dos três tratamentos, de todas as repetições, aos 30 dias de idade das aves por um período de 36 horas, as quais foram utilizadas no Experimento II. Estas excretas foram identificadas, armazenadas e mantidas sob congelamento a -18°C ., posteriormente foram descongeladas e homogeneizadas dentro de cada tratamento, sendo eles:

T1 – Excretas das aves que consumiram ração controle;

T2 – Excretas das aves que consumiram ração com inclusão da glicerina loira;

T3 – Excretas das aves que consumiram ração com inclusão da glicerina purificada.

Para a composição da cama de aviário, estas excretas foram misturadas à maravalha de madeira nova, sendo que para formar cada unidade experimental, foram coletados 300 g de excreta e 100 g de maravalha, compondo inicialmente 400 g de material de cama. O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizado, com 3 tratamentos e 6 repetições por tratamento.

Esta cama preparada foi acondicionada em bacias plásticas, homogeneizada e deixada em repouso por 7 dias, visando reduzir a umidade inicial (Figura 10). Após esse período, foram coletadas amostras da cada uma das repetições e levadas para secagem em estufa de 105 °C, por 72 horas, para determinação da umidade inicial. Iniciou-se no mesmo dia da coleta para secagem, a adição diária de 50 mL de água, via gotejamento, por um período de 7 dias.

Ao final deste período, foram coletadas amostras destas camas e levadas para estufa para secagem pelo mesmo processo anterior, a fim de determinar a umidade final.

Figura 10 – Preparo das unidades experimentais do Experimento II

Durante o período de umidificação da cama, foram fornecidas as mesmas condições para todas as repetições. Os resultados obtidos da umidade inicial e da umidade final foram utilizados para determinar a proporção de água retida para os três tratamentos.

3.4 Experimento III – Avaliação da retenção de líquido pelas aves

Foram alojados 192 pintinhos de um dia nas gaiolas em baterias, por um período experimental de 1 a 42 dias de idade, divididos também em 3 tratamentos e 8 repetições, com 8 aves por unidade experimental, num delineamento inteiramente aleatorizado.

O manejo inicial foi o mesmo que no Experimento I, sendo que aos 21 dias de idade as aves foram pesadas e mantidas apenas quatro por repetição. Da mesma maneira, mortalidade e temperatura diárias foram verificadas durante todo o período experimental. Semanalmente, as aves foram pesadas com a finalidade de acompanhar o crescimento.

3.4.1 – Programa nutricional e tratamentos

Neste ensaio foi utilizada apenas a glicerina loira e os tratamentos foram compostos por:

T1 – dieta controle sem adição de glicerina (ração à base de milho e farelo de soja);

T2 – dieta com inclusão de 5% de glicerina loira;

T3 – dieta com inclusão de com 10% de glicerina loira.

.

O programa nutricional foi o mesmo do Experimento I, sendo as três dietas formuladas com a mesma quantidade de sódio e energia metabolizável (Tabelas 6, 7, 8 e 9). Também não foi adicionado aditivo coccidiostático às rações.

Tabela 6 – Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 1 a 7 dias

Ingredientes	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Milho moído	51,793	45,865	39,936
Farelo de soja	41,070	42,063	43,056
Óleo de milho	2,805	3,081	3,358
Glicerina loira	0,000	5,000	10,000
Fosfato bicálcico	1,884	1,892	1,899
Calcário	0,913	0,907	0,900
Sal comum	0,660	0,330	0,000
DL-Metionina	0,336	0,342	0,349
L-Lisina.HCl	0,202	0,183	0,165
L-Treonina	0,069	0,070	0,070
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,080	0,080	0,080
Promotor de crescimento ³	0,037	0,037	0,037
Valores calculados:			
EM, kcal/kg	2.950	2.950	2.950
PB, %	23,097	23,065	23,033
Ca, %	0,920	0,920	0,920
P disponível, %	0,470	0,470	0,470
Na, %	0,281	0,281	0,281
Met digestível, %	0,633	0,636	0,638
Met + Cis digestível, %	0,944	0,944	0,944
Lisina digestível, %	1,310	1,310	1,310
Treonina digestível, %	0,852	0,852	0,852
Balanço Eletrolítico, mEq/kg	227	233	239

¹ Suplemento vitamínico (por kg de ração): vit. A, 9.000 UI; vit. D₃, 2.500 UI; vit. E, 20 UI; vit. K₃, 2,5 mg; Tiamina, 1,5 mg; Riboflavina, 6 mg; Pirodoxina, 3 mg; Cianocobalamina, 12 µg; Ác. nicotínico, 25 mg; Ác. pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,06 mg; Ác. fólico, 0,8 mg; Selênio, 0,25 mg.

² Suplemento mineral (por kg de ração): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg.

³Bacitracina de zinco 15%.

Tabela 7 – Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 7 a 21 dias

Ingredientes	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Milho moído	57,376	51,448	45,520
Farelo de soja	36,277	37,270	38,263
Óleo de milho	2,514	2,790	3,066
Glicerina loira	0,000	5,000	10,000
Fosfato bicálcico	1,496	1,504	1,511
Calcário	0,924	0,917	0,911
Sal comum	0,660	0,330	0,000
DL-Metionina	0,275	0,281	0,287
L-Lisina.HCl	0,171	0,153	0,135
L-Treonina	0,040	0,040	0,040
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,080	0,080	0,080
Promotor de crescimento ³	0,037	0,037	0,037
Valores calculados:			
EM, kcal/kg	3.000	3.000	3.000
PB, %	21,282	21,250	21,219
Ca, %	0,819	0,819	0,819
P disponível, %	0,391	0,391	0,391
Na, %	0,281	0,281	0,281
Met digestível, %	0,555	0,558	0,560
Met + Cis digestível, %	0,846	0,846	0,846
Lisina digestível, %	1,174	1,174	1,174
Treonina digestível, %	0,763	0,763	0,763
Balanço Eletrolítico, mEq/kg	209	215	221

¹ Suplemento vitamínico (por kg de ração): vit. A, 9.000 UI; vit. D₃, 2.500 UI; vit. E, 20 UI; vit. K₃, 2,5 mg; Tiamina, 1,5 mg; Riboflavina, 6 mg; Pirodoxina, 3 mg; Cianocobalamina, 12 µg; Ác. nicotínico, 25 mg; Ác. pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,06 mg; Ác. fólico, 0,8 mg; Selênio, 0,25 mg.

² Suplemento mineral (por kg de ração): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg.

³Bacitracina de zinco 15%.

Tabela 8 – Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 21 a 35 dias

Ingredientes	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Milho moído	60,626	54,697	48,769
Farelo de soja	32,535	33,528	34,521
Óleo de milho	3,384	3,660	3,936
Glicerina loira	0,000	5,000	10,000
Fosfato bicálcico	1,265	1,272	1,280
Calcário	0,864	0,858	0,851
Sal comum	0,660	0,330	0,000
DL-Metionina	0,248	0,255	0,261
L-Lisina.HCl	0,164	0,145	0,127
L-Treonina	0,027	0,028	0,028
Suplemento vitamínico ¹	0,080	0,080	0,080
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,060	0,060	0,060
Promotor de crescimento ³	0,037	0,037	0,037
Valores calculados:			
EM, kcal/kg	3.100	3.100	3.100
PB, %	19,814	19,782	19,750
Ca, %	0,732	0,732	0,732
P disponível, %	0,342	0,342	0,342
Na, %	0,281	0,281	0,281
Met digestível, %	0,513	0,516	0,518
Met + Cis digestível, %	0,787	0,787	0,787
Lisina digestível, %	1,078	1,078	1,078
Treonina digestível, %	0,701	0,701	0,701
Balanço Eletrolítico, mEq/kg	193	199	206

¹ Suplemento vitamínico (por kg de ração): vit. A, 9.000 UI; vit. D₃, 2.500 UI; vit. E, 20 UI; vit. K₃, 2,5 mg; Tiamina, 1,5 mg; Riboflavina, 6 mg; Pirodoxina, 3 mg; Cianocobalamina, 12 µg; Ác. nicotínico, 25 mg; Ác. pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,06 mg; Ác. fólico, 0,8 mg; Selênio, 0,25 mg.

² Suplemento mineral (por kg de ração): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg.

³Bacitracina de zinco 15%.

Tabela 9 – Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas de 35 a 42 dias

Ingredientes	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Milho moído	64,331	58,403	52,475
Farelo de soja	29,223	30,217	31,210
Óleo de milho	3,384	3,661	3,937
Glicerina loira	0,000	5,000	10,000
Fosfato bicálcico	1,054	1,062	1,069
Calcário	0,770	0,763	0,757
Sal comum	0,660	0,330	0,000
DL-Metionina	0,228	0,231	0,237
L-Lisina.HCl	0,176	0,158	0,140
L-Treonina	0,024	0,025	0,025
Suplemento vitamínico ¹	0,060	0,060	0,060
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,040	0,040	0,040
Valores calculados:			
EM, kcal/kg	3.150	3.150	3.150
PB, %	18,604	18,573	18,541
Ca, %	0,638	0,638	0,638
P disponível, %	0,298	0,298	0,298
Na, %	0,281	0,281	0,281
Met digestível, %	0,477	0,480	0,482
Met + Cis digestível, %	0,737	0,737	0,737
Lisina digestível, %	1,010	1,010	1,010
Treonina digestível, %	0,656	0,656	0,656
Balanço Eletrolítico, mEq/kg	181	187	193

¹DSM Suplemento vitamínico (por kg de ração): vit. A, 9.000 UI; vit. D₃, 2.500 UI; vit. E, 20 UI; vit. K₃, 2,5 mg; Tiamina, 1,5 mg; Riboflavina, 6 mg; Pirodoxina, 3 mg; Cianocobalamina, 12 µg; Ác. nicotínico, 25 mg; Ác. pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,06 mg; Ác. fólico, 0,8 mg; Selênio, 0,25 mg.

²DSM Suplemento mineral (por kg de ração): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg.

3.4.2 – Variáveis determinadas

3.4.2.1 – Retenção de líquido pelas aves

Para a determinação da retenção de líquidos pelas aves alimentadas com as dietas contendo níveis crescentes de glicerina loira, foram coletados diversos órgãos/tecidos para avaliação da matéria seca dos mesmos (Figura 11).

