

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA GLICERINA BRUTA
OU SEMIPURIFICADA, ORIUNDAS DE GORDURA
ANIMAL E ÓLEO VEGETAL, PARA
CODORNAS DE CORTE

Autor: Tiago Junior Pasquetti
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

MARINGÁ
Estado do Paraná
Março - 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA GLICERINA BRUTA
OU SEMIPURIFICADA, ORIUNDAS DE GORDURA
ANIMAL E ÓLEO VEGETAL, PARA
CODORNAS DE CORTE

Autor: Tiago Junior Pasquetti
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração Produção Animal”

MARINGÁ
Estado do Paraná
Março – 2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

Pasquetti, Tiago Junior

P284aAvaliação nutricional da glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte / Tiago Junior Pasquetti. -- Maringá, 2011.

110 f. : il. figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2011.

1. Codorna de corte - Glicerina - Energia metabolizável. 2. Codorna de corte - Desempenho - Glicerina. 3. Codorna de corte - avaliação nutricional - glicerina - Biodiesel. I. Furlan, Antonio Claudio, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 21.ed. 636.6



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA GLICERINA
BRUTA OU SEMIPURIFICADA, ORIUNDAS DE
GORDURA ANIMAL E ÓLEO VEGETAL, PARA
CODORNAS DE CORTE**

Autor: Tiago Junior Pasquetti
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 11 de março de 2011.

Prof. Dr. Ivan Moreira

Prof. Dr. José Fernando Machado
Menten

Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan
(Orientador)

“O Importante não é a maneira de se realizar os sonhos. O Importante é a maneira de se conduzir a vida. Se você conduz a vida de maneira correta, o carma se resolve por si. E então...os sonhos virão até você”

"As dificuldades não estão aí para nos impedir de conseguir as coisas, mas sim, para que mostremos, com que intensidade realmente às queremos. E para impedir, as pessoas que não às querem com força suficiente”

Randy Pausch

A Deus, pelo dom da vida, e por tudo o que me proporciona.

Aos meus pais, Leoclides e Maria, a quem amo e admiro acima de todas as coisas, pelo apoio e confiança em mim depositados, e pelas suas orações.

Aos meus irmãos, Volnei, Marcos, Eugênio, Silvia e Silvania, a quem amo e admiro, obrigado pelo incentivo, apoio, amizade e pelos momentos que passamos juntos.

Aos meus sobrinhos e sobrinhas, Franciele, Daniele, Rafael, Pâmela Camila, Lucas, Mateus, Felipe, e Luiz Henrique, e aos meus sobrinhos-neto, Kauã Gabriel e João Vitor. Amo muito todos vocês.

Aos meus cunhados Jairo, Sandra e Neiva, pela amizade, incentivo e apoio.

Aos verdadeiros amigos, por estarmos juntos nos momentos felizes e difíceis, e aos que hoje, embora distantes, obrigado, vocês são essenciais em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Todos querem alcançar o topo da montanha, mas toda felicidade e crescimento ocorrem quando se está escalando-a, porém, todo esse percurso, não é possível se estamos sós, e por isso, serei sempre grato:

A toda minha família, exemplo de vida, meu alicerce e meu amparo, a razão de meu empenho, pelo amor, pela compreensão, preocupação em todos os momentos, e pelo incentivo a sempre ir além.

À Universidade Estadual de Maringá, por ter-me possibilitado desenvolver este trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual seria impossível a realização deste trabalho.

À Empresa BIOPAR[®], pelo fornecimento das glicerinas, para a realização dos experimentos.

A minha eterna gratidão, ao Professor e amigo, Dr. Antonio Claudio Furlan, pela oportunidade da realização do mestrado, dedicada orientação, paciência, ensinamentos e incentivo.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da UEM, em especial, Alice Eiko Murakami, Carlos A. L. de Oliveira, Elias Nunes Martins, Ivan Moreira e Simara Marcato, pelos ensinamentos e fundamental contribuição na realização deste trabalho.

Aos professores, Paulo Cesar Pozza e Ricardo Vianna Nunes, pela amizade e pelo incentivo.

Aos colegas e amigos de trabalho, Ana Paula Silva Ton, Daiana Bello, Daiane de Oliveira, Eliany Batista, Ligia Melani Saraiva, Marcos Paulo Nonaka e Vittor Zancanella, pela amizade, apoio e companheirismo no decorrer dos experimentos, meu reconhecimento e gratidão, pois certamente sem vocês não seria possível a condução deste trabalho.

A todos os amigos da Pós-graduação, em especial, Bruna Ponciano Neto, Carlos Henrique Rocha Costa, Cinthia Eyng, Fábio Figueiroa, Ivan Graça Araújo, Karla Marielli Oliveira Boso, Márcio Baliscei, Ludmila Couto Gomes, Mariana Farias, Nadine Woruby Santos, Paulo Levi de Oliveira Carvalho e Thais Cristina Carneiro, obrigado pela amizade, por toda a ajuda, apoio, e pelos momentos de estudo e descontração.

A todos os amigos, em especial, Ana Claudia Radis, Carla Francieli Horing, Carlos Eduardo Shimanko, Guilherme Wolff Bueno, Leslié Defante, Leiliane Cristine de Souza, Liliâne Borsatti, Maikel Possamai, Marli Busanello, João de Moraes Pereira Junior, Wagner Thiago Mozer da Silva, Matias Hapelt, Fernando Olavo “Paraíba”, Iderson Venturi, Johnata Vicentino, Maicon Fisher “Corbélia”, Jorge Pagliarini Junior, Raphael Pagliarini, que estiveram comigo durante a graduação, obrigado pela amizade e companheirismo, pelos momentos que passamos juntos, sem dúvidas, vocês foram fundamentais em minha vida.

Aos amigos de república, Alexandre Krutzmann, Cleiton Luiz Tonello e Helio Alberto Cumani Garcia, pela amizade e companheirismo durante esses dois anos de convivência.

Aos amigos do futebol, obrigado pelos momentos de descontração.

Aos funcionários do LANA (Laboratório de Nutrição Animal - UEM), Cleuza Volpato, Creuza Azevedo e Augusto, pelo auxílio na realização das análises.

A Rose Mary Pepinelli e Denílson dos Santos Vicentin, secretários do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, sempre prestativos, obrigado pela ajuda, paciência e amizade.

Aos todos os funcionários da FEI (Fazenda Experimental Iguatemi – UEM), pelo auxílio prestado no decorrer dos experimentos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

TIAGO JUNIOR PASQUETTI, filho de Leocides Maria Pasquetti e Maria Carbonari Pasquetti, nasceu em Renascença, Paraná, no dia 07 de abril, de 1984.

Cursou o Ensino Fundamental e Médio no Colégio Estadual de Renascença – CER/PR, e concluiu o ensino Médio no Colégio Estadual de Marmeleiro – CEM/PR, no ano de 2001.

Em março de 2004, iniciou no curso de Graduação em Zootecnia pela UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon, concluindo-o em dezembro de 2008.

Em março de 2009, iniciou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Estadual de Maringá, concentrando seus estudos na área de Produção Animal, Nutrição de Monogástricos.

No dia 11 de março de 2011, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
I - INTRODUÇÃO	1
1.1. Coturnicultura de corte.....	1
1.2. Tecnologia de produção do biodiesel e da glicerina.....	3
1.3. Características químicas e metabolismo do glicerol.....	5
1.4. Utilização da glicerina e suas limitações de uso na alimentação.....	10
1.4.1. Valores energéticos da glicerina determinados com animais não-ruminantes.	10
1.4.2. Desempenho de aves e suínos alimentados com rações contendo glicerina....	13
1.4.3. Limitações de uso da glicerina na alimentação animal.....	16
1.4.3.1. Metanol	16
1.4.3.2. Sódio	18
1.5. Literatura citada	18
II – OBJETIVOS GERAIS	25
III – Estimativa do valor energético da glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte em crescimento.....	26
RESUMO	26
ABSTRACT.....	27

3.1. Introdução	28
3.2. Material e métodos	29
3.3. Resultados e discussão	31
3.4. Conclusão.....	38
3.5. Literatura citada	38
IV - Desempenho de codornas de corte, de um a 14 dias de idade, alimentadas com rações contendo glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal.....	41
RESUMO	41
ABSTRACT	42
4.1. Introdução	43
4.2. Material e métodos	44
4.3. Resultados e discussão	50
4.4. Conclusão.....	59
4.5. Literatura citada	59
V - Desempenho de codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, alimentadas com rações contendo glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal.....	64
RESUMO	64
ABSTRACT	65
5.1. Introdução	66
5.2. Material e métodos	68
5.3. Resultados e discussão	74
5.4. Conclusão.....	86
5.5. Literatura citada	87
VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS	92

LISTA DE TABELAS

	Página
III – Estimativa do valor energético da glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte em crescimento	26
Tabela 1. Composição centesimal, química e energética da ração referência para codornas de corte em fase de crescimento.....	30
Tabela 2. Dados utilizados para os cálculos da estimativa da energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), da glicerina bruta e da glicerina semipurificada.....	31
Tabela 3. Composição química e energética da glicerina bruta e da glicerina semipurificada.....	32
IV - Desempenho de codornas de corte, de um a 14 dias de idade, alimentadas com rações contendo glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal.....	41
Tabela 1. Composição centesimal, química e energética das rações experimentais das codornas de corte no período de um a 14 dias de idade	45
Tabela 2. Desempenho e umidade da cama de codornas de corte, alimentadas com rações contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de um a 14 dias de.....	50
Tabela 3. Composição química corporal de codornas de corte, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de um a 14 dias de idade	56

Tabela 4. Peso e rendimento de fígado das codornas de corte, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de um a 14 dias de idade 57

Tabela 5. Viabilidade econômica da inclusão da glicerina bruta e semipurificada nas dietas de codornas de corte, no período de um a 14 dias de idade 58

V - Desempenho de codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, alimentadas com rações contendo glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal..... 64

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética das rações experimentais das codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade..... 69

Tabela 2. Desempenho e umidade da cama de codornas de corte, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de 15 a 35 dias de.....74

Tabela 3. Composição química corporal de codornas de corte, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de 15 a 35 dias de idade 80

Tabela 4. Rendimento de fígado das codornas de corte, machos e fêmeas, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de 15 a 35 dias de idade..... 82

Tabela 5. Peso e rendimento de fígado das codornas de corte, machos ou fêmeas, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de 15 a 35 dias de idade..... 83

Tabela 6. Valores médios de peso vivo, rendimento de cortes e de carcaça de codornas de corte, alimentadas com níveis crescentes de glicerina bruta ou semipurificada, no período de 15 a 35 dias de idade..... 84

Tabela 7. Viabilidade econômica da inclusão da glicerina bruta e semipurificada nas dietas de codornas de corte, no período de 15 a 35 dias de idade 85

LISTA DE FIGURAS

	Página
I – INTRODUÇÃO	1
Figura 1. Produção de glicerina bruta e semipurificada a partir da transesterificação de óleos vegetais e gordura animal (Fonte: adaptado de Carvalho, 2011).....	4
Figura 2. Separação da glicerina: a fase superior corresponde a ácidos graxos; a fase intermédia a glicerol; e a fase inferior, glicerol + sais (Fonte: adaptado de Rivaldi et al., 2008).....	4
Figura 3. Metabolismo do etanol e metanol (Fonte: Adaptado de: http://www.antizol.com/mpoisono.htm).....	16
III – Estimativa do valor energético da glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte em crescimento	26
Figura 1. Valores estimados de EMAn, da GB e GS, para codornas de corte em crescimento. GB= 4.893x; R ² = 0,78; GS= 2.476x; R ² = 0,66.	33
Figura 2. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da GB e GS, para codornas de corte em crescimento.	36
Figura 3. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria orgânica (CMMO), da GB e GS, para codornas de corte em crescimento.	36
Figura 4. Coeficientes de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE), da GB e GS, para codornas de corte em crescimento.	37

IV - Desempenho de codornas de corte, de um a 14 dias de idade, alimentadas com rações contendo glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal..... 41

Figura 1 – Custo das rações (R\$/kg) e custo por quilograma de peso vivo produzido, em função dos níveis de glicerina bruta e semipurificada..... 58

V - Desempenho de codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, alimentadas com rações contendo glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal..... 64

Figura 1. Custo das rações (R\$/kg) e custo por quilograma de peso vivo produzido (R\$/kg PV), em função dos níveis de glicerina bruta ou semipurificada. 86

RESUMO

Três experimentos foram conduzidos para determinar o valor nutritivo e verificar o desempenho de codornas de corte alimentadas com duas glicerinas provenientes de gordura animal e óleo vegetal, denominadas glicerina bruta (GB) e glicerina semipurificada (GS). No Experimento I, foram utilizadas 125 codornas, com 22 dias de idade, não sexadas, alojadas em gaiolas de metabolismo, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, e cinco aves por repetição. Os tratamentos consistiram de uma ração referência (RR), formulada à base de milho e farelo de soja e outras quatro rações teste (RT), sendo que as glicerinas substituíram a RR em níveis de 8 e 12%. Os valores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) foram submetidos à análise de regressão para a estimativa dos valores energéticos, considerando-se os consumos de EMAn de cada glicerina, em função do consumo de glicerina das unidades experimentais, sob a restrição do intercepto igual a zero. Os valores estimados de EMAn, para a GB e GS foram, de 4.893 kcal/kg de matéria natural (MN) e 2.476 kcal/kg MN, respectivamente. No Experimento II, de 1 a 14 dias de idade, foram utilizadas 2.420 codornas de corte, não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 11 tratamentos e quatro repetições, sendo a unidade experimental formada por um boxe, com 55 aves. Os tratamentos foram constituídos por uma ração testemunha, cinco rações com níveis crescentes de inclusão da GB e cinco rações com níveis crescentes de inclusão da GS. Utilizaram-se os mesmos níveis (3, 6, 9, 12 e 15%), para as duas glicerinas. As rações foram formuladas

de acordo com as exigências nutricionais para a fase de 1 a 14 dias de idade. Houve efeito quadrático da GB sobre o peso vivo (PV) ($P=0,06$), ganho de peso (GP) ($P=0,059$), e biomassa corporal acumulada (BCA) ($P=0,055$), com estimativas para melhor desempenho, nos níveis de 10,01; 10,00; e 9,98% de inclusão. O consumo de ração (CR) e a umidade da cama (UC) aumentaram, e a conversão alimentar (CA) piorou linearmente ($P<0,05$), com a inclusão dos níveis de GB. A GS influenciou de forma quadrática ($P=0,08$) o PV e GP, com estimativas de melhor desempenho nos níveis de 9,60 e 9,65% de inclusão. Considerando os dados de desempenho, conclui-se que as glicerinas podem ser incluídas até o nível de 10% nas dietas de codornas de corte, na fase de um a 14 dias de idade. No Experimento III, de 15 a 35 dias de idade, foram utilizadas 1.892 codornas de corte, não sexadas, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com 11 tratamentos e quatro repetições, sendo a unidade experimental formada por um boxe, com 43 aves. Os tratamentos utilizados foram semelhantes aos descritos no Experimento II. As rações foram formuladas com base nas exigências nutricionais para a fase de 15 a 35 dias. O PV, GP, CR, UC e rendimento de peito (RPEI) aumentaram linearmente ($P<0,05$) com a inclusão dos níveis de GB. A GS influenciou de forma quadrática o CR e a UC aumentou linearmente ($P<0,05$). Considerando os dados de desempenho, as glicerinas podem ser incluídas até o nível de 15%, nas dietas de codornas de corte na fase de 15 a 35 dias de idade.

Palavras-chaves: *Coturnix coturnix sp*, desempenho, energia metabolizável, umidade da cama, viabilidade econômica

ABSTRACT

Three experiments were conducted to determine nutritional value and performance of quails fed with two glycerin from animal fat and vegetable oil, called, crude glycerin (CG) and semi-purified glycerin (SG). At the first trial, 125 quails were used, with 22 days old, not sexed, housed in metabolism cages distributed on a completely randomized design with; five treatments and five replicates and; five birds by replicate. The treatments consisted on basal diet (RR), based on corn and soybean meal and, other four test diets (RT), and the glycerin product replaced by levels of 8 and 12%. The values of apparent metabolizable energy corrected for nitrogen balance (AMEn) were subjected to regression analysis to estimate the energy values, considering the intake of each AMEn glycerin according to the intake of glycerin of experimental units, under the constraint of the intercept equals zero. The estimates values of AMEn, for the CG and SG were 4,893 kcal/kg of fresh matter (FM) and 2,476 kcal/kg FM, respectively. In experiment II, 1-14 days old, were used 2,420 meat quails, not sexed, distributed on a completely randomized design, with 11 treatments and four replications, being the experimental unit formed by a box, with 55 birds. The treatments were a control diet, five diets with increasing levels of inclusion of CG, and five diets with increasing levels of inclusion of SG, using the same levels (3, 6, 9, 12 and 15%), for both glycerin. The diets were formulated according to the nutritional requirements for the phase of 1 to 14 days old. There was quadratic effect of CG on the body weight (BW) ($P=0.06$), weight gain (WG) ($P=0.059$), and biomass accumulated body (BCB) ($P=0.055$), with estimates for best performance in levels of 10.01; 10.00; and 9.98% of inclusion. The

feed intake (FI) and litter moisture (LM) increased and feed conversion (FC) linearly worsened ($P<0.05$), with the inclusion of levels of CG. The SG, influenced in a quadratic way ($P=0.08$) the BW and WG, with estimates for best performance in levels of 9.60 and 9.65% of inclusion. Considering the performance data, it was concluded that, the glycerin can be included until the 10% level in the diets of meat quails in phase of 1 to 14 days old. In experiment III, 15 to 35 days old, were used 1,892 quails, not sexed, distributed on a completely randomized design with 11 treatments and four replications, being the experimental unit formed by a box, with 43 birds. The treatments were similar to those described in experiment II. The diets were formulated based on nutritional requirements for the period from 15 to 35 days. The BW, WG, FI, LM and breast yield (BY), increased linearly ($P<0.05$) with the inclusion of CG levels. The SG had a quadratic effect on FI, and the LM increased linearly ($P<0.05$). Considering the performance data, it was concluded that, the glycerin can be included until the 15% level in the diets of meat quails in phase of 15 to 35 days old.

Key Words: *Coturnix coturnix sp*, performance, metabolizable energy, litter moisture, economic viability

I - INTRODUÇÃO

1.1. Coturnicultura de corte

A codorna é originária do Norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à ordem dos Galináceos, família dos Fasianídeos (Phasianidae), da subfamília dos Perdicionidae e do gênero *Coturnix*, sendo, portanto, da mesma família das galinhas e perdizes. A codorna japonesa foi introduzida no Brasil após 1950. A *Coturnix coturnix japônica*, comumente chamada de “doméstica” ou “japonesa”, é a preferida para produção de ovos, enquanto a *Coturnix coturnix coturnix*, também conhecida como “selvagem” ou “europeia”, é empregada para a produção de carne (Souza-Soares & Siewerdt, 2005).

A criação de codornas originou-se na Ásia. O Japão foi um dos primeiros países a iniciar a criação comercial, no início do século XX. A coturnicultura espalhou-se do Japão para a China e logo chegou à Europa. No Brasil, em 1959, o Italiano Oscar Molena introduziu alguns exemplares a partir de ovos fertilizados trazidos da Itália. Iniciava na década de 1960 a produção comercial de ovos e, mais tarde, da carne de codornas, graças ao sabor agradável de ambos os produtos. Isso foi fundamental para que outros produtores despertassem interesse pela criação, e a partir de então, o pioneiro começou a venda de ovos fertilizados, nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Amazonas (Souza-Soares & Siewerdt, 2005).

A partir daí, sua produção vem se consolidando, tornando uma importante alternativa alimentar no país. O Brasil, segundo Silva (2009), é considerado o quinto maior produtor mundial de carne de codorna e o segundo de ovos. Além disso, o

alojamento vem crescendo nas diversas regiões do país, o que coincide com o surgimento das grandes criações automatizadas, e novas formas de comercialização do ovo e da carcaça de codornas. A criação comercial em maior escala, de codornas para corte, teve início em 1989, quando a perdigão começou a trabalhar no desenvolvimento da perdiz e da codorna, com a importação de matrizes europeias, criando assim, a Confraria Avis Rara.