Aos 7 dias de idade foram abatidos por deslocamento crânio-cervical dois pintinhos, sem jejum prévio, com o peso próximo à média de cada parcela experimental; um dos pintinhos foi imediatamente acondicionado em saco plástico e congelado para posterior secagem. O outro pintinho de cada parcela sofreu sangria imediatamente após o abate, o sangue foi coletado em placa de Petri, que foi embalada em filme plástico e congelada. Em seguida, foram coletados o intestino delgado, com o pâncreas e com conteúdo, o fígado e o peito, sendo também embalados e congelados para posterior determinação da matéria seca.

Figura 11 – Coleta dos órgãos/tecidos do Experimento III

Aos 42 dias de idade, uma ave de cada parcela experimental foi abatida e foram coletados os mesmos órgãos/tecidos descritos anteriormente.

O sangue coletado nas duas idades foi submetido à liofilização para determinação da matéria seca. Os demais materiais foram acondicionados em embalagens de alumínio e submetidos à secagem em estufas, primeiramente a 60 °C com circulação forçada de ar e posteriormente a 105 °C.

O pintinho de 7 dias de idade que foi congelado inteiro, foi cortado ao meio para facilitar a secagem e levado ainda congelado à estufa (Figura 12).

O peito do pintinho aos 7 dias foi levado inteiro para a estufa. Na coleta do peito do frango de 42 dias de idade, optou-se coletar a metade direita (apenas como padronização), essa parte foi dividida ao meio no sentido lateral e apenas a metade inferior submetida à secagem, sendo esta cortada ao meio no sentido longitudinal para facilitar a secagem.

Figura 12 – Secagem do pintinho inteiro com 7 dias

Os fígados, assim como os intestinos, tanto das aves de 7 como as de 42 dias foram submetidos à secagem inteiros, acomodados nas bandejas de alumínio de modo a permitir a máxima exposição ao ar. No segundo dia de secagem, foram realizados cortes superficiais para promover maior exposição e facilitar a secagem.

3.4.2.2 – Determinação de proteína bruta

Após a secagem, os peitos de frango e os fígados da coleta realizada aos 42 dias de idade, foram macerados e submetidos à análise de proteína bruta através do método de determinação direta de Dumas.

3.5 – Análises estatísticas

As variáveis consumo de água, consumo de ração, relação de consumo água:ração e matéria seca das excretas, foram analisadas como medidas repetidas no tempo, com o fator tratamento considerado como fixo e o tempo como aleatório dentro de cada sujeito (medidas repetidas), sendo ajustado modelo linear generalizado misto para experimento inteiramente aleatorizado. Foi adotada matriz de covariância autorregressiva de primeira ordem e os dados das variáveis consumo de ração, consumo de água e relação água:ração foram assumidos como aderentes à distribuição lognormal enquanto que a variável matéria seca da excreta foi presumida como aderente à distribuição gaussiana. A aderência dos resíduos à distribuição normal foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk e dos coeficientes de assimetria e curtose. Médias de efeitos, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer.

As variáveis referentes a matéria seca do conteúdo ileal, do músculo do peito, do intestino e do fígado aos 7 e 42 dias de idade a proteína bruta do peito e do fígado aos 42 dias de idade, assim como a retenção de umidade pela cama e peso vivo das aves, foram ajustadas ao modelo linear generalizado. A distribuição dos dados se mostrou aderente à distribuição gaussiana e a aderência dos resíduos à distribuição normal foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk e dos coeficientes de assimetria e curtose. Médias de efeitos, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey. Todas análises foram realizadas por meio do sistema SAS® e os testes foram interpretados com base no nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I – Respostas fisiológicas de frangos de corte alimentados com rações contendo glicerinas de diferentes composições

4.1.1 Peso vivo das aves

Os resultados dos pesos semanais das aves estão apresentados na Tabela 10. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos com inclusão de glicerina e o tratamento controle em nenhuma das idades analisadas, ao contrário de experimentos conduzidos anteriormente (SILVA et al., 2012; ZAVARIZE, 2012; FREITAS, 2012).

Nesses estudos, o peso aos 7 dias dos pintos recebendo glicerina foi, de forma geral, maior que os do controle. Silva et al. (2012) encontrou aumento linear no peso vivo das aves recebendo níveis crescentes de glicerina (2,5, 5,0, 7,5 10%). Zavarize (2012) não encontrou resposta linear, porém pintos recebendo os níveis de inclusão de glicerina de 7,5% e 12,5% apresentaram maiores valores de peso vivo. Freitas (2012) encontrou valor médio superior para o tratamento com 5% de glicerina, porém com 10% de inclusão o valor médio do peso vivo foi intermediário e não diferiu do controle.

Tabela 10 – Peso médio das aves em gramas, no alojamento (1 dia), 7, 14, 21, 28, 35 e 39 dias de idade, para as aves que receberam dietas controle (T1), com glicerina loira (T2) e com glicerina purificada (T3), ao longo do tempo (n=8)

Idade	T1	T2	T3	Valor de P	CV (%)
1	43,38	43,37	43,39	0,9755	0,28
7	190,3	190,9	190,7	0,9920	5,15
14	480,2	477,0	473,5	0,8182	4,26
21	990,6	984,1	973,4	0,7897	4,96
28	1653,3	1621,5	1628,0	0,6009	3,94
35	2409,8	2369,2	2385,3	0,6718	3,70
39	2856,1	2853,0	2847,6	0,9881	3,74

CV (%): Coeficiente de variação

Analisando o peso vivo das aves até o final do período de criação, Silva et al. (2012) não encontraram efeito dos tratamentos, Zavarize (2012) encontrou peso

médio inferior para o tratamento com 12,5% de glicerina, enquanto que os demais tratamentos (2,5, 5, 7,5 e 10% de glicerina) não variaram em relação ao controle.

Freitas (2012), analisando a inclusão de glicerina nas rações tanto apenas no período inicial, como durante todo o período criatório não observou diferenças entre os tratamentos com glicerina (5% e 10%) e o controle (sem glicerina).

Isto possivelmente pode ser explicado devido às condições nas gaiolas serem muito diferentes de um experimento de desempenho em um galpão, uma vez que os experimentos supracitados foram todos realizados em galpões experimentais.

4.1.2 Consumo de ração e de água

Para aves em geral, o consumo de água aumenta com a idade, mas o consumo por unidade de peso tende a diminuir com o tempo (LEESON; DIAZ; SUMMERS, 1995). O consumo de água pela ave é determinado pela desidratação celular e volume sanguíneo e é afetado pela genética, idade, sexo, temperatura do ambiente, temperatura da água, composição nutricional do alimento, tipo e regulação dos bebedouros (MACARI, 1996).

As variáveis consumo de água, consumo de ração e a relação do consumo água:ração, conforme detalhado anteriormente, foram analisadas como medidas repetidas no tempo. Os dados foram transformados para a análise estatística e seguem demonstrados aqui em seus valores originais (Tabelas 11, 12 e 13).

Os dados foram analisados dessa maneira para que fosse possível verificar se o consumo seria diferente entre os tratamentos e também se ao longo do tempo, essa possível diferença se manteria, uma vez que o consumo das aves ao longo do tempo é influenciado por diversos fatores, como clima, desafios, peso vivo, além logicamente, da composição da dieta.

Na Tabela 11 pode-se notar que o consumo de ração pelas aves não foi diferente para os três tratamentos, não houve interação entre os fatores e o único efeito foi do aumento do consumo ao longo do tempo, porém apenas até os 32 dias de idade, quando se estabilizou.

Como as aves não apresentaram pesos diferentes, nem valores de consumo de ração diferentes entre os tratamentos, as diferenças entre tratamentos para o consumo de água podem ser consideradas apenas pela diferença na composição das dietas.

Tabela 11 – Consumo de ração em gramas.ave⁻¹.dia⁻¹, para as aves que receberam dietas controle (T1), com glicerina loira (T2) e com glicerina purificada (T3), ao longo do tempo (n=8)

Dia	T1	T2	T3	Média	CV (%)
4	26,49	25,98	25,94	26,13 ^a	6,10
8	44,77	43,19	42,82	43,59 ^b	7,66
12	70,03	69,27	72,88	70,73 ^c	7,96
16	86,26	83,70	86,67	85,55 ^d	6,95
20	109,1	104,7	109,0	107,6 ^e	5,66
24	132,2	131,8	133,8	132,6 ^f	6,45
28	166,0	156,0	165,9	162,7 ^g	5,98
32	179,3	180,7	182,3	180,7 ^h	4,73
36	177,4	174,0	177,6	176,3 ^h	10,45
Média	110,18 ^a	106,68 ^a	110,76 ^a		
CV (%)	50,19	50,34	50,47		

CV (%): Coeficiente de variação

^a: Letras diferentes apresentam diferenças entre as médias (P<0,05)

Romano et al. (2014) analisaram o consumo de ração ao longo do tempo (4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 e 40 dias de idade) com dietas com níveis crescentes de glicerina (0, 2,5, 5,0, 7,5, e 10%) para frangos de corte alojados em gaiolas em baterias e, identificaram maior consumo de ração para os tratamentos com 2,5% e 7,5% do que para o tratamento 10% de glicerina aos 8 e 12 dias de idade. Nas demais idades os tratamentos não diferiram entre si.

Em contraste com o experimento supracitado, o presente trabalho não encontrou diferenças em nenhuma das idades avaliadas, nem entre as glicerinas de composições diferentes, nem comparadas ao controle. As dietas formuladas por Romano et al. (2014) também mantinham as mesmas proporções de sódio e de energia, como nesse presente trabalho. Fernandes et al. (2012), avaliando a inclusão de 0, 2,5, 5,0, 7,5, 10,0 e 12,5% de glicerina purificada na ração para frangos de corte alojados em gaiolas, durante a primeira semana de vida, também não encontraram diferenças no consumo de ração para as aves de 1 a 8 dias de idade. Assim como o crescimento, o consumo de ração não parece ser afetado quando as aves são criadas em gaiolas.

Trabalhos realizados por Simon et al. (1997), Cerrate et al. (2006) e Silva et al. (2012) apresentam dados de consumo de ração na primeira semana de vida das aves superiores para tratamentos com inclusão de glicerina. Silva et al. (2012)

identificaram aumento no consumo para as aves recendo dietas com níveis crescentes de glicerina também no período de 22 a 34 dias de idade.