Entretanto, mesmo havendo um crescimento considerável na produção de carne de codornas no Brasil, a exploração nacional se destina quase que exclusivamente à produção de ovos, sendo destinados ao abate apenas eventuais machos que foram classificados erroneamente no processo da sexagem, realizada com um dia de idade, e as fêmeas ao término de sua vida produtiva. Neste último caso, trata-se de animais já velhos, sem um padrão fixo de idade, geralmente com mais de 52 dias, tendo suas características de carcaça prejudicadas (Oliveira et al., 2005).

Trabalhos de seleção, já mostram a existência de aves pesando em torno de 260 gramas ao abate (Móri et al., 2005). Entretanto, o material genético existente no Brasil ainda precisa ser melhorado, mediante a elaboração de programas de melhoramento genético eficazes. Também é necessário, que os matrizeiros sejam de excelente qualidade, mantendo em suas granjas lotes controlados e linhagens selecionadas com bases científicas e econômicas, que realizem com frequência a renovação do material genético, por intermédio da importação de aves ou ovos, de modo a manter adequada variabilidade genética, proporcionando assim, qualidade satisfatória de seus produtos (Costa et al., 2008).

Embora, no momento, pouco expressiva, a exploração para corte começou a ser difundida com a introdução de uma variedade europeia, que buscou atender os requisitos necessários à produção de carne, e sua exploração vem crescendo no Brasil de forma considerável (Winter et al., 2006). Este sucesso se justifica pela qualidade de sua carne, que apresenta características sensoriais de grande aceitabilidade pelo consumidor (Oliveira et al., 2005).

Por esses motivos, e em razão do crescimento no consumo mundial de carne, pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de satisfazer as exigências de produtos de origem animal (Móri et al., 2005), e a produção de codornas de corte está conquistando seu espaço, principalmente, por não necessitar de instalações com investimentos onerosos. Além disso, estes animais possuem crescimento rápido, podendo ser abatidos

aos 35 dias de idade, o que possibilita maior giro de capital, e conseqüentemente, rápido retorno do investimento.

Outro aspecto importante é quanto ao potencial que estes pequenos animais possuem, podendo converter eficientemente, os alimentos alternativos em carne. Sabe-se que a alimentação contribui com a maioria dos custos na produção animal, e tem-se buscado constantemente, reduzir os mesmos, através da substituição do milho e farelo de soja, os quais representam a maior parte dos ingredientes utilizados nas formulações de rações, por alimentos alternativos.

Dentre estes alimentos, ou subprodutos, destaca-se a glicerina, que é proveniente da produção do biodiesel. Em virtude de seu elevado valor energético, pode se constituir em uma fonte viável de energia na alimentação animal.

1.2. Tecnologia de produção do biodiesel e da glicerina

Dois rotas tecnológicas (transesterificação e craqueamento catalítico), ou processos químicos, praticamente já de domínio das instituições de pesquisa, são utilizados para obtenção do biodiesel, porém, a transesterificação é a mais comum (Costa & Oliveira, 2006).

Processo de transesterificação: a reação química do óleo ou gordura (Figura 1), com o etanol (rota etílica) ou metanol (rota metílica), ocorre por meio de um catalisador básico (hidróxido de sódio ou de potássio), o que possibilita a quebra das moléculas de triglicerídeos em metil ésteres, chamados de biodiesel, e glicerol (1,2,3-propanotriol). Para a remoção da glicerina, que aparece como subproduto da produção de biodiesel, é necessário 10 a 15% de etanol ou metanol (Costa & Oliveira, 2006). A utilização do metanol é mais vantajosa, porque se comparada ao etanol, seu custo é menor.

O processo de transesterificação é consequência de várias reações reversíveis e consecutivas. A primeira consiste na conversão de triglicerídeos em diglicerídeos, seguida da conversão destes em monoglicerídeos, e finalmente, de glicerídeos a glicerol, rendendo uma molécula de éster de álcool para cada glicerídeo, em cada etapa da reação.

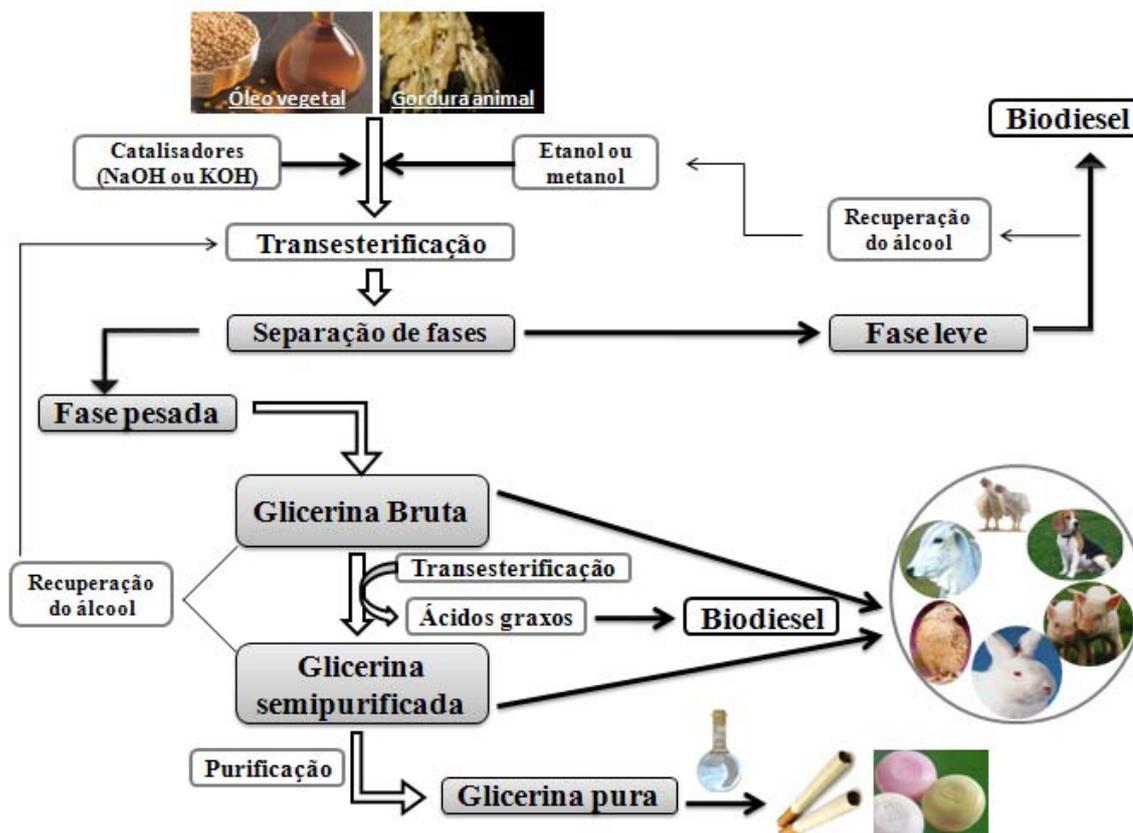


Figura 1. Produção de glicerina bruta e semipurificada a partir da transesterificação de óleos vegetais e gordura animal (Fonte: adaptado de Carvalho, 2011).

No final da etapa de transesterificação, o glicerol e ésteres formam uma massa líquida de duas fases, que são facilmente separáveis por decantação ou centrifugação. A camada superior, a mais leve, contém os ésteres metílicos ou etílicos, constituintes do biodiesel (Figura 2). A fase inferior ou pesada encontra-se composta de glicerol bruto e impurezas (Rivaldi et al., 2008), e constituem a glicerina.



Figura 2. Separação da glicerina: a fase superior corresponde a ácidos graxos; a fase intermédia a glicerol; e a fase inferior, glicerol + sais (Fonte: adaptado de Rivaldi et al., 2008).

A glicerina bruta apresenta-se líquida, viscosa e na cor parda escura, o que está estreitamente relacionado às quantidades variáveis de sabão, álcool (metanol ou etanol), monoacilglicerol, diacilglicerol, oligômeros de glicerol, polímeros e água. A porcentagem de glicerol na mistura varia entre 65 a 70 %, sendo a maior parte das impurezas o sabão, formado pela reação dos ácidos graxos livres com excesso de catalisador (saponificação) (Ooi et al., 2004).

Em consequência da inserção da cadeia produtiva do biodiesel na matriz energética brasileira, irá ocorrer aumento na oferta interna de glicerina. Para cada 90 m³ de biodiesel produzidos, por transesterificação, são gerados aproximadamente 10 m³ de glicerina. Assim, com a entrada do B3 em 2008, as projeções foram de 100 mil toneladas de glicerina por ano (Mota et al., 2009), e estava previsto para 2013, de acordo com a Lei nº 11.097, de janeiro de 2005, a implantação do B5. No entanto, com a implantação de plantas produtoras de biodiesel em diversas regiões do Brasil, e o rápido aumento da capacidade instalada, seguidas resoluções da Agência Nacional do Petróleo estabeleceram aumento da inclusão de biodiesel, antecipando inclusive, para janeiro de 2010, a inclusão de 5% de biodiesel (ANP, 2010).

Em 2009, com o B4 ocorreu um excedente de 260 mil toneladas de glicerina, e em 2010, já com o B5 esse excedente foi de 325 mil toneladas (Mota, 2010). Estes dados causam preocupação, pois até o momento, não se tem alternativas capazes de absorver todo esse volume.

1.3. Características químicas e metabolismo do glicerol

Embora o glicerol não seja um nutriente específico, ele é uma fonte de energia semelhante aos carboidratos (François, 1994, citado por Min et al., 2010). Possui em sua fórmula estrutural carbono, hidrogênio e oxigênio e está presente em diferentes espécies, incluindo protistas unicelulares e mamíferos (Brisson et al., 2001). No entanto, existem particularidades em relação ao metabolismo dos mesmos, e o do glicerol necessita ainda maiores informações.

Muitos trabalhos têm caracterizado o subproduto oriundo da produção de biodiesel como glicerol, e outros, como glicerina. No entanto, segundo Morrison (1994), o termo glicerol aplica-se somente ao composto puro, 1,2,3-propanotriol, enquanto o termo glicerina, aplica-se à purificação de compostos comerciais, que contém normalmente quantidades maiores ou iguais a 95% de glicerol.