O consumo de água pelas aves foi diferente não só ao longo do tempo, como também entre os tratamentos, porém não houve interação entre os fatores (Tabela 12). O consumo foi significativamente maior para as aves que receberam glicerina na ração, tanto a purificada como a loira, como é possível visualizar na Figura 13.

Tabela 12 – Consumo de água em gramas.ave⁻¹.dia⁻¹, para as aves que receberam dietas controle (T1), com glicerina loira (T2) e com glicerina purificada (T3), ao longo do tempo (n=8)

Dia	T1	T2	T3	Média	CV (%)
4	66,74	81,51	80,90	76,38 ^a	11,32
8	98,76	118,3	119,4	112,1 ^b	10,78
12	141,5	176,6	181,5	166,6 ^c	13,75
16	196,0	220,3	232,3	216,2 ^d	11,16
20	261,9	287,6	300,1	283,0 ^e	9,42
24	288,4	332,0	361,7	327,4 ^f	14,15
28	304,0	350,4	400,9	351,8 ^g	17,13
32	317,9	362,1	416,9	365,7 ^g	14,54
36	330,8	356,5	411,9	366,4 ^g	15,81
Média	222,90 ^a	253,45 ^b	278,41 ^b		
CV (%)	43,93	42,09	46,11		

CV (%): Coeficiente de variação

^{abcdefg}: Letras diferentes indicam diferenças entre as médias (P<0,05)

As aves receberam as dietas experimentais a partir de 1 dia de idade, portanto, as diferenças no consumo de água para cada tratamento não podem ser explicadas pela falta de adaptação das aves às mesmas. Da mesma forma, as condições ambientais foram homogêneas para todos os tratamentos, assim como os teores de minerais, o balanço eletrolítico e a proteína bruta das dietas são iguais ou muito semelhantes, de maneira que também não justificam o aumento no consumo de água pelas aves que receberam glicerina na dieta.

Figura 13 – Consumo de água (em gramas.ave⁻¹.dia⁻¹) ao longo do tempo para frangos de corte alimentados com glicerinas de diferentes composições e dieta controle

Romano et al. (2014) encontraram valores maiores para o consumo de água aos 4 e 8 dias de idade para os tratamentos com 7,5 e 10% de glicerina, porém, essas diferenças não se mantiveram com o aumento na idade das aves. Diferentemente, neste trabalho foram encontradas diferenças entre os tratamentos e estas foram constantes ao longo das idades analisadas, ou seja, se mantiveram em torno de 20% superiores para as aves consumindo as dietas com glicerina, indicando a ausência de interação tratamento × idade.

Gianfelici et al. (2009) encontraram maior consumo de água para aves que receberam dietas com inclusão de glicerina acima de 7,5%, no período de 21 a 38 dias de idade. Porém as dietas formuladas pelos autores não foram corrigidas para os níveis de sódio, sendo as diferenças atribuídas a este fator.

Aparentemente, as diferenças no consumo de dietas com glicerina não são apenas devido ao balanço eletrolítico, uma vez que nas dietas do presente trabalho houve correção de sódio para os tratamentos e, mesmo assim, verificou-se aumento no consumo dos tratamentos com glicerina relativamente ao controle.

Não houve diferença no consumo de água das aves que consumiram glicerina loira e as aves que consumiram glicerina purificada, porém quando analisamos a relação entre consumo de água e de ração (g de água.g de ração⁻¹), notamos que as

mesmas não se mantêm constantes sendo constatada interação entre dietas e idade dos frangos (Tabela 13).

Tabela 13 – Relação consumo de água:ração, para as aves que receberam dietas controle (T1), com glicerina loira (T2) e com glicerina purificada (T3), ao longo do tempo em g de água.g de ração⁻¹ (n=8)

Dia	T1	T2	T3	Média	CV (%)
4	2,52 ^a	3,14 ^b	3,12 ^b	2,93	10,73
8	2,21 ^a	2,74 ^b	2,79 ^b	2,58	11,81
12	2,02 ^a	2,55 ^b	2,50 ^b	2,36	11,92
16	2,27 ^a	2,63 ^b	2,68 ^b	2,53	8,54
20	2,39 ^a	2,73 ^b	2,75 ^b	2,62	7,48
24	2,18 ^a	2,52 ^b	2,69 ^b	2,46	10,63
28	1,83 ^a	2,24 ^b	2,42 ^b	2,16	16,13
32	1,77 ^a	2,03 ^b	2,29 ^c	2,03	14,28
36	1,86 ^a	2,06 ^b	2,32 ^c	2,08	13,63
Média	2,12	2,52	2,62		
CV (%)	12,84	14,80	12,18		

CV (%): Coeficiente de variação

^{abc}: Letras diferentes na mesma linha apresentam diferenças entre as médias dos tratamentos (P<0,05)

Os valores da relação entre consumo de água e consumo de ração foram maiores para os tratamentos com glicerina do que para o tratamento controle. A interação encontrada indica que não houve diferença entre os dois tratamentos com glicerina até os 28 dias de idade e, a partir daí, o tratamento com glicerina purificada (T3) resultou em maior relação água:ração do que o tratamento com glicerina loira (T2). A interação está melhor ilustrada na Figura 14.

Figura 14 – Relação do consumo de água (g) com o consumo de ração (g) para frangos de corte alimentados com glicerinas de diferentes composições e dieta controle

Isso demonstra que existe uma diferença no consumo relativo de água para as aves que consumiram glicerina purificada na dieta na fase final de criação, mas essa diferença não é devida ao balanço eletrolítico nem ao nível de glicerol das dietas. Como as dietas contendo glicerina foram formuladas para conter o mesmo teor de glicerol e a relação consumo de água:ração entre as duas foi semelhante até os 28 dias de idade, não há uma clara explicação para a maior relação encontrada a partir dos 32 dias de idade com a dieta com glicerina purificada.

4.1.3 Matéria seca das excretas

A matéria seca das excretas foi avaliada a partir do 16º dia de idade das aves, pois antes desse período as aves ainda eram muito dependentes de aquecimento externo para se manterem dentro da faixa de conforto térmico (Tabela 14). A partir dessa idade, foi possível manter o aquecimento das gaiolas desligado durante o período de coleta para que as excretas não perdessem umidade para o ar devido ao calor.

Tabela 14 – Matéria seca das excretas (%) das aves que receberam dietas controle (T1), com glicerina loira (T2) e com glicerina purificada (T3), ao longo do tempo (n=8)

Dia	T1	T2	T3	Média	CV (%)
16	14,96 ^a	16,49 ^{ab}	17,05 ^b	16,17	13,35
20	14,70 ^a	16,38 ^a	15,49 ^a	15,53	12,14
24	15,19 ^a	12,60 ^b	12,87 ^b	13,55	12,28
28	14,02 ^a	11,55 ^b	12,48 ^{ab}	12,68	14,53
32	14,71 ^a	11,86 ^b	11,13 ^b	12,57	16,12
36	12,99 ^a	11,41 ^a	11,46 ^a	11,95	16,66
Média	14,43	13,38	13,41		
CV (%)	11,71	21,36	19,42		

CV (%): Coeficiente de variação

^{ab}: Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças entre as médias dos tratamentos (P<0,05)

Foi observada interação entre os fatores na matéria seca das excretas, sendo que os valores referentes ao tratamento controle variaram, aproximadamente, de 15 a 13% de matéria seca, enquanto que os valores referentes aos tratamentos com glicerina variaram de 17 a 11%, aproximadamente. A matéria seca das excretas dos dois tratamentos com glicerina apresentou resposta semelhante, sendo que no início do período de coletas (a partir dos 16 dias de idade) os teores foram superiores ao tratamento controle e, a partir dos 24 dias de idade, a matéria seca das excretas dos tratamentos com glicerina foram, de maneira geral, inferiores aos valores de matéria seca do tratamento controle, como pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15 – Matéria seca das excretas (%) das aves alimentadas com glicerinas de diferentes composições e dieta controle

A atividade dos rins na reabsorção de água é determinante, mas dependente do balanço catiônico. As dietas experimentais foram formuladas para que apresentassem a mesma quantidade de sódio, logo, o esperado era que o consumo e a excreção de água fossem semelhantes para os tratamentos.

O consumo maior de água e a menor matéria seca das excretas para os tratamentos com glicerina podem ser um indicativo de que o consumo de glicerol está além da capacidade de metabolização da aves, pois mesmo sendo os teores de glicerol nas rações inferiores a 9% (levando em consideração o teor de glicerol em cada glicerina), o aumento do consumo de ração com a idade das aves resulta em maior consumo diário de glicerol, o que pode exceder a capacidade de metabolização no fígado e rins.

De acordo com Lin (1977), quando os níveis de glicerol superam a capacidade do fígado e dos rins em metabolizá-lo, este é excretado pela urina e, dessa forma, deve carregar consigo mais água devido a sua higroscopicidade.

Silva (2010), avaliando a inclusão de níveis crescentes de glicerina em dietas de frangos de corte, detectou um aumento da umidade da cama das aves alimentadas com 10% de glicerina a partir da terceira semana de criação. Freitas et al. (2011), observaram que a partir do 21º dia de criação das aves o tratamento com

12,5% de glicerina apresentou maior umidade da cama, e aos 40 dias, a partir de 7,5% de inclusão de glicerina umidade da cama foi maior.

Romano et al. (2014), avaliando a umidade nas excretas a partir do 16º dia de idade das aves (e então a cada quatro dias, até os 40 dias de idade), encontraram valores de umidade significativamente maiores, para os tratamentos com inclusão de 5, 7,5 e 10%, apenas aos 16 e 20 dias de idade, da mesma forma a autora não encontrou relação entre os valores obtidos entre consumo de água e umidade das excretas. Diferentemente, no presente trabalho a menor matéria seca das excretas para os tratamentos T2 e foi acompanhado por maior consumo de água para estes tratamentos.

4.1.4 Matéria seca do conteúdo ileal

O conteúdo ileal, coletado das aves abatidas aos 40 dias de idade foi liofilizado e os resultados de matéria seca não diferiram significativamente entre os tratamentos (Figura 17). Estes dados corroboram com os resultados encontrados anteriormente nos trabalhos de Gianfelici (2009) e Romano (2014).