No entanto, para facilitar o entendimento, no presente trabalho, sempre que se fizer referência ao subproduto do biodiesel, designar-se-á glicerina, ao passo que, quando se referir ao produto oriundo do metabolismo, ou ao composto puro, será denominado glicerol, conforme foi sugerido por Dozier et al. (2008a).

Em setembro de 2010, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabeleceu os padrões de qualidade para a utilização da glicerina bruta e loira na alimentação animal. Estas devem conter no mínimo 80% de glicerol; no máximo 13% de umidade; e 150 mg/kg de metanol; enquanto os teores mínimos de sódio e matéria mineral, devem ser garantidos pelo fabricante, podendo variar no entanto, de acordo como o processo produtivo. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da resolução 386/1999, já colocava o glicerol como umectante na lista de aditivos permitidos para a alimentação humana e animal, entretanto, não havia critérios de conformidade e qualidade da glicerina.

O glicerol (1,2,3-propanotriol) é um álcool simples (Wang et al., 2001) e apresenta-se, na sua forma pura, como um líquido viscoso, incolor, inodoro e higroscópico, com sabor doce, solúvel em água e álcool, insolúvel em éter e clorofórmio (Rivaldi, 2008). Ocorre naturalmente na forma combinada como glicerídeos em todas as gorduras animais e óleos vegetais, sendo recuperado como subproduto, quando estes óleos são saponificados no processo de fabricação de sabão, quando há a quebra das gorduras na produção de ácidos graxos, ou quando as gorduras são esterificadas com metanol na produção de ésteres metílicos (Morisson, 1994). O primeiro relato de obtenção da molécula de glicerol foi realizado por Geoffrey em 1742, que descreveu um novo material solúvel em água, provindo da saponificação de ácidos graxos. Posteriormente Scheele, em 1779, isolou esse material de diferentes tipos de óleos, batizando-o de “o doce princípio das gorduras”, e somente após 40 anos (1819), Chevreul notou que a saponificação de gorduras gerava sabão e um componente líquido, que viria ser chamado glicerol. De acordo com Rehm (1988), pode ser o segundo maior produto formado durante a fermentação alcoólica.

Considerado fundamental dentro do sistema metabólico de microrganismos, o glicerol atua como precursor de numerosos compostos, e regulador de vários mecanismos bioquímicos intracelulares (Lages et al., 1999). Em microrganismos eucarióticos, o glicerol constitui o principal composto formado para regular as variações de atividade de água em ambientes altamente osmofílicos (Wang et al., 2001). Em humanos, participa na termorregulação do corpo, resistência a altas temperaturas, na

resistência dos músculos em atividades físicas e na resposta neural da variação da glicemia (Yang et al., 1999).

O glicerol também tem seu papel osmorregulador. A osmorregulação é um mecanismo essencial de adaptação que permite a resposta das células às atividades ambientais e as variações da osmolaridade, a fim de restabelecer e manter o volume normal de pressão, e a atividade das células. Um pequeno acúmulo ou perda de água pode interferir com os processos fisiológicos e bioquímicos de uma célula, e levar a apoptose. Durante o estresse hídrico, as células reagem rapidamente ajustando os níveis de solutos específicos. Para muitos animais e células vegetais, o glicerol constitui o principal soluto osmoprotetor. As células reagem ao aumento da concentração do ambiente externo, por produção de altos níveis intracelulares de glicerol e por meio da redução na permeabilidade da membrana (San Jose et al., 1996; Nevoigt & Stahl, 1997; Kultz et al., 1997; Aiba et al., 1998; Rep et al., 1999, citados por Brisson et al., 2001).

A ingestão de glicerol por atletas mostrou aumentar a resistência à atividade física em aproximadamente 24% do tempo de tolerância ao exercício, em relação aos que não utilizaram o glicerol. Isso ocorre pela combinação da ingestão de glicerol e líquido, visto que há aumento do volume de água no corpo, mantendo maior hidratação por causa da redução na velocidade de eliminação de água do organismo (Brisson et al., 2001). Isso também proporciona maior resistência a altas temperaturas (Robergs & Griffin, 1998; Wagner, 1999).

O glicerol é um precursor do gliceraldeído 3-fosfato, um intermediário na via da lipogênese e gliconeogênese, e produz energia através da via glicolítica e do ácido tricarbóxico (Lin, 1977; Tao et al., 1983; Brisson et al., 2001).

O metabolismo do glicerol ocorre em grande parte no fígado e rins (Lin et al., 1977) e fornece energia para o metabolismo celular. Aproximadamente 90% da gliconeogênese ocorre no fígado, enquanto os rins, fornecem 10% das moléculas de glicose sintetizadas. Assim, os rins desempenham um papel menor, exceto durante um jejum prolongado, quando eles se tornam importantes órgãos produtores de glicose (Champe & Harvey, 1996). O rim produz glicose principalmente a partir de aminoácidos, no entanto, somente parte dela é liberada para o sangue, pois necessita dela para executar suas funções. Quando é excedida a capacidade dos rins de reabsorver a glicose, haverá excreção desta na urina (Koolman & Röhm, 2005).

Quando o corpo utiliza as reservas de gordura corporal como fonte de energia, o glicerol e ácidos graxos são liberados na corrente sanguínea. Durante a digestão,

triglicerídeos são hidrolisados por lipases pancreáticas, para formar ácidos graxos livres e glicerol (Brody, 1994). O glicerol é solúvel em água e livremente entra no sangue portal, sendo facilmente absorvido no intestino delgado (Hober & Hober, 1937; Sambrook, 1980; citados por Min et al., 2010). Uma vez absorvido, o glicerol é transportado para os tecidos ativos, sendo convertido, por enzimas intracelulares, em glicerol-3-fosfato. Este, penetra na via glicolítica (Guyton, 1991), podendo ser convertido em glicose via gliconeogênese (Emmanuel et al., 1983, citado por Dozier et al., 2008a), ou oxidado para produção de energia, através da glicólise e ciclo do ácido cítrico (Rosebrough et al., 1980), que pode ser responsável por 60% do destino metabólico do glicerol em condições basais (Robergs & Griffin, 1998).

Em galinhas poedeiras Bartelt & Schneider (2002), detectaram que a absorção intestinal de glicerol foi superior a 97%. Investigando o mecanismo de transporte intestinal em ratos, Kato et al. (2004), observaram que o glicerol tem dois mecanismos de absorção, sendo um de transporte ativo e um de transporte passivo. Detectaram também, que a absorção de glicerol é Na-dependente, e o transporte é mediado por um carreador secundário ativo, no estômago e no intestino. Em outro experimento (Kato et al., 2005), os autores confirmam os achados do estudo anterior, afirmando ainda que quando administrada a fração de 40mM de glicerol, houve redução significativa na absorção, indicando haver saturabilidade do glicerol.

A glicose foi o principal produto do metabolismo do glicerol em células isoladas de fígado de rato (Berry et al., 1973; Nikkila & Ojala, 1964). Segundo Emmanuel et al. (1983) citado por Dozier et al. (2008a), 72% do pool de glicerol para galinhas em jejum foi convertido em glicose. O glicerol também reduz os ácidos graxos livres e os níveis de colesterol (François, 1994, citado por Min et al., 2010).

Em virtude do sabor doce e pequeno tamanho molecular, o glicerol pode aumentar o consumo de ração e ser eficientemente absorvido no intestino dos animais. A absorção intestinal do glicerol em ratos varia de 70-89% (Hober & Hober, 1937, citados por Min et al., 2010). Esta alta taxa de absorção do glicerol deve-se, provavelmente, ao seu baixo peso molecular e por ser absorvido passivamente, em vez de formar uma micela, como observado para os ácidos graxos de cadeia média e longa (Guyton, 1991). Isso poderá resultar em um aumento no conteúdo de lipídios, e assim, na massa de fígado. Portanto, o aumento do teor de glicerol na alimentação também pode afetar o metabolismo dos triglicerídeos em animais, induzindo a adaptações bioquímicas e fisiológicas,

especialmente no fígado (Dasari, 2007), e isso pode ser diferente de acordo com a espécie animal, e até mesmo a idade.

Lin (1977) indicou níveis normais de glicerol plasmático na faixa de 0,1 mM em ratos, e 0,05-0,1 mM em humanos. Em frangos, Simon et al. (1996) encontraram nível semelhante de 0,65 mM de glicerol plasmático, entretanto, a concentração aumentou para 4,36 mM com o fornecimento de 5% de glicerol na dieta, e variou de 11 a 54 mM com a suplementação de 10% de glicerol. Simon et al. (1997) determinaram que, em frangos recebendo 10% de glicerol na dieta, a concentração de glicerol no músculo do peito aumentou de 0,4 $\mu\text{mol/g}$ para 7,7 $\mu\text{mol/g}$, enquanto no fígado, aumentou de 18 $\mu\text{mol/g}$ para 40 $\mu\text{mol/g}$. Considerando esses fatos, Menten et al. (2009) propõem que elevada quantidade de glicerol, pode suplantará a capacidade do sistema enzimático que o organismo dispõe para metabolizar o glicerol, conforme relatado por Kato et al. (2005), indicando saturabilidade do glicerol, e cujas consequências precisam ser estudadas com mais profundidade.

Da mesma forma, Min et al. (2010) relatam que em altas taxas de inclusão, as aves aparentemente não são capazes de metabolizar todo o glicerol absorvido. De acordo com o autor, uma possível explicação para isso, seria que a ativação enzimática do glicerol por meio da enzima glicerol quinase, para assim formar glicerol-3-fosfato, estaria comprometida, limitando a absorção. Sendo, portanto, parcialmente metabolizado, presume-se que o restante do glicerol seja excretado na urina, principalmente quando utilizados altos níveis de inclusão (Dasari, 2007). Barteczko & Kaminski (1999), já haviam observado em frangos de corte, que alta quantidade de glicerol na dieta pode aumentar a taxa de passagem da digesta e, desta forma, comprometer a utilização dos nutrientes.

Por outro lado, muitos estudos mostram efeitos benéficos do glicerol sobre a diminuição de aminoácidos no plasma, ou retenção de nitrogênio em ratos (Chan et al., 1981 citado por Cerrate et al., 2006) e humanos (Murray et al., 1975). Isso ocorre porque o glicerol pode poupar os aminoácidos gliconeogênicos através da diminuição nos níveis da enzima fosfoenolpiruvato carboxiquinase após o jejum (Cryer & Hartley, 1973; Young et al., 1964 citado por Cerrate et al., 2006) ou da atividade de glutamato desidrogenase (Steele et al., 1971). É interessante também que a administração de glicose e glicerol, bem como a realimentação de ratos com dietas ricas em carboidrato, não só deprimiram os níveis elevados da fosfoenolpiruvato carboxiquinase, mas também diminuíram sua atividade abaixo do normal (Young et al., 1964).

O metabolismo do glicerol proveniente da hidrólise dos triglicérides parece estar bem elucidado, no entanto, quanto ao destino do glicerol proveniente diretamente da dieta, como no caso da glicerina, são necessários estudos mais aprofundados.

1.4. Utilização da glicerina e suas limitações de uso na alimentação

Muitos estudos relatam a utilização da glicerina na alimentação de animais não-ruminantes, principalmente, envolvendo frangos de corte e suínos. Entretanto, os resultados apontam diferenças no desempenho, e nos valores energéticos das glicerinas, os quais podem variar de acordo com a idade, espécie animal, e com os níveis de inclusão. No entanto, deve-se considerar que, em todos esses estudos até então realizados, foram utilizadas várias glicerinas com propriedades diferentes, provenientes de diversas fontes de óleos vegetais ou gorduras animais, que por sua vez, apresentam composição química e valores energéticos confrontantes.

Dessa forma, na prática, como a glicerina ainda não é um subproduto padronizado, ao se comparar resultados de experimentos, seria conveniente mencionar a fonte procedente, a composição química (quando disponível), assim como o valor energético da glicerina.

1.4.1. Valores energéticos da glicerina determinados com animais não-ruminantes

Diferentemente dos alimentos considerados básicos na formulação de rações, como o milho, o farelo de soja e o farelo de trigo, por exemplo, a glicerina apresenta composição química bastante variável, em virtude das gorduras utilizadas para sua produção, ser proveniente de variadas fontes, além dos contaminantes presentes, em consequência das técnicas de processamento do biodiesel.

Utilizando glicerina (87% de glicerol, 9% de água, 0,03% de metanol, 1,26% de Na e 3.625 ± 25 kcal/kg de EB), em níveis de 0; 5; 10; e 20%, Lammers et al. (2007a), obtiveram 3.386 ± 149 kcal/kg de energia digestível para suínos em crescimento. Já para animais com peso de abate, o valor foi de 3.772 ± 108 kcal/kg.

Em outros estudos realizados com suínos, observa-se redução nos valores de energia metabolizável (EM) à medida que aumentam os níveis de inclusão nas dietas. Trabalhando com glicerina (99,9% de glicerol), para suínos machos castrados (34 kg),

em níveis de 5; 10; e 15%, Bartelt & Schneider (2002) obtiveram valores de 4.177; 3.436; e 2.524 kcal/kg, respectivamente.

Da mesma forma Lammers et al. (2008b), utilizando níveis de 5; 10; e 20% da mesma glicerina usada por Lammers et al. (2007a), estimaram valores de 3.601; 3.239; e 2.579 kcal/kg de EM, respectivamente. Porém, quando utilizaram suínos em terminação, os autores não observaram efeito dos níveis (5; 10; e 20%) de glicerina sobre a energia metabolizável (Lammers et al., 2008b).

De um total de cinco experimentos realizados pelo autor supracitado, a digestibilidade variou de 89 a 92%, sendo que os coeficientes de digestibilidade variaram de 86 a 88%. Entretanto, em leitões (11 kg) alimentados com 20% de glicerina bruta, a digestibilidade foi de 90%, ao passo que, o coeficiente de metabolizabilidade foi de 83%. Isso evidencia, que suínos mais jovens possuem capacidade limitada de metabolizar o glicerol, quando adicionados altos níveis nas dietas.

Avaliando níveis crescentes de inclusão (6%; 12; e 18%) de glicerina bruta mista (GBM= 5.242 kcal/kg EB; 55,45% de glicerol; 50.500 mg de metanol/kg; 1,99% de Na; 21,5% de ácidos graxos totais) proveniente de gordura animal e óleo vegetal, ou glicerina bruta vegetal (GBV= 5.247 kcal/kg EB; 55,95% de glicerol; 10.960 mg de metanol/kg; 1,62% de Na; 23,30% de ácidos graxos totais), Carvalho (2011) determinou, com suínos na fase de crescimento/terminação ($45,08 \pm 4,11$ kg de peso vivo), valores de energia digestível de 5.234 e 5.040 kcal/kg para a glicerina bruta mista e bruta vegetal, respectivamente. Os valores de energia metabolizável foram de 4.707 e 4.481 kcal/kg, respectivamente. Os teores de ácidos graxos das gliceras proporcionaram elevado conteúdo de EB, e os suínos mostraram boa eficiência na utilização das gliceras, em que os coeficientes de metabolizabilidade da EB foram 89,95% para a GBM e 85,38% para a GBV.

Dozier et al. (2008b) desenvolveram três experimentos com frangos de corte em diferentes idades, envolvendo glicerina com características semelhantes à utilizada por Lammers et al. (2007a; 2008b). O Experimento I foi de quatro a 11 dias de idade, em que os tratamentos consistiram de duas dietas, uma com zero, e outra com 6% de glicerina; os Experimentos, II e III, continham níveis de 0; 3; 6; e 9% de glicerina, em que o segundo foi de 17 a 24 dias, e o terceiro de 38 a 45 dias de idade. Os valores de EMAn foram 3.621, 3.331 e 3.349 kcal/kg, respectivamente, para cada período avaliado. Os autores comentam que a diferença na EMAn entre os Experimentos I e II (3.621 e 3.331 kcal/kg), não está diretamente relacionada ao efeito da idade, porque no

Experimento I foram avaliadas somente duas dietas, enquanto que no Experimento II, foram avaliadas quatro.

Em outro estudo, foram testadas quatro dietas para galinhas poedeiras, formuladas a partir de uma dieta basal, em que 5; 10; e 15% de glicerina bruta (87% de glicerol, 9% de água, 0,03% de metanol, 1,26% de Na e 3.625 ± 25 kcal/kg de EB) foram substituídas em igualdade de peso, por glicose (3.640 kcal/kg de EMAn). Os autores observaram aumento linear na EMAn à medida que aumentou a inclusão de glicerina bruta em relação à quantidade de glicose, sendo estimado valor de 3.805 kcal/kg, e coeficiente de metabolizabilidade de 105%. Isso indica a eficiente utilização da glicerina bruta pelas galinhas poedeiras (Lammers et al., 2008c).

Avaliando glicerina semipurificada, proveniente do óleo de soja, contendo 3.862 kcal/kg de EB e 92% de matéria seca, Gianfelici (2009) determinou o teor de 3.276 kcal/kg (MN) de EMAn para frangos de corte, resultando em um coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) de 84,82%. De acordo com o autor, a EMAn mínima obtida foi de 1.527 kcal/kg, para a inclusão de 5% de glicerina, mencionando que este valor pode estar associado a variabilidade, em função da pequena quantidade de glicerina consumida, em relação ao consumo total de alimento.

Portanto, pode ser que baixos níveis de inclusão não sejam adequados para determinar o valor energético da glicerina, quando usados isoladamente, pois podem subestimá-lo.

Estudando a inclusão de níveis crescentes (2,5; 5,0; 7,5; e 10,0%) de glicerina semipurificada (matéria seca: 85,35% sódio: 2,18%; glicerol: 68,08%; gordura: 0,44%; energia bruta: 4696,63 kcal/kg; metanol: 2.040 mg/kg), oriunda de fonte mista animal e vegetal (80% de óleo de soja e 20% de sebo bovino), para cães adultos da raça Beagle, Ponciano Neto (2011) estimou valor de energia metabolizável de 5.381,5 kcal/kg, apresentando coeficiente de metabolizabilidade de 114,58%. A energia metabolizável apresenta-se bastante acima dos valores determinados ou estimados com aves e suínos, e o coeficiente de metabolizabilidade mostra a ótima eficiência de utilização da glicerina pelos cães.

Diante de vários trabalhos realizados com o intuito de determinar os valores energéticos das gliceras, observa-se que a eficiência de utilização é dependente da espécie animal e dos níveis de inclusão deste subproduto. Além disso, a composição química de diferentes gliceras influencia diretamente seus valores de energia bruta e, conseqüentemente, de energia digestível e metabolizável.

1.4.2. Desempenho de aves e suínos alimentados com rações contendo glicerina

Já foi confirmado em estudos anteriores, utilizando suínos em terminação, que o glicerol (glicerina) é altamente palatável, e 10% de inclusão nas dietas promoveu aumento no consumo de ração, sem afetar, no entanto, o ganho de peso diário (Kijora & Kupsch, 1996; Kijora et al., 1995, 1997; Mourot et al., 1994). Da mesma forma, Simon et al. (1996) avaliaram a inclusão de 0; 5; 10; e 25% de glicerol e verificaram que níveis de 5 e 10%, podem ser utilizados sem afetar negativamente o desempenho, favorecendo a absorção de água na carcaça, em razão do fácil acúmulo de glicerol no músculo do frango.

De modo semelhante, Lammers et al. (2008a) demonstraram que em nível de 10%, a glicerina bruta (84,51% de glicerol; 0,32% de metanol; 1,20% de sódio; 0,005% de potássio) não causou toxicidade e foi eficientemente utilizada por suínos em crescimento, sem afetar o desempenho, a composição da carcaça e a qualidade da carne. Outro Experimento, avaliando a inclusão de 0; 5; e 10% de glicerina mostrou que pode ser utilizada eficientemente por suínos jovens (7,9 kg), pois o desempenho dos leitões não foi afetado (Lammers et al., 2007b).

A inclusão de 8% de glicerina bruta (82,30 a 83,20 % de glicerol; 5,85 a 5,97% de NaCl; 0,10 a 0,25% de ácidos graxo; e 0,01 a 0,10% de metanol), promoveu melhora no desempenho de suínos em crescimento e terminação (Schieck et al., 2010a). Em matrizes suínas lactantes, Schieck et al. (2010b), mostraram que 9% de glicerina bruta (86,1% glicerol, 6,01% sal e < 100 ppm de metanol), não afetou o desempenho e a capacidade dos animais em lidar com o estresse térmico.