Figura 16 – Valores de matéria seca do conteúdo ileal das aves alimentadas com glicerinas de diferentes composições e dieta controle

Apesar das diferenças na umidade das excretas entre os tratamentos, o conteúdo ileal não apresentou diferenças no teor de matéria seca, indicando que as fezes produzidas pelas aves provavelmente não contribuíram para a maior umidade das excretas e que isso deriva do aporte de água trazido pela urina.

Gianfelici et al. (2011), avaliando a inclusão de níveis crescentes de glicerina em dietas para frangos de corte, encontraram níveis crescentes de umidade das excretas com o aumento de inclusão de glicerina nas dietas (0, 5, 10, 15 e 20%). Entretanto, não foram encontradas diferenças de textura do conteúdo ileal, e, da mesma forma, as diferenças na a umidade das excretas foram atribuídas unicamente à urina das aves.

4.2 Experimento II – Avaliação da umidade da cama de aviário

As aves que consumiram glicerina nas dietas apresentaram excretas, de maneira geral, mais úmidas que as aves que consumiram dieta sem glicerina, a partir dos 24 dias de idade (Experimento I). Portanto, a presença de glicerol nas excretas, mesmo não tendo sido determinada, pode ser apontada como fator determinante da maior umidade das mesmas.

Uma hipótese que ainda não havia sido testada era se, em decorrência de excesso de glicerol não metabolizado pelas aves presente nas excretas, estas reteriam mais umidade quando no ambiente. O glicerol é altamente higroscópico e poderia provocar uma menor evaporação da água das excretas para o ambiente favorecendo, além de uma maior umidade da cama pela presença maior de água carregada nas excretas, uma maior retenção dessa água na cama (SILVA, 2010; ZAVARIZE, 2012).

Para isso, o presente experimento avaliou a umidade inicial e umidade final após adição de água nos microambientes para constatar a capacidade de retenção de água da cama com as excretas das aves que foram alimentadas com as dietas experimentais do Experimento I. Os dados obtidos com o experimento de simulação de cama de aviário estão apresentados a seguir na Tabela 15.

Tabela 15 – Umidade da cama de aviário composta por excretas das aves que receberam dietas controle (T1), com glicerina loira (T2) e com glicerina purificada (T3), (n=6)

	Umidade inicial (%)	Umidade final (%)	Umidade retida (%)
T1	36,46	71,69 ^a	35,23
T2	37,22	74,02 ^b	36,79
T3	39,87	73,49 ^b	33,62
Valor de P	0,0962	0,0009	0,1478
CV (%)	6,97	1,20	7,58

CV (%): Coeficiente de variação

Após a introdução de umidade por 7 dias na cama, não foram encontradas diferenças significativas entre os valores de umidade retida na cama (umidade inicial subtraída da umidade final) para as médias dos três tratamentos. Durante o período experimental a temperatura ambiente foi consideravelmente baixa e a umidade relativa do ar alta no início e mais baixa no final (Apêndice F).

Não foram encontrados trabalhos semelhantes a este para comparação de resultados, mas pelos valores obtidos, é possível verificar que não houve aumento na retenção de umidade para as camas dos tratamentos com glicerina. Isto pode indicar duas possibilidades: o glicerol não foi excretado em quantidades suficientes para que pudesse interagir com a umidade ambiente e, dessa forma, impedir que as excretas perdessem umidade para o ar; ou que na idade em que foram coletadas as excretas (30 dias) não havia diferença entre os tratamentos quanto a excreção do glicerol, pois o mesmo foi metabolizado pela ave.

Independentemente dos fatores, é possível avaliar que o problema de maior umidade da cama de frango para aves alimentadas com elevados níveis de inclusão de glicerina constatada em estudos anteriores (FREITAS, 2012; ZAVARIZE, 2012) é devido à quantidade de água carregada nas excretas. Portanto, ao avaliar a reutilização

4.3 Experimento III – Avaliação da retenção de líquido pelas aves

A inclusão de glicerina na dieta de pintos até os 7 dias de idade se mostrou favorável ao desempenho em vários experimentos realizados (DOURADO et al. 2010, FREITAS, 2012, SILVA et al., 2012, ZAVARIZE, 2012) para peso vivo, ganho de peso e conversão alimentar. Simon et al. (1997) avaliaram a inclusão de glicerina na ração e relataram que houve aumento no consumo e excreção de água pelas aves, assim como maior peso vivo para os pintos na fase inicial, e sugeriram que

esse aumento no ganho de peso nos primeiros dias de idade poderia estar relacionado a uma maior retenção de líquido corporal e não necessariamente ganho de massa corpórea. Entretanto atribuíram essa possibilidade ao maior teor de sódio nas rações com glicerina.

A possível retenção de umidade pelo pintinho poderia ser tanto pelo teor de sódio presente nas glicerinas como pelo próprio glicerol, uma vez que este é altamente higroscópico. O presente experimento analisou a composição de matéria seca dos pintinhos e tecido/órgãos/sangue para testar essa hipótese. Ao avaliar a possibilidade de retenção de umidade pelos pintinhos, as dúvidas eram se essa diferença realmente existia e, no caso de existir, onde poderia se encontrar o maior acúmulo de umidade, na composição da carcaça como um todo, nas vísceras, no sangue ou apenas nos músculos.

4.3.1 Matéria seca corporal de tecidos e órgãos

Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os valores de matéria seca da composição corporal dos pintinhos aos 7 dias de idade que receberam níveis crescentes de glicerina loira na dieta, assim como também não houve diferença para a matéria seca do fígado, intestino delgado (com conteúdo), músculo do peito (peitoral maior e menor) ou do sangue. Os resultados estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Valores médios de matéria seca dos tecidos e órgãos das aves alimentadas com níveis crescentes de glicerina loira aos 7 dias de idade

	n	Glicerina loira (%)			Valor de P	CV (%)
		0	5	10		
MS fígado	8	25,78	25,83	25,42	0,7192	4,09
MS intestino	8	19,90	19,49	19,03	0,4437	6,79
MS músculo	8	24,27	24,07	23,94	0,4241	2,04
MS sangue	8	12,54	12,53	12,50	0,9906	5,24
MS pintinho	8	24,97	23,84	24,01	0,1000	4,73

CV (%): Coeficiente de variação

n: número de repetições

MS: matéria seca

Freitas (2012) não encontrou diferenças entre os valores de matéria seca dos pintinhos liofilizados aos 7 dias de idade, mas a diferença em peso seco das

carcaças apresentou uma tendência inversa aos níveis crescentes de inclusão de glicerina. Os dados deste trabalho corroboram com os encontrados acima, sendo que nem o pintinho seco inteiro assim como nenhuma das demais frações (sangue, fígado, intestino e músculo do peito) apresentaram diferenças entre os níveis crescentes de glicerina utilizados na formulação das dietas.

Ebert et al. (2000) avaliando níveis crescentes de sódio (0,12, 0,24, 0,36 e 0,48%) nas dietas para frango de corte identificaram diminuição na matéria seca das carcaças dos pintos aos 4 e 7 dias de idade, indicando que o aumento no consumo de água maior que o aumento na excreção de água pelos pintos resultava do aumento da ingestão de sódio.

Se o aumento da umidade nas carcaças dos pintos está relacionado ao teor de sódio e não necessariamente ao teor de glicerol nas dietas, justifica a ausência de diferenças entre os tratamentos do presente trabalho, uma vez que as três dietas experimentais foram formuladas com os mesmos níveis de sódio.

Aos 42 dias de idade das aves, foram avaliados novamente os teores de matéria seca, porém apenas dos tecido/órgãos/sangue (Tabela 17).

Tabela 17 – Valores médios da matéria seca dos tecidos e órgãos das aves alimentadas com níveis crescentes de glicerina loira aos 42 dias de idade

	n	Glicerina loira (%)			Valor de P	CV (%)
		0	5	10		
MS Fígado	8	30,02 ^a	30,09 ^a	28,59 ^b	0,0271	4,42
MS Intestino	8	24,49	23,38	24,12	0,3642	6,43
MS Sangue	8	16,87	15,92	16,26	0,2172	6,67
MS Peito	8	25,08	25,49	24,71	0,3763	4,35

CV (%): Coeficiente de variação

n: número de repetições

MS: matéria seca

Aos 42 dias de idade a matéria seca do fígado apresentou diferença significativa entre os tratamentos, sendo menor para o tratamento com 10% de glicerina; os demais materiais analisados não apresentaram diferenças na matéria seca. O excesso de glicerol dietético, aparentemente, causa alterações no fígado, entretanto, não é possível afirmar se este fato se deve à dificuldade de metabolizar quantidades elevadas de glicerol ou se é devido à higroscopicidade do mesmo.

Romano (2012) ao analisar a concentração de glicerol no fígado de frangos de corte alimentados com dietas com níveis crescentes de glicerina, não obteve

diferença entre os tratamentos aos 35 dias de idade das aves, porém não encontrou níveis elevados de glicerol plasmático para as aves com 23, 26 e 29 dias de idade.

Gianfelici (2009) ao analisar a composição das carcaças de frangos de corte alimentados com níveis crescentes de glicerina purificada (0, 2,5, 5,0 7,5 e 10%) não encontrou diferença significativa na matéria seca, proteína bruta, gordura ou cinzas entre os tratamentos. Porém encontrou níveis mais elevados de glicerol livre no sangue nos tratamentos com inclusão acima de 7,5% aos 38 dias de idade das aves, o que ele atribuiu a uma menor capacidade de metabolização da molécula pelo fígado. Zavarize (2012) também não encontrou diferenças entre os teores de matéria seca das carcaças das aves que receberam dietas com níveis crescentes de glicerina loira.

Da mesma forma, Guerra et al. (2011) não encontraram diferenças na composição centesimal da carcaça ao avaliar a inclusão de níveis crescentes (0, 2, 4, 6, 8 e 10%) de uma glicerina bruta na dieta para frangos de corte. O presente trabalho corrobora com os dados encontrados pelos autores supracitados, uma vez que não foram encontradas diferenças entre os tratamentos para a composição de matéria seca aos 7 dias e somente o fígado apresentou diferença aos 42 dias.

Mourot et al. (1994), avaliando a utilização de glicerina na alimentação de suínos, não encontraram diferenças entre os tratamentos com glicerina e controle sobre o desempenho e composição das carcaças, porém a capacidade de retenção de água pela carne foi maior para tratamentos com glicerina, indicando que poderia promover uma maior retenção de umidade pelo músculo.