Em frangos de corte, Cerrate et al. (2006), relataram que a inclusão de 5% de glicerina (3.527 kcal/kg de EM), foi semelhante à ração testemunha para o GP, CR e CA, em todas as idades avaliadas (1-14; 14-35; e 35-42 dias). Efeitos semelhantes, os autores observaram sobre o PV, quando utilizaram 10% de glicerina, mas isso ocorreu somente na fase de um a 14 dias, pois aos 35 e 42 dias de idade, o PV e a CA foram significativamente piores, em relação às aves que receberam a ração testemunha ou 5% de glicerina.

Os autores apontaram como responsável da queda nos parâmetros de desempenho, o consumo reduzido, causado por menor fluxo de ração nos comedouros. Isso é um ponto negativo, porque demanda atenção redobrada no manejo dos comedouros manuais. Porém, a formação de grânulos que ocorre no momento da mistura da ração, pode ser reduzida através de técnicas de manuseio, como por exemplo, fazendo a pré

mistura da glicerina com um ingrediente sólido (farelo de soja), e preferencialmente, realizando a mistura em misturadores horizontais.

Utilizando 0; 5; e 10% de glicerina (1.600 kcal/kg de EMAn; 0,5% de metanol), para frangos de corte até 42 dias de idade, Waldroup (2007), verificou que o desempenho das aves que consumiram 5% de glicerina foi semelhante à ração testemunha. Nas dietas com 5 e 10% de glicerina, houve melhora significativa no rendimento de peito. O autor menciona que a glicerina, pode ser uma fonte alternativa de energia para aves, podendo ser incluída em até 10%, no entanto, alguns problemas relacionados à qualidade do produto, como níveis de metanol, sódio, potássio e o teor de umidade, devem ser considerados.

Alguns autores verificaram que a glicerina pode promover aumento na umidade das excretas. Gianfelici (2009) atribuiu o aumento da perda de água por frangos consumindo glicerina, às perdas por via urinária, sendo 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%. Do mesmo modo, Waldroup (2007), detectou que a cama era visivelmente mais úmida, no tratamento contendo 10% de glicerina, e análises posteriores, confirmaram 0,15% de potássio excedente nestas dietas.

Os resíduos de sódio e potássio, geralmente encontrados nas glicerinas, são provenientes dos catalisadores (hidróxido de sódio e hidróxido de potássio) utilizados durante a produção do biodiesel. Assim, quando não considerada a quantidade de sódio e potássio nas glicerinas, haverá excesso desses eletrólitos nas dietas, ocasionando desbalanceamento eletrolítico. Devido ao aumento de sódio, segundo Barros et al. (2004), as aves consomem maior quantidade de água, na tentativa de manter a homeostasia corporal, havendo assim, maior excreção de água, o que aumenta a umidade da cama.

Essas observações são importantes, uma vez, que a umidade da cama pode causar prejuízos em situações práticas de criação de aves.

A inclusão de 10% de glicerina na dieta melhorou o desempenho de frangos de corte (Barteczko & Kaminski, 1999). Em estudos mais recentes, Abd-Elsamee et al. (2010), mostraram que em níveis de 6 e 8%, a glicerina (84,65% de glicerol, 10,17% de umidade, 3,41% Na e 3.445 kcal/kg de energia bruta) pode ser utilizada efetivamente por frangos de corte, sem prejudicar o desempenho e a qualidade da carne.

Da mesma forma, Li et al. (2010), observaram que para Bagre do Canal (*Ictalurus punctatus*), o nível de 10% de inclusão de glicerina (4.300 kcal/kg de energia bruta) na dieta, não afetou o ganho de peso, o consumo de ração e a eficiência alimentar, porém, quando adicionada em nível de 20%, houve redução no rendimento de filé.

Trabalhando com glicerina vegetal semipurificada (95,62% de matéria seca; 0,87% Na; 0,12% K; 0,36% Cl; e 3.583 kcal/kg de EM) e vegetal bruta (97,46% de matéria seca; 1,62% Na; 0,17% K; 0,46% Cl; e 5.275 kcal/kg de EM), Batista (2010), afirmou que a inclusão de até 16%, para codornas de corte nas fases de um a 14 dias e 15 a 35 dias de idade, não afetou o desempenho, ficando a dependência de seu uso, nos preços dos demais ingredientes que compõem a ração.

Suínos em fase de crescimento e terminação, submetidos a tratamentos contendo 0; 3; 6; e 9% de glicerina bruta (80% de glicerol; 9,5% NaCl; 3.660 kcal/kg de energia metabolizável) proveniente do sebo bovino, apresentaram redução no ganho diário de peso, nas fases de crescimento I e II. Porém, de um modo geral, o estudo concluiu que, a glicerina pode ser utilizada como fonte energética nas rações de suínos até 9% de inclusão, sem afetar o desempenho, as características de carcaça e a qualidade da carne (Berenchtein et al., 2010).

Um experimento empregando diferentes níveis de glicerina, concomitante à redução na percentagem de lactose, para suínos em fase de creche (21 dias de idade), mostrou que o tratamento contendo 10% de glicerina e 10% de lactose, proporcionou maior peso corporal dos animais nas primeiras duas semanas de idade (Shields, 2009).

Para suínos na fase de creche (11 a 27 kg), foi detectado aumento linear no ganho médio diário de peso, quando alimentados com 3 e 6% de glicerina bruta ($P=0,03$) e com a mistura de 6 ou 12% ($P=0,06$) de óleo de soja+glicerina (50:50) (Groesbeck et al., 2008). Esses autores também verificaram que o tratamento contendo somente glicerina bruta (90,7% glicerol; 3,2% gordura bruta; 5,53% de cinzas; 136 ppm de metanol), promoveu melhora ($P<0,01$) na durabilidade do pellet, em comparação aos tratamentos que continham óleo de soja, ou óleo de soja+glicerina.

De acordo com os estudos já realizados, a glicerina pode se constituir numa boa fonte energética na formulação de rações para animais não-ruminantes. Porém, é necessário estar atento à composição deste subproduto, dos efeitos adversos de seus componentes, e principalmente, em relação aos níveis máximos de utilização.

1.4.3. Limitações de uso da glicerina na alimentação animal

No que diz respeito às limitações econômicas, o preço da glicerina precisa ser competitivo, em relação ao do milho e do farelo de soja, para que se possa utilizá-la na alimentação animal.

Porém, a maior preocupação, é quanto às limitações de ordem tecnológica, as quais estão relacionadas, principalmente, aos resíduos provenientes dos reagentes utilizados durante a produção do biodiesel, e merecem cuidados, o metanol e o sódio.

1.4.3.1. Metanol

Conforme visto anteriormente, existem duas rotas de produção de biodiesel, a metílica e a etílica, sendo utilizado o metanol ou etanol, respectivamente. Segundo Menten et al. (2009), a quantidade relativamente alta de metanol nas glicerinas, se dá em virtude da incompleta recuperação após o processo de transesterificação, durante a produção do biodiesel.

O metanol é absorvido de forma eficiente pela via oral, dérmica e por inalação. Possui ligação direta com a água, distribuindo-se de forma rápida no organismo. Após a digestão, alcança máxima concentração plasmática em 30 a 90 minutos (IPCS, 1997).

O metanol, assim como o etanol, é oxidado no fígado pela enzima álcool desidrogenase, entretanto, esta possui maior afinidade pelo etanol. Por esse motivo, o etanol é utilizado como antídoto em casos de intoxicação de metanol, evitando que se formem os compostos tóxicos. Na presença da enzima álcool desidrogenase, o etanol é convertido a acetaldeído, e posteriormente, a ácido acético pela enzima aldeído desidrogenase (Figura 3).

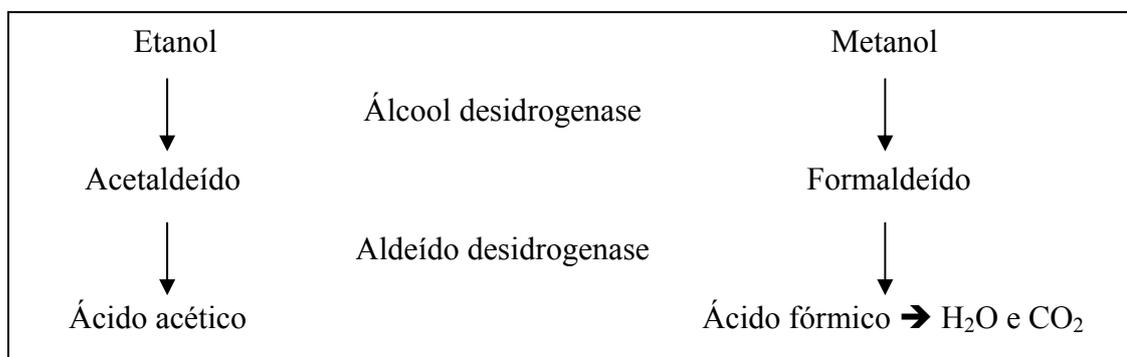


Figura 3. Metabolismo do etanol e metanol (Fonte: Adaptado de: <http://www.antizol.com/mpoisono.htm>).

Por outro lado, o metanol é convertido a formaldeído, e na sequência, a ácido fórmico, que por sua vez, é metabolizado a gás carbônico e água, os quais são excretados pelos rins e pulmões (IPCS, 1997).

Como visto, o metabolismo do etanol e metanol é dependente das mesmas enzimas, no entanto, o responsável pela toxicidade não é particularmente o metanol, e sim os seus metabólitos, como no caso, o ácido fórmico. Há relatos de que seu acúmulo desencadeia acidose metabólica, e, cegueira, pela destruição do nervo óptico, além de depressão do sistema nervoso central, vômito, e alteração motora (Lammers et al., 2008a).

A dose mínima letal de metanol, para seres humanos varia de 300-1.000 mg/kg de peso corporal (IPCS, 1997), enquanto para macaco rhesus (*Macaca mulata*), ratos Sprague Dawley e coelhos albinos, são respectivamente: 3.000; 9.500; e 7.000 mg/kg de peso corporal (Gilger & Potts, 1955; IPCS, 1997; citados por Shelby et al., 2004).

Alguns estudos indicam que ha saturação dos metabólitos de metanol no organismo. Os níveis de metanol no sangue foram linearmente relacionados até concentrações abaixo de 1.200 ppm (184 mg/kg), mas não a 2.000 ppm (308 mg/kg), sugerindo o início da saturação da álcool desidrogenase no sistema enzimático de macacos rhesus. A saturação do metabolismo do metanol parece estar entre 1.375-2.293 mg/kg, com base nos dados obtidos com macacos expostos há 21 horas por dia à inalação de metanol (Horton et al., 1992; citados por Shelby et al. 2001).

Com a saturação da enzima álcool desidrogenase, provavelmente o metanol não é metabolizado, sendo este, excretado mais rapidamente na urina sem maiores danos, como ocorre quando é utilizado o etanol como antídoto, por exemplo, para competir pelo sítio ativo da enzima álcool desidrogenase.

De acordo com os estudos reportados, os quais indicam que a toxidez do metanol, ou dos seus metabólitos, é dependente da dose e do peso corporal dos animais, é importante considerar: a ingestão diária de ração, e, portanto, de metanol, em função do peso corporal dos animais. Embora os animais (ratos, coelhos e cães), apresentem maior resistência à toxidez do que os humanos e primatas não-humanos, a literatura é escassa no que diz respeito à intoxicação por metanol para aves e suínos.

1.4.3.2. Sódio

No Brasil, segundo Menten et al. (2009), o hidróxido de sódio é o catalisador mais utilizado no processo de produção do biodiesel. Como consequência, a glicerina apresenta quantidades consideráveis de cloreto de sódio.

Assim, quando não é conhecida sua real quantidade presente nas glicerinas, e na ausência do seu ajuste nutricional, ao se proceder com a formulação das rações haverá excesso deste eletrólito nas dietas. Isso se constitui na principal problemática do sódio residual, visto que seu excesso ocasiona aumento no consumo de água, e conseguinte excreção pelos animais. Dessa forma, nas condições práticas de criação de aves, por exemplo, resultará no aumento da umidade da cama, podendo comprometer o desempenho dos animais.

1.5. Literatura citada

- ABD-ELSAMEE, M.O.; ABDO, Z.M.A.; EL-MANYLAWI, M. A. F. et al. Use of crude glycerin in broiler diets. **Egypty Poultry Science**, vol.30, p.281-295, 2010.
- Agência Nacional do Petróleo (ANP). [2010] Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 04 de Dezembro de 2010.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). [1999]. Resolução nº 386, de 5 de agosto de 1999. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/386_99.htm> Acesso em: 10 de fevereiro de 2011.
- AIBA, H.; KAWAURA, R.; YAMAMOTO, E. et al. Isolation and characterization of high-osmolarity-sensitive mutants of fission yeast. **Journal of Bacteriology**, v. 180, p.5038-5043, 1998.
- BARROS, J.M.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência de sódio para frangos de corte nas fases de crescimento (22 a 42 dias) e final (43 a 53 dias). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1721-1733, 2004 (Supl. 1).
- BARTECZKO, J.; KAMINSKI, J. The effect of glycerol and vegetable fat on some physiological indices of the blood and overfatness of broiler carcass. **Warsaw Agricultural University Animal Science.**, 36:197–209, 1999.
- BARTELT, J.; SCHNEIDER, D. Investigation on the energy value of glycerol in the feeding of poultry and pig. In: Union for the Promotion of Oilseeds- Schriften Heft 17. Union Zur Förderung Von Oel-Und Proteinplafalzen E.V., Berlin, Germany, p. 15-36, 2002.
- BATISTA, E. Avaliação nutricional de glicerol para codornas de corte. 2010. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

- BERENCHTEIN, B.; COSTA, L.B.; BRAZ, D.B. et al. Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1491-1496, 2010.
- BERRY, M.N., RUN, E.; WERNER, H.V. Regulatory role of reducing-equivalent transfer from substrate to oxygen in the hepatic metabolism of glycerol and sorbitol. **Biochemical Journal**. v.33, 407-417, 1973.
- BRISSON, D.; VOHL, M.C; ST-PIERRE, J. et al. Glycerol: a neglected variable in metabolic process? In: **Bio Essays** v.23, p.534-542, 2001. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bies.1073/pdf>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2011.
- BRODY, T., 1994. **Nutritional Biochemistry**. Academic Press Inc, San Diego, CA.
- CARVALHO, P.L.O. Glicerina bruta na alimentação de suínos. 2011. 109f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**. v.11, p.1001-1007, 2006.
- CHAMPE, P.C. and HARVEY, R.A. **Bioquímica Ilustrada**. 2ª Ed. 1996.
- CHAN, P.H., POLLACK, E.; FISHMAN, R.A. Differential effects of hypertonic mannitol and glycerol on rat brain metabolism and amino acids. *Brain Res.*, 225: 143-153, 1981.
- CRYER, A. & HARTLEY, W. Studies on the adaptation of rats to a diet high in glycerol. **International Journal of Biochemistry**. v.4, p.293-308, 1973.
- COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; FILHO, R.M.M. et al. Avaliação do desempenho e da qualidade dos ovos de codornas de corte de dois grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1823-1828, 2008.
- COSTA, B.J.; OLIVEIRA, S.M.M. Produção de biodiesel. (Dossiê Técnico). [2006] Instituto de Tecnologia do Paraná. Novembro, 2006. Disponível em: http://146.164.33.61/termo/seminarios09/Producao_de_biodiesel_Dossie_Tecnico.pdf. Acesso em: 25 de janeiro de 2011.
- DASARI, M. Crude Glycerol Potential Described. **Feedstuffs**, October 15, 2007.
- DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; BREGENDAHL, K. Glycerin as an energy source in poultry diets. In: Midwest Poultry Federation. March 18-20, 2008a.
- DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A. et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 317-322, 2008b.
- 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**. 24:565-571, 1983.

- FRANÇOIS, A. Glycerol in Nutrition. *Comptes Rendus de Academic Agriculture de France*, 2: p.63-76. 1994.
- GIANFELICI, M. F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte**. 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2009.
- GILGER, A.P.; POTTS, A.M. Studies on the visual toxicity of methanol. V. The role of acidosis in experimental methanol poisoning. **American Journal Ophthalmology** 1955;39:63–86.
- GROESBECK, C.N.; MCKINNEY, L.J.; DEROCHEY, J.M. et al. Effect of crude glycerol on pellet mill production and nursery pig growth performance. **Journal of Animal Science**, v.85, p.2228-2236, 2008 (suppl. 1.).
- GUYTON, A.C. **Textbook of Medical Physiology**. W. B. Saunders Company, Philadelphia, PA. 1991.
- HOBER, R.; HOBER, J. Experiments on the absorption of organic solutes in the small intestine of rats. **Journal of Cellular and Comparative Physiology**. 10:401-422. 1937.
- HORTON, V.L.; HIGUCHI, M.A.; RICKERT, D.E. Physiologically based pharmacokinetic model for methanol in rats, monkeys, and humans. **Toxicol Appl Pharmacol**, v.117, p.26–36. 1992
- IPCS (International Programme on Chemical Safety). [1997]. Environmental Health Criteria 196—Methanol. Geneva: WHO; 1997. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc196.htm>> Acesso em: 07 de fevereiro de 2011.
- KATO, T.; HAYASHI, Y.; INQUE, K. et al. Functional characterization of the carrier-mediated transport system for glycerol in everted sacs of the rat small intestine. **Biological Pharmacology Bulletin**, Tokyo. v. 27, n.11, p. 1826-1830, 2004.
- KATO, T.; HAYASHI, Y.; INQUE, K. et al. Glycerol Absorption by Na-Dependent Carrier-Mediated Transport in the Closed Loop of the Rat Small Intestine. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**. v.28, n.3 p.553-555, 2005.
- KIJORA, C.; BERGNER, H.; KUPSCH, R.D. et al. Glycerol as a feed component in diets of fattening pigs. **Archivos Animal Nutrition**. v.47, p.345-360, 1995.
- KIJORA, C.; KUPSCH, R.D. Evaluation of technical glycerols from “Biodiesel” production as a feed component in fattening of pigs. **Lipid-Fett**, v.98, p.240-245, 1996.
- KIJORA, C.; KUPSCH, R.D.; BERGNER, H. et al. Comparative investigation on the utilization of glycerol, free fatty acids, free fatty acids in combination with glycerol and vegetable oil in fattening of pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Foulum, v.77, n.3, p.127-138, 1997.
- KOOLMAN, J.; RÖHM, K.H. **Color Atlas of Biochemistry**. New York, Thieme Stuttgart, 1996.

- KULTZ, D.; GARCIA-PEREZ, A.; FERRARIS, J.D. et al. Distinct regulation of osmoprotective genes in yeast and mammals. Aldose reductase osmotic response element is induced independent of p38 and stress-activated protein kinase/Jun N-terminal in rabbit kidney cells. **Journal of Biological Chemistry**, v. 272, p.13165-13170, 1997.
- LAGES, F.; SILVA-GRAÇA, M.; LUCAS, C. **Microbiology**. 45, 2577, 1999.
- LAMMERS, P.; HONEYMAN, M.; KERR, B. et al. Energy value of crude glycerol fed to pigs. Sheffield: Iowa State University Animal Industry Report, 2007a. Disponível em: <<http://www.ans.iastate.edu/report/air/2007pdf/R2225.pdf>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2011.
- LAMMERS, P.; HONEYMAN, M.; KERR, B. et al. Growth and performance of nursery pigs fed crude glycerol. Sheffield: Iowa State University Animal Industry Report, 2007b. Disponível em: <<http://www.ans.iastate.edu/report/air/2007pdf/R2224.pdf>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2011.
- LAMMERS, P.J.; KEER, B.J.; WEBER, T.E. et al. Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin-supplemented diets. **Journal Animal Science**, Jul 3, 2008a.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; WEBER, T.E. et al. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal Animal Science**, v.86, p.602-608, 2008b.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.S. et al. Nitrogen-Corrected Apparent Metabolizable Energy Value of Crude Glycerol for Laying Hens. **Poultry Science**, v.87, p.104-107, 2008c.
- LIN, E.C.C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review of Biochemistry**., 46: 765-795, 1977.
- LI, H.M.; MINCHEW, D.C.; OBERLE, F.D. et al. Evaluation of Glycerol from Biodiesel Production as a Feed Ingredient for Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**. Vol. 41, Nº 1, February, 2010.
- MENTEN, J.F.M.; MIYADA, V.S.; BERENCHTEIN, B. [2009]. Glicerol na alimentação animal. (2009). Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/downloads/glicerol_2009-03-13.pdf> Acesso em: 22/01/2011.
- MIN, Y.N.; YAN, F.; LIU, F.Z. et al. Glycerin-A New Energy Source for Poultry. **International Journal of Poultry Science** 9 (1): 1-4, 2010.
- MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C. et al. Desempenho e Rendimento de Carcaça de Quatro Grupos Genéticos de Codornas para Produção de Carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v.34, n.3, p.870-876, 2005.
- MORRISON, L.R. Glycerol. In: **Encyclopedia of Chemical Technology**. New York: Wiley, pp. 921-932, 1994.