Este fato não foi comprovado no presente experimento, uma vez que a matéria seca do músculo das aves não foi diferente com os níveis crescentes de glicerina loira. Analisando esses dados e também ao considerar a maior excreção de água para os tratamentos com glicerina no Experimento I, é possível supor que as aves que receberam dietas com inclusão de 10% de glicerina loira ou com a glicerina purificada, superaram o limite de metabolização do glicerol pelo fígado, entretanto essas diferenças não são notáveis na composição de matéria seca dos demais parâmetros avaliados.

4.3.2 Proteína bruta no músculo e no fígado

Os valores de proteína bruta do peito e do fígado das aves foram analisados apenas aos 42 dias de idade e estão ilustrados na Tabela 18.

Tabela 18 – Valores médios de proteína bruta do músculo e do fígado das aves alimentadas com níveis crescentes de glicerina loira

	n	Glicerina loira (%)			Valor de P	CV (%)
		0	5	10		
PB músculo						
Na MS	8	86,26	86,60	86,64	0,5038	2,02
Na MN	8	21,78	21,28	22,05	0,5825	4,24
PB fígado						
Na MS	8	54,03	54,61	58,32	0,2610	10,06
Na MN	8	16,19	16,38	16,66	0,7942	8,22

CV (%): Coeficiente de variação

n: número de repetições

MN: matéria natural

MS: matéria seca

PB: proteína bruta

Os valores de proteína bruta para o músculo do peito não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. De acordo com Dozier et al. (2008), o glicerol poderia favorecer a deposição de proteína por poupar aminoácidos glicogênicos, evitando seu uso na gliconeogênese, e Cerrate et al. (2006), sugeriram que isso poderia se dar ao inibir algumas enzimas como a fosfoenolpiruvato carboxiquinase.

Bernardino et al. (2013), ao avaliarem glicerinas de diferentes composições acrescentadas em níveis crescentes nas dietas para frangos de corte sobre o teor de proteína bruta do peito de frango na matéria seca, encontraram valores superiores para os níveis de 5,25 e 7,0% de inclusão de uma glicerina semipurificada no período de 22 a 35 dias de idade, porém o mesmo não foi detectado com aves mais velhas (33 a 42 dias de idade). Neste mesmo experimento avaliaram a atividade da enzima glutamato desidrogenase no fígado das aves e concluíram que mesmo com níveis de até 7% de inclusão de glicerinas na dieta, não houve redução da atividade da enzima, não sendo este o fator que poderia promover maior deposição de proteína no peito das aves. Zavarize (2012) avaliando a proteína bruta do peito de frango aos 40 dias de idade para níveis crescentes de glicerina nas dietas não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos.

O fígado, mesmo apresentando teor de matéria seca mais baixa para o tratamento com 10% de glicerina, não apresentou diferença nos valores de proteína bruta. Os valores de peso do fígado e peso relativo do fígado estão apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 – Valores médios do peso do peso vivo, peso do fígado, e peso relativo do fígado das aves alimentadas com níveis crescentes de glicerina loira (42 dias de idade)

	n	Peso da ave (g)	Peso do fígado (g)	Peso relativo (%)
T1	8	3218,7	71,50	2,22
T2	8	3294,2	69,62	2,11
T3	8	3211,7	67,12	2,09
Valor de P		0,5405	0,5910	0,4421
CV (%)		5,01	12,18	10,07

CV (%): Coeficiente de variação

Romano (2012) não encontrou valores diferentes entre as concentrações de glicerol no fígado das aves recebendo dietas com níveis crescentes de glicerina. Ao avaliar o peso do fígado, também não encontrou diferenças entre os tratamentos; da mesma forma Zavarize (2012), ao avaliar o peso do fígado e o peso relativo do fígado, não encontrou diferenças para níveis de até 12,5% de glicerina na dieta. Porém os resultados citados acima, assim como do presente trabalho, indicaram uma tendência de redução do peso do fígado das aves alimentadas com níveis elevados de glicerina, sugerindo alterações fisiológicas no órgão, uma vez que este apresenta menor teor de matéria seca.

5 CONCLUSÕES

A utilização de glicerina em níveis elevados (10% de inclusão na ração para glicerina loira ou 8,75% de glicerina purificada) resulta em aumento no consumo e na excreção de água pelas aves, não sendo estes causados pelo teor de sódio na dieta. A maior umidade das excretas das aves alimentadas com glicerina é atribuída apenas à perda de água pela urina e não pelas fezes. As excretas produzidas por frangos consumindo glicerina não acarretam maior higroscopicidade da cama de aviário.

Níveis elevados de glicerina nas dietas para aves não causam alterações matéria seca corporal de pintos ou de frangos, nem alterações na deposição de proteína bruta no músculo do peito ou no fígado. O excesso de glicerol dietético reduz o teor de matéria seca no fígado.

REFERÊNCIAS

- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/mundial/producao-2.html>>. Acesso em: 05 maio 2014a.
- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2014b.
- ANDERSON, R.S.; HILL, K.J. The interrelationship between food and water intake and egg laying in light hybrid hens. **Proceedings of the Nutrition Society**, Dublin, v. 5, p. 3A-4A, 1967.
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis: Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2013. Disponível em: http://www.anp.gov.br/?pg=66833#Se_o_4. Acesso em: 05 maio 2014.
- BARTLET, J.; SCHNEIDER, D. Investigation on the energy value of glycerol in the feeding of poultry and pig. **Union for the Promotion of Oilseeds-Schriften Heft**, Berlin, v. 17, p. 15-36, 2002.
- BELAY, T.; TEETER, R.G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 116-124, 1993.
- BERNARDINO, V.M.P.; RODRIGUES, P.B.; DE PAULA NAVES, L.; ZANGERONIMO, M.G.; ALVARENGA, R.R.; ROSA, P.V.; SANTOS, L.M.; TEIXEIRA, L.V. Activity of glutamate dehydrogenase and protein content in the breast of broilers fed diets containing different sources and levels of glycerine. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 98, n. 3, p. 559-568, 2014.
- BERNARDINO, V.M.P.; RODRIGUES, P.B.; DE PAULA NAVES, L.; ZANGERONIMO, M.G.; ALVARENGA, R.R.; ROSA, P.V.; SANTOS, L.M.; TEIXEIRA, L.V. Content of plasmatic glycerol and activity of hepatic glycerol kinase in broiler chickens fed diets containing different sources and concentrations of glycerine. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 98, n. 2, p. 328-337, 2014.
- BIODIESELBR – Estatísticas: matérias-primas usadas para produzir biodiesel. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/estatisticas/materias-primas-usadas-produzir-biodiesel.htm>>. Acesso em: 02 jun. 2013.
- BIODIESELBR – Brasil. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/historia/oleos-vegetais-biodiesel-brasil.htm>>. Acesso em: 03 maio 2014.
- BORGES, S.A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; ARIKI, J.; HOOGE, D.M. Dietary electrolyte balance for broiler chickens exposed to thermoneutral or heat-stress environments. **Poultry Science**, Champaign, v.82, n. 3, p. 428-435, 2003a.

BORGES, S.A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; ARIKI, J.; HOOGE, D.M.; CUMMINGS, K.R. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and relative humidities. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 2, p. 301-308, 2003b.

BRASIL – Biodiesel: Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel>>. Acesso em: 05 maio 2014.

BRISSON, D.; VOHL, M.C.; ST-PIERRE, J.; HUDSON, T.; GAUDET, D. Glycerol: A neglected variable in metabolic processes? **Bioessays**, Cambridge, v. 23, p. 534-542, 2001.

BUENO, R.S. Crise na avicultura brasileira atinge criadores e frigoríficos. **Valor Econômico**, São Paulo, 28 ago. 2012. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/2807172/crise-na-avicultura-brasileira-atinge-criadores-e-frigorificos>>. Acesso em: 02 maio 2012.

CANIBE, N.; HOJBERG, O.; HOJSGAARD, S. 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.E.; YAN, F.; WANG, Z.; COTO, C.; SACAKLI, P.; WALDROUP, P.W. 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.

CRISE dos grãos: preços das carnes aumentam 50% neste ano. **Avicultura Industrial**, Itu, 09 nov. 2012. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/crise-dos-graos-precos-das-carne-aumentam-50-neste-ano/20121109140831_P_164>. Acesso em: 02 maio 2014.

CRYER, A.; HARTLEY, W. Studies on the adaptation of rats to a diet high in glycerol. **International Journal of Biochemistry**, London, v. 4, p. 293-308, 1973.

DASARI, M.A. Crude glycerol potential described. **Feedstuffs**, Bloomington, v. 79, p.16-19, 2007.

DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R.; SUPPES, G.J. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, EUA, v. 28, p. 225-231, 2005.

DOURADO, L.R.B.; BARBOSA, F.C.; BEZERRA, G.C.; SILVA, F.F.; SANTOS, E.T.; LIMA, S.P.B.; LOPES, J.B.; ALMEIDA, F.; FARIAS, L.A. glicerina em dietas para frangos de corte de 1 a 8 dias. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 4., 2010, São Pedro. **Anais...** São Pedro: CBNA, 2010. 1 CD-ROM

DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A.; KIDD, M.T.; WEBER, T.E.; BREGENDAHL, K. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, Savoy, v. 87, p. 317-322, 2008.

EBERT, A.R.; KESSLER, A.M.; PENZ JR, A.M.; POPHAL, S.; RIBEIRO, A.M.L. Effect of adding Vegpro® in two energy level diets on the performance of broilers exposed to heat stress. In: ANNUAL MEETING OF THE POULTRY SCIENCE ASSOCIATION, 98, 2000. **Abstracts...** Champaign, v. 79 (suppl. 1), p. 19-20, 2000.

EMMANUEL, B.; BERZINS, R.; ROBBLEE, A.R. Rates of entry of alanine and glycerol and their contribution to glucose synthesis in fasted chickens. **British Poultry Science**, Colchester, v. 24, p. 565-571, 1983.

FELIZARDO, P.; CORREIA, M.J.N.; RAPOSO, I.; MENDES, J. F.; BERKEMEIR, R.; BORDADO, J.M. Production of biodiesel from waste frying oils. **Waste Management**, New York, v. 26 p. 487-494, 2006.

FERNANDES, M.L.; BARBOSA, F.C.; SANTOS, E.T.; SILVA, F.F.; DOURADO, R.L.B.; FARIAS, L.A. Glicerina na alimentação de frangos de corte de 1 a 8 dias de idade criados em baterias metálicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49, 2012. Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012. p. 1-3.

FREITAS, L.W. **Avaliação do uso glicerina em dietas para frangos de corte nas fases pré-inicial e final**. 2012. 89p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.

FREITAS, L.W.; ZAVARIZE, K.C.; MENTEN, J.M.F.; PEREIRA, R.; LIMA, M.B.; SILVA, C.L.S. Qualidade da cama de frangos alimentados com níveis crescentes de glicerina. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2000. Santos. **Anais...** Santos: Facta, 2011. 1 CD-ROM.

GIANFELICI, M.F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte**. 2009. 129p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

GIANFELICI, M.F.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ JR, A.M.; KESSLER, A.M.; VIEIRA, M.M.; MACHINSKY, T. Determination of apparent metabolizable energy of crude glycerin in broilers chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 13, n. 4, p. 255-258, 2011.

GUERRA, R.L.H.; MURAKAMI, A.E.; GARCIA, A.F.Q.M.; URGNANI, J.F.; MOREIRA, I.; PICOLI, K.P. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 4, p. 1038-1050, 2011.

HALLEY, J.T.; NELSON, T.S.; KIRBY, L.K. Effect of altering dietary mineral balance on growth, leg abnormalities, and blood base excess in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.66, p.1684-1692, 1987.

JACOBSEN, D.; McMARTIN, K. Methanol and ethylene glycol poisonings. Mechanism of toxicity, clinical course, diagnosis and treatment. **Medical Toxicology**, New Zeland, v. 1, n. 5, p. 309-314, 1986.

JOHLIN, F.; FORTMAN, C.; NGHIEM, D.; LIN, C. 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.

JOHNSON, R.J.; KARUNAJEEWA, H. The effects of dietary minerals and electrolytes on the growth and physiology of the young chick. **Journal of Nutrition**, Palo Alto, v. 115, p. 1680-1690, 1985.

JUNG, B.; BATALLA, A.B. Nutritional and feeding value of crude glycerin for poultry. 2. Evaluation of feeding crude glycerin to broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 20, p. 514-527, 2011.

KATO, T.; HAYASHI, Y.; INQUE, K; YUASA, H. 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.

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.

KNOTHE, G; RAMOS, L. P. **Manual do Biodiesel**. São Paulo: Edgard Blücher, 2009. p. 5-66.

KRABBE, E.L. **Efeito do peso ao nascer, de níveis e formas de administração de sódio e do diâmetro geométrico médio das partículas sobre o desempenho de frangos de corte até os 21 dias de idade**. 2000. 252p. Tese (Doutorado Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

KRAUSE, L.C. **Desenvolvimento do processo de produção de biodiesel de origem animal**. 2008. 147p. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LAMMERS, P.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.; STALDER, K.; DOZIER, W.A.; WEBER, T.E.; KIDD, M.T.; BREGENDAHL, K. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 1, p. 104-107, 2008b.

LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; WEBER, T.E.; DOZIER, W.A.; KIDD, M.T.; BREGENDAHL, K.; HONEYMAN, M.S. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 602-608, 2008a.

LEESON, S.; DIAZ, G.; SUMMERS, J.D. **Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins**. University Books, Guelph, Canada, 1995. p.94-107.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4th ed. Guelph, Canada, :University Books, 2001. 591p.

- LIMA, E.M.C; RODRIGUES, P .B.; ALVARENGA, R.R.; BERNARDINO, V .M.P.; MAKIYAMA, L.; LIMA, R.R.; CANTARELLI, V.S.; ZANGERONIMO, M.G. 2012. The energy value of biodiesel glycerine products fed to broilers at different ages. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 97, n. 5, p. 896-903, 2013.
- LIN, E.C.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, G.A. Effect of glycerol on lipogenic enzyme activities and on fatty acids synthesis in the rat and chicken. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 106, p. 1668-1677, 1976.
- MACARI, M. **Água na Avicultura Industrial**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 128 p.
- MAIORKA, A.; MAGRO, N.; BARTELS, H.A.S.; KESSLER, A.M. Different sodium levels and electrolyte balance in pre-starter diets for broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 6, n.3, p. 143-146, 2004.
- MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria e Produção e Agroenergia. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 29 maio 2013.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria e Produção e Agroenergia. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 08 maio. 2013.
- MENTEN, J.F.M.; ZAVARIZE, K.C.; SILVA, C.L.S. Biodiesel: Oportunidades do uso de glicerina na nutrição de aves. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 4., 2010, São Pedro. **Anais...** São Pedro: CBNA, 2010. 1 CD-ROM
- MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: applications in poultry. **Proceedings of Nutrition Society**, Dublin, v. 40, n. 3, p. 285-294, 1981.
- MOUROT, J.; AUMAITRE, A.; MOUNIER, A. Nutritional and physiological effects of dietary glycerol in the growing pig. Consequences on fatty tissues and post mortem muscular parameters. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 38, p. 237-244, 1994.
- MURAKAMI, A.E. Balanço eletrolítico da dieta e sua influência sobre o desenvolvimento dos ossos de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Palestras...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2000. p.33-61
- OOI, T.L.; YONG, K.C.; HAZIMAH, A.H.; DZULKEFLY, K.; WAN-YUNUS, W.M.Z. Glycerol residue - a rich source of glycerol and medium chain fatty acids. **Journal of Oleo Science**, Tokyo, v. 53, n. 1, p. 29-33, 2004.

QUINTELLA, C.M.; TEIXEIRA, L.S.; KORN, M.G.A.; COSTA NETO, P.R.; TORRES, E.A.; CASTRO, M.P.; JESUS, C.A. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, p. 793-808, 2009.

REECE, W.O. **Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos**. Tradução de C. Figueiredo, IR. Vanzellotti, R. C. Zanon. 12 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 97-102.

RIVALDI, J.D.; SARROUH, B.F.; FIORILLO, R.; SILVA, S.S. Glicerol de biodiesel: Estratégias biotecnológicas para o aproveitamento do glicerol gerado da produção de biodiesel. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 37, p. 44-51, 2007.

ROMANO, G.G. **Efeitos do glicerol no metabolismo de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis crescentes de glicerina**. 2012. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.

ROMANO, G.G.; MENTEN, J.F.M.; FREITAS, L.W.; LIMA, M.B.; PEREIRA, R.; ZAVARIZA, K.C.; DIAS, C.T.S. Effects of glycerol on the metabolism of broilers fed increasing glycerine levels. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 97-106, 2014.

ROSEBROUGH, R.W.; GEIS, E.; JAMES, P.; OTA, H.; WHITEHEAD, J. Effects of dietary energy substitutions on reproductive performance, feed efficiency and lipogenic enzyme activity on large white turkey hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 59, p. 1485-1492, 1980.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p

RUTZ, F. ; XAVIER, G. E.; ROLL, V. F. B.; VARGAS, G. Interação entre nutrição e agentes anticoccidianos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1994, Pelotas. **Anais...** Universidade Federal de Pelotas, RS. Pelotas, 1994, p. 199-213.

SEHU, A.; KUCUKERSAN, S.; COSKUN, B.; KOKSAL, B.H.; CITIL, O.B. Effects of dietary glycerol addition on growth performance, carcass traits and fatty acid distribution in cloacal fat in broiler chickens. **Revue de Médecine Vétérinaire**, Paris, v. 4, p.194-200, 2012.

SILVA, C.L.S. **Glicerina proveniente da produção de biodiesel como ingrediente de ração para frangos de corte**. 2010. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SILVA, C.L.S.; MENTEN, J.F.M.; TRALDI, A.B.; PEREIRA, R.; ZAVARIZE, K.C.; SANTAROSA, J. Glycerine derived from biodiesel production as a feedstuff for broiler diets. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 14, p. 193-202, 2012.

SIMON, A.; BERGNER, H.; SCHWABE, M. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, London, v. 49, n. 2, p. 103-112, 1996.

SIMON, A.; SCHWABE, M.; BERGNER, H. Glycerol supplementation in broiler rations with low crude protein content. **Archives of Animal Nutrition**, London, v. 50, p. 271-282, 1997.

TEETER, R.G.; BELAY, T. Broiler management during acute heat stress. **Animal Feed Science and Technology**, Netherlands, v. 58, n. 1, p. 127-142, 1996.

VASCONCELOS, Y. Resíduos bem-vindos. Revista Pesquisa Fapesp, São Paulo, ed. 196, maio 2014. p. 58-64. Disponível em:
<<http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/06/14/folheie-a-edição-196/>>. Acesso em: 03 maio 2014.

VERNON, R.G.; WALKER, D.G. Glycerol Metabolism in the Neonatal Rat. **Biochemical Journal**, Portland, v. 118, n. 3. p. 531-536, 1970.

ZAVARIZE, K.C. **Utilização de glicerina proveniente da produção de biodiesel na dieta de frangos de corte**. 2012. 83p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Temperaturas máxima, mínima e média no biotério durante o Experimento I

Data	Máxima	Mínima	Média
23/08/13	31.3	20.5	25.9
24/08/13	30.5	20.7	25.6
25/08/13	31.3	20.7	26.0
26/08/13	31.5	20.8	26.2
27/08/13	27.1	16.4	21.8
28/08/13	24.6	14.2	19.4
29/08/13	27.5	14.4	21.0
30/08/13	29.6	16.0	22.8
31/08/13	29.5	17.7	23.6
01/09/13	31.0	19.6	25.3
02/09/13	30.9	20.3	25.6
03/09/13	27.7	21.8	24.8
04/09/13	23.0	20.6	21.8
05/09/13	28.1	17.9	23.0
06/09/13	28.7	18.5	23.6
07/09/13	29.4	19.2	24.3
08/09/13	30.6	19.7	25.2
09/09/13	31.3	20.1	25.7
10/09/13	31.9	20.2	26.1
11/09/13	32.0	21.6	26.8
12/09/13	31.7	22.5	27.1
13/09/13	31.3	20.2	25.8
14/09/13	32.5	19.8	26.2
15/09/13	31.1	19.3	25.2
16/09/13	32.2	19.9	26.1
17/09/13	23.0	21.1	22.1
18/09/13	26.2	20.8	23.5
19/09/13	28.1	19.9	24.0
20/09/13	31.7	20.8	26.3
21/09/13	31.7	21.3	26.5
22/09/13	32.0	23.5	27.8
23/09/13	28.5	22.0	25.3
24/09/13	26.8	21.3	24.1
25/09/13	24.7	17.0	20.9
26/09/13	25.7	16.3	21.0
27/09/13	28.0	16.0	22.0
28/09/13	30.8	17.4	24.1
29/09/13	27.7	18.8	23.3
30/09/13	24.3	18.0	21.2
01/10/13	26.3	20.6	23.5
02/10/13	25.4	19.8	22.6

APÊNDICE B

Peso vivo médio (g.ave⁻¹) das aves de cada repetição do Experimento I

Trat	Idade (dias)						
	1	7	14	21	28	35	39
1	43,30	186,30	480,13	985,38	1651,80	2448,60	2890,00
1	43,50	193,60	476,38	999,75	1663,00	2411,00	2835,75
1	43,40	191,30	459,63	926,63	1641,60	2368,40	2834,50
1	43,20	176,30	488,29	1049,00	1706,75	2524,25	2946,00
1	43,60	184,20	447,63	867,00	1539,20	2252,80	2783,75
1	43,50	207,40	515,88	1033,38	1636,60	2346,40	2817,00
1	43,30	186,80	486,25	1040,63	1790,80	2565,20	2959,00
1	43,30	196,20	487,29	1023,43	1596,60	2361,80	2783,00
Médias	43,39	190,26	480,18	990,65	1653,29	2409,81	2856,13
2	43,30	206,50	470,55	997,75	1661,80	2462,20	2961,75
2	43,40	196,30	507,88	1001,50	1646,60	2369,40	2879,25
2	43,30	206,00	471,63	959,88	1549,40	2251,50	2591,25
2	43,40	170,40	452,00	991,33	1637,80	2367,20	2855,75
2	43,20	189,00	481,00	967,63	1583,20	2330,40	2830,50
2	43,60	199,70	518,75	1054,63	1701,80	2467,40	2951,50
2	43,40	179,90	454,38	923,00	1570,40	2321,80	2788,50
2	43,40	179,40	459,63	977,50	1620,80	2383,80	2965,25
Médias	43,38	190,90	476,98	984,15	1621,48	2369,21	2852,97
3	43,50	188,70	505,50	1041,88	1737,40	2491,20	3039,00
3	43,50	199,78	482,00	953,43	1561,40	2261,20	2741,75
3	43,60	187,44	464,25	954,25	1620,60	2338,40	2822,50
3	43,30	188,50	452,75	928,50	1559,50	2372,75	2817,00
3	43,30	178,70	461,00	982,25	1633,60	2389,20	2851,50
3	43,30	197,40	490,25	1017,38	1668,25	2459,25	2926,25
3	43,20	198,10	468,13	905,38	1546,40	2260,40	2620,25
3	43,40	187,00	464,00	1004,00	1696,80	2510,00	2962,50
Médias	43,39	190,70	473,48	973,38	1627,99	2385,30	2847,59

APÊNDICE C

Consumo médio (g.ave-1.dia⁻¹) de água das aves de cada repetição do Experimento I

Trat	Idade (dias)									
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	
1	63,50	102,67	136,63	191,13	251,63	278,80	288,16	323,83	289,77	
1	68,70	104,30	146,75	197,13	268,13	319,00	326,25	333,06	298,81	
1	69,90	99,60	141,75	183,38	254,13	271,60	323,72	341,94	340,19	
1	70,50	106,20	131,50	218,00	291,86	304,40	333,60	341,15	326,83	
1	65,50	96,20	130,63	153,38	211,25	268,00	294,80	288,36	322,27	
1	67,10	99,90	162,63	216,88	277,00	269,60	245,72	280,74	284,95	
1	63,20	90,90	145,38	215,50	280,50	330,80	338,76	348,15	327,03	
1	65,50	90,30	136,86	192,57	260,43	265,40	280,88	285,98	300,20	
Médias	66,74	98,76	141,51	195,99	261,86	288,45	303,99	317,90	311,26	
2	82,40	106,30	163,67	247,25	316,13	381,50	428,70	357,95	321,66	
2	86,10	123,30	189,25	222,88	269,63	314,20	335,84	336,77	314,15	
2	86,60	122,40	171,75	212,13	276,25	319,40	275,28	248,46	271,89	
2	68,20	114,20	143,88	194,14	286,17	338,40	391,08	376,02	403,00	
2	88,70	128,20	185,50	228,88	-	307,20	308,24	360,85	372,77	
2	82,70	123,30	184,00	228,38	306,63	323,40	313,08	366,22	371,44	
2	78,00	114,70	204,50	198,00	267,63	331,60	360,92	339,98	316,00	
2	79,40	113,80	170,38	230,75	290,50	340,40	389,88	377,18	348,84	
Médias	81,51	118,28	176,61	220,30	287,56	332,01	350,38	345,43	339,97	
3	88,20	130,90	207,88	259,00	334,75	474,20	510,04	483,21	505,24	
3	74,20	120,30	172,63	208,88	270,71	299,60	333,12	379,62	382,12	
3	85,33	114,44	195,00	238,75	282,50	370,60	371,72	411,74	355,35	
3	78,70	111,40	168,88	228,63	283,38	324,25	364,06	360,27	431,32	
3	71,90	106,73	178,50	251,00	303,25	340,00	380,40	386,88	340,18	
3	78,00	117,70	167,50	224,00	299,25	342,25	399,31	442,83	510,96	
3	85,50	123,20	181,00	208,25	302,13	360,00	423,40	433,88	379,38	
3	85,33	116,89	181,00	239,88	324,88	382,60	425,52	437,10	390,42	
Médias	80,90	117,70	181,55	232,30	300,10	361,69	400,95	416,94	411,87	

APÊNDICE D

Consumo médio (g.ave-1.dia⁻¹) de ração das aves de cada repetição do Experimento I

Trat	Idade (dias)								
	4	8	12	16	20	24	28	32	36
1	25,70	44,78	66,13	84,38	105,25	125,40	167,20	181,20	203,75
1	26,20	43,60	68,13	86,00	111,50	141,20	183,50	187,50	200,25
1	27,70	42,40	69,63	82,38	104,38	133,80	167,20	181,00	227,00
1	26,00	44,30	64,00	93,14	115,14	140,00	171,25	198,00	216,00
1	24,90	41,60	63,63	72,50	93,50	125,20	153,80	170,80	212,75
1	27,90	47,10	80,63	90,63	113,38	123,60	151,20	170,00	201,75
1	26,30	44,90	73,50	93,50	117,75	147,20	175,20	169,20	202,00
1	27,20	49,50	74,57	87,57	112,29	121,40	158,80	176,60	206,00
Médias	26,49	44,77	70,02	86,26	109,15	132,23	166,02	179,29	208,69
2	27,10	40,80	66,89	87,38	110,00	141,33	160,20	233,25	204,00
2	26,90	47,30	76,50	88,25	103,88	137,00	163,00	-	214,00
2	27,50	42,80	66,63	79,88	102,13	125,40	139,00	146,40	203,75
2	21,50	40,20	58,25	76,86	107,50	127,00	155,20	168,80	202,50
2	28,30	45,70	72,13	86,25	100,38	126,80	160,00	182,20	223,25
2	27,20	46,50	72,50	88,00	108,38	133,40	148,80	191,00	217,00
2	24,40	41,70	77,13	75,13	100,50	134,40	162,40	173,20	208,50
2	24,90	40,50	64,13	87,88	105,00	129,20	159,80	179,80	215,75
Médias	25,98	43,19	69,27	83,70	104,72	131,82	156,05	182,09	211,09
3	26,10	45,50	75,50	95,50	114,88	150,00	163,20	179,20	221,00
3	24,30	46,40	76,50	81,00	105,57	121,80	156,00	169,40	210,50
3	27,11	40,67	68,75	84,75	100,25	137,20	160,60	179,60	205,00
3	25,70	39,50	67,13	82,88	105,63	126,00	171,75	189,50	210,50
3	23,50	38,18	68,38	87,25	108,75	124,60	163,80	181,00	200,50
3	27,00	44,40	76,25	92,13	114,75	130,00	167,50	193,25	214,25
3	27,70	43,40	78,75	79,13	105,50	132,40	166,20	173,80	193,25
3	26,11	39,33	71,75	90,75	116,38	148,20	178,40	192,60	214,75
Médias	25,94	42,17	72,88	86,67	108,96	133,78	165,93	182,29	208,72

APÊNDICE E**Matéria seca das excretas (%) das aves de cada repetição do Experimento I**

Trat	Idade (dias)					
	16	20	24	28	32	36
1	17,51	17,39	13,73	13,34	15,90	10,96
1	14,18	14,13	16,57	14,66	15,71	13,01
1	13,70	13,28	15,35	14,17	14,44	14,75
1	12,91	13,65	16,37	11,98	12,59	10,74
1	15,74	14,07	14,75	11,82	16,92	10,54
1	16,95	14,79	16,05	15,18	14,03	15,91
1	13,35	13,49	15,05	16,46	13,27	14,78
1	15,37	16,83	13,67	14,57	14,82	13,22
Médias	14,96	14,70	15,19	14,02	14,71	12,99
2	18,73	18,61	11,74	10,13	10,69	8,68
2	14,80	14,13	12,53	10,46	11,55	14,41
2	20,15	18,56	13,83	13,66	12,23	12,03
2	14,02	14,16	11,89	8,63	11,43	8,37
2	16,83	17,79	14,26	13,68	12,69	13,06
2	13,14	14,06	11,46	11,88	12,60	9,94
2	18,89	19,05	12,78	12,77	12,73	13,68
2	15,35	14,70	12,26	11,17	10,95	11,06
Médias	16,49	16,38	12,60	11,55	11,86	11,40
3	19,87	18,36	10,19	14,16	8,92	9,53
3	15,78	14,45	12,14	11,84	10,30	10,31
3	16,90	14,86	15,43	12,41	12,06	13,29
3	18,52	16,89	13,11	11,91	12,85	11,77
3	14,31	14,67	13,84	10,88	13,74	12,31
3	17,82	16,15	12,73	11,42	10,41	12,49
3	15,51	13,80	12,59	12,33	10,05	11,70
3	17,67	14,72	12,89	14,90	10,72	10,23
Médias	17,05	15,49	12,86	12,48	11,13	11,45

Matéria seca do conteúdo ileal (%) das aves de cada repetição do Experimento I aos 40 dias de idade

	T1	T2	T3
	17,96	17,06	16,60
	18,16	17,89	19,26
	17,42	19,97	17,03
	19,38	18,58	29,57
	18,65	17,87	18,83
	18,62	18,40	16,80
	18,07	23,37	15,77
	20,39	19,53	19,58
Médias	18,58	19,08	19,18

APÊNDICE F

Temperaturas, umidade relativa e evaporação (do ambiente) do Experimento II.

Período 23/05/2013 a 30/05/2014 (Fonte: Estação Meteorológica Convencional da ESALQ-USP)

Dia	Umidade Relativa (%)	Temp. Máxima °C	Temp. Mínima °C	Temp. Média °C	Evaporação
23	98	25,6	18,2	21,9	0,00
24	95	22,0	17,8	19,9	2,90
25	95	23,2	17,1	20,2	2,94
26	88	23,2	17,9	20,6	3,50
27	90	19,5	10,4	15,0	2,40
28	86	21,2	11,7	16,5	2,50
29	78	24,0	10,7	17,4	4,16
30	72	26,5	9,9	18,2	4,65

Umidade da cama (%) de cada repetição do Experimento II

Tratamento	Umidade Inicial	Umidade Final	Umidade Retida
1	33,84	71,01	37,17
1	33,49	70,69	37,20
1	35,21	69,79	34,58
1	38,81	72,86	34,05
1	36,86	72,95	36,10
1	40,57	72,85	32,28
Média	36,46	71,69	35,23
2	40,47	73,88	33,41
2	34,82	73,78	38,96
2	36,81	73,89	37,08
2	32,61	73,99	41,38
2	39,13	74,48	35,35
2	39,51	74,07	34,56
Média	37,22	74,02	36,79
3	41,01	74,13	33,12
3	38,94	,	,
3	42,27	73,10	30,83
3	37,88	73,86	35,98
3	37,83	74,17	36,33
3	41,27	73,11	31,85
Média	39,87	73,67	33,62

APÊNDICE G

Temperaturas máxima, mínima e média no biotério durante o Experimento III

Data	Máxima	Mínima	Média
17/10/13	28.2	22.5	25.4
18/10/13	27.8	22.8	25.3
19/10/13	30.3	20.9	25.6
20/10/13	32.4	21.6	27.0
21/10/13	33.1	22.9	28.0
22/10/13	33.1	24.3	28.7
23/10/13	32.3	23.2	27.8
24/10/13	33.3	23.0	28.2
25/10/13	29.7	24.8	27.3
26/10/13	32.4	23.7	28.1
27/10/13	32.0	24.1	28.1
28/10/13	29.5	21.8	25.7
29/10/13	30.1	19.9	25.0
30/10/13	30.2	20.0	25.1
31/10/13	28.8	22.2	25.5
01/11/13	30.3	23.0	26.7
02/11/13	29.5	21.1	25.3
03/11/13	32.1	23.4	27.8
04/11/13	28.8	22.1	25.5
05/11/13	25.0	20.6	22.8
06/11/13	25.0	21.0	23.0
07/11/13	26.5	19.8	23.2
08/11/13	28.9	19.9	24.4
09/11/13	31.3	20.0	25.7
10/11/13	32.7	21.5	27.1
11/11/13	33.4	22.3	27.9
12/11/13	30.3	24.3	27.3
13/11/13	31.4	23.0	27.2
14/11/13	32.2	20.1	26.2
15/11/13	32.6	19.0	25.8
16/11/13	31.5	22.4	27.0
17/11/13	29.9	22.3	26.1
18/11/13	29.8	20.1	25.0
19/11/13	29.9	21.6	25.8
20/11/13	32.6	21.7	27.2
21/11/13	32.2	22.8	27.5
22/11/13	26.8	22.4	24.6
23/11/13	25.0	20.3	22.7
24/11/13	25.6	19.4	22.5
25/11/13	25.6	20.9	23.3
26/11/13	28.6	19.6	24.1
27/11/13	28.4	19.9	24.2
28/11/13	29.8	20.8	25.3

APÊNDICE H

Peso vivo médio (g.ave⁻¹) das aves de cada repetição do Experimento III

Trat	Idade (dias)						
	1	7	14	21	28	35	42
1	44,25	194,88	502,00	970,67	1678,75	2447,75	3118,50
1	44,75	189,38	516,33	1021,33	1736,25	2479,00	3072,00
1	44,50	192,13	476,67	922,33	1633,75	2408,00	3009,33
1	44,75	196,50	524,67	1016,50	1778,75	2570,50	3159,50
1	45,13	171,88	469,00	963,67	1705,00	2493,00	3138,00
1	44,38	187,63	486,33	974,33	1681,25	2547,33	3215,00
1	44,25	179,75	511,67	1047,17	1846,25	2683,00	3309,50
1	44,13	191,63	553,82	1017,00	1705,00	2451,75	3104,00
Médias	44,52	187,97	505,06	991,63	1720,63	2510,04	3140,73
2	44,38	185,88	432,33	1041,60	1667,50	2430,50	3047,50
2	44,88	176,25	437,67	1069,80	1750,00	2534,25	3278,75
2	45,00	183,25	509,09	970,33	1622,50	2458,67	3051,33
2	43,88	173,50	492,33	1011,33	1667,50	2395,25	3054,00
2	44,88	185,63	513,33	1007,00	1723,75	2493,00	3323,50
2	44,13	178,00	502,00	997,83	1693,75	2438,75	3080,67
2	44,13	173,50	501,00	995,17	1713,75	2518,00	3218,00
2	44,25	174,63	462,00	950,67	1671,25	2530,50	3170,50
Médias	44,44	178,83	481,22	1005,47	1688,75	2474,86	3153,03
3	45,13	181,75	508,67	987,50	1712,50	2506,75	3036,00
3	44,75	168,88	437,67	899,17	1658,75	2459,00	3077,75
3	43,88	185,75	502,67	1001,33	1713,75	2473,00	3200,00
3	44,88	179,63	519,27	953,00	1648,75	2231,75	3029,33
3	44,88	174,63	396,33	965,20	1612,50	2381,75	3140,00
3	45,25	178,75	459,00	915,50	1667,50	2506,50	2835,00
3	44,88	178,13	481,33	967,67	1676,25	2503,00	3319,00
3	44,50	195,63	507,00	1024,67	1730,00	2473,75	3200,00
Médias	44,77	180,39	476,49	964,25	1677,50	2441,94	3104,64

APÊNDICE I

Matéria seca (%) de cada repetição da coleta aos 7 dias de idade do Experimento III

Tratamento	Fígado	Intestino	Musc. P.	Pintinho	Sangue
1	24,25	18,40	24,18	25,56	12,08
1	26,33	19,92	24,93	26,08	12,24
1	26,96	18,42	24,00	24,40	12,83
1	24,58	21,56	24,15	25,18	13,74
1	26,84	20,56	24,45	23,50	12,56
1	25,44	19,15	23,75	25,68	13,05
1	26,07	21,18	24,55	24,39	12,10
1	25,76	19,98	24,16	24,98	11,76
Médias	25,78	19,90	24,27	24,97	12,54
2	26,19	20,34	23,74	25,81	12,12
2	24,69	18,81	24,46	24,36	14,17
2	25,81	20,65	23,12	24,96	12,41
2	28,28	21,08	24,30	22,66	12,96
2	26,35	19,50	24,13	23,04	11,26
2	25,82	19,79	24,74	22,35	12,85
2	24,71	16,62	23,80	24,78	12,05
2	24,76	19,10	24,26	22,74	12,42
Médias	25,82	19,49	24,07	23,84	12,53
3	23,65	20,69	23,33	22,82	12,21
3	26,24	17,22	24,74	24,10	12,93
3	27,18	20,40	24,45	22,61	13,24
3	25,57	19,49	23,88	23,09	11,93
3	25,43	16,88	23,75	25,27	11,88
3	25,32	19,92	24,18	25,12	12,79
3	24,55	18,48	24,26	24,38	12,95
3	25,43	19,17	22,96	24,69	12,06
Médias	25,42	19,03	23,94	24,01	12,50

APÊNDICE J

Matéria seca (%) de cada repetição da coleta aos 42 dias de idade do Experimento III

Tratamento	Fígado	Intestino	Musc. P.	Sangue
1	29,60	24,29	25,20	14,65
1	31,09	23,91	26,55	15,87
1	30,44	24,48	25,59	15,74
1	30,30	26,27	23,31	18,86
1	32,53	24,25	25,43	17,42
1	28,42	23,68	24,74	16,92
1	29,41	22,64	24,09	16,72
1	28,40	26,37	25,72	18,81
Médias	30,02	24,48	25,08	16,87
2	31,77	25,82	22,66	14,70
2	31,67	21,73	26,17	16,13
2	30,71	21,99	26,51	14,82
2	28,31	24,82	25,73	16,17
2	29,45	24,74	26,30	15,46
2	30,84	25,30	25,60	16,89
2	28,99	22,05	25,75	17,23
2	28,95	20,63	25,17	16,00
Médias	30,09	23,38	25,49	15,92
3	29,34	23,65	25,34	15,51
3	28,85	25,53	24,76	16,28
3	28,59	23,89	24,40	17,01
3	29,34	24,82	26,20	15,51
3	28,11	23,76	23,14	17,03
3	28,34	24,30	24,87	15,68
3	27,88	25,41	23,46	16,53
3	28,29	21,58	25,48	16,51
Médias	28,59	24,12	24,71	16,26

APÊNDICE K

Proteína bruta (%) do fígado e do músculo (na MS) do Experimento III

Tratamento	Fígado	Musc. P.
1	44,66	87,74
1	58,60	87,15
1	47,83	86,48
1	54,48	86,03
1	49,88	86,91
1	61,24	86,49
1	54,92	81,91
1	60,65	87,45
Médias	54,03	86,27
2	47,67	84,63
2	47,09	83,23
2	60,63	87,00
2	55,77	83,94
2	53,11	85,82
2	51,19	85,15
2	56,28	88,17
2	65,18	86,86
Médias	54,61	85,60
3	54,55	89,52
3	63,07	86,97
3	60,72	87,86
3	52,66	83,60
3	62,21	85,94
3	57,46	87,48
3	60,33	85,38
3	55,56	86,35
Médias	58,32	86,64