- MOTA, C.J.A.; DA SILVA, C.X.A.; GONÇALVES, V.L.C. Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. **Química Nova**, v.32, n.3, p.639-648, 2009.
- MOTA, C.J.A. [2010]. Alternativas para o Aproveitamento da Glicerina a partir do Biodiesel. Disponível em: <<http://www.abeq.org.br/palestras2010/6.pdf>> Acesso em: 06 de fevereiro de 2011.
- MOUROT, J.; AUMAITRE, A.; MOUNIER, A. et al. 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.
- MURRAY, F.; BRENNAN, M.F.; FITZPATRICK, G.F. et al. [1975]. Glycerol: Major contributor to the short term protein sparing effect of fat emulsions in normal man. In: Annual Meeting of the American Surgical Association, Quebec City, Quebec. v.182, n.4, p.386-394, 1975. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1343997/pdf/annsurg00284-0044.pdf>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2011.
- NEVOIGT, E; & STAHL, U. Osmoregulation and glycerol metabolism in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. **FEMS Microbiology Reviews**, v.21, p. 231-241, 1997.
- NIKKILA, E. A. & OJALA, K. Gluconeogenesis from glycerol in fasting rats. **Life Sciences**. v.3, p.243-249, 1964.
- OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M.; MENDES, A.A. et al. Avaliação sensorial de carne de codornas para corte, abatidas aos 35, 56, e 77 dias de idade. **Veterinária e Zootecnia**. v.12, n.1/2, p.61-68, 2005.
- OOI, T.L.; YONG, K.C.; HAZIMAH, A.H.; et al. Glycerol residue – A rich source of glycerol and medium chain fatty acids. **Journal of Oleo Science**. v.53, nº 1, p.29-33, 2004.
- PONCIANO NETO, B. Uso de glicerina na alimentação de cães adultos. 2011. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- REHM, H. Microbial production of glycerol and other polyols. In: **Biotechnology**, vol. 6. Special microbial process. Weinheim: VCH, p.52-64, 1988.
- REP, M.; ALBERTYN, J.; THEVELEIN, J.M. et al. Different signaling pathways contribute to the control of GPD1 gene expression by osmotic in *Saccharomyces cerevisiae*. In: **Microbiology**, v.145, p.715-727, 1999.
- RIVALDI, J.D.; SARROUB, B.F.; FIORILO, R. et al. Glicerol de Biodiesel. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**. p.44-51, Ano x, n.37, 2007/2008.
- ROBERGS, R.A.; GRIFFIN, S.E. Glycerol: Biochemistry, Pharmacokinetics and Clinical and Practical Applications. **Sports Medicine**, 3: 145-167, 1998.

- ROSEBROUGH, R.W.; GEIS, E.; JAMES, P. et al. Effects of dietary energy substitutions on reproductive performance, feed efficiency and lipogenic enzyme activity on large white turkey hens. **Poultry Science**, v.59, p.1485-1492, 1980.
- SAMBROOK, I.E. Digestion and absorption of carbohydrate and lipid in the stomach and the small intestine of the pig. In: *Current Concepts of Digestion and Absorption in Pigs*, Low, A.G. and I.G. Partridge (Ed.). Natl. Inst. Res. Dairying, Reading, UK., p.78-93, 1980.
- SAN JOSÉ, C.; MONGE, R.A.; PEREZ-DIAS, R.; et al. The mitogen-activated protein kinase homolog HOG1 gene controls glycerol accumulation in the *Candida albicans*. In: **Journal Bacteriology**, v.178, p.2850-2852, 1996.
- SCHIECK, S.; SHURSON, G. C.; KERR, B. J. et al. Evaluation of glycerol, a biodiesel co-product, in grow-finish pig diets to support growth and pork quality. **Journal Animal Science**, July, 2010a.
- SCHIECK, S.; KERR, B. J.; BAIDOO S. K. et al. Use of crude glycerol, a biodiesel coproduct, in diets for lactating sows. **Journal Animal Science**, v. 88, p.2648-2656, 2010b.
- SHELBY, M. NTP-CERHR Expert Panel report on the reproductive and developmental toxicity of methanol. Prepared by Methanol Institute. 21p., 2001.
- SHELBY, M.; PORTIER, C.; GOLDMAN, L. et al. NTP-CERHR Expert Panel report on the reproductive and developmental toxicity of methanol. **Reproductive Toxicology. Review**. v.18, p.303-390, 2004.
- SHIELDS, M.C. **Evaluation of the Nutritional Value of Glycerol, a Byproduct of Biodiesel Production, for Swine**. 2009. Thesis (Master of Science) 63s. North Carolina State University – Raleigh, North Carolina.
- SILVA, J.H.V. **Tabelas para Codornas Japonesas e Européias**. Ed.: Funep, 107p., 2009.
- SIMON, A.; Bergner, H.; Schwabe, M. Glycerol - feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v.49, p.103-112, 1996.
- SIMON, A.; SCHWABE, M.; BERGNER, H. Glycerol supplementation in broiler rations with low crude protein content. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 50, n. 3, p. 271-282, 1997.
- SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. *Aves e Ovos: Criação de Codornas*. Pelotas: Ed. da Universidade Federal de Pelotas, UFPEL, 2005.
- STEELE, R.; WINKLER, B.; ALTSZULER, N. Inhibition by infusion glycerol of gluconeogenesis from other precursors. **American Journal of Physiology**, v.221, n.3, p.883-888, 1971.
- TAO, R.C.; KELLEY, R.E.; YOSHIMURA, N.N. et al. Glycerol: Its metabolism and use as an intravenous energy source. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, 7: 479-488, 1983.

- WAGNER, D.R. Hyperhydrating with glycerol: Implications for athletic performance. **Journal of the American Dietetic Association**. v.99, p.207-212, 1999.
- WALDROUP, P.W. Biofuels and broilers – competitors or cooperators? Proceedings of the 5th Mid-Atlantic Nutrition Conference, Timonium, Maryland, USA. S. p.25-33, March, 2007.
- WANG, ZX; ZHUGE, J; FANG, H; PRIOR, BA. Glycerol production by microbial fermentation: A review. In: **Biotechnology Advances** v.19, p.201-223, 2001.
- WINTER, E.M.W.; ALMEIDA, M.I.M.; OLIVEIRA, E.G. et al. Aplicação do método Bayesiano na estimação de correlações genéticas e fenotípicas de peso em codornas de corte em várias idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1684-1690, 2006 (supl.).
- YANG, X.J.; KOW, L.M.; FUNABASHI, T. et al. Hypothalamic glucose sensor: similarities to and differences from pancreatic beta-cell mechanisms. **Diabetes**. 48:1763-1672, 1999.
- YOUNG, J.W.; SHRAGO, E.; LARDY, H.A. Metabolic control of enzymes involved in lipogenesis and gluconeogenesis. **Biochemistry**, v.3, n.11, p.1687-1692, 1964.

II – OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a inclusão de glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e vegetal, para codornas de corte, na fase inicial (1-14 dias) e na fase final de crescimento (15-35 dias de idade).

2.1. Objetivos Específicos

1. Determinar a composição química e os valores energéticos da glicerina bruta e da semipurificada;
2. Estimar o nível de inclusão de glicerina, que proporciona o melhor desempenho das codornas, nas fases de um a 14 e 15 a 35 dias de idade;
3. Avaliar o efeito das glicerinas sobre a composição química corporal nas fases de um a 14 dias e 15 a 35 dias de idade, e o rendimento de carcaça e dos cortes na fase de 15 a 35 dias;
4. Verificar a viabilidade econômica da utilização das glicerinas nas dietas de codornas de corte, nas fases de um a 14 e 15 a 35 dias de idade.

III – Estimativa do valor energético da glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte em crescimento

RESUMO - Um ensaio de digestibilidade foi conduzido para determinar a composição química, a energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB), do extrato etéreo (CMEE), da matéria seca (CMMS) e da matéria orgânica (CMMO), da glicerina bruta (GB) ou semipurificada (GS), oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte. Foram utilizadas 125 codornas com 22 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições, e cinco aves por repetição. Os tratamentos consistiram de uma ração referência (RR) e outras quatro rações teste (RT) em que as gliceras foram incluídas nos níveis de 8 e 12%. O período experimental teve duração de 10 dias, sendo cinco para a adaptação e cinco para as coletas de excretas. Os valores de EMAn foram submetidos à análise de regressão para a estimativa dos valores energéticos, considerando-se os consumos de EMAn de cada glicerina, em função do consumo de glicerina das unidades experimentais, sob a restrição do intercepto igual a zero. Os CMEB foram de 90,12% para a GB e 76,96% para a GS. Os valores estimados de EMAn são 4.893 kcal/kg de matéria natural (MN) e 2.476 kcal/kg MN, para a GB e GS, respectivamente.

Palavras-chave: biodiesel, digestibilidade, energia metabolizável, equação de regressão, metabolizabilidade

III - Estimate of energy value of crude glycerin or semipurified, from animal fat and vegetable oil, for meat quails in growth

ABSTRACT - A digestibility trial was conducted to determine the chemical composition, the apparent metabolizable energy (AME) corrected for nitrogen balance (AMEn), and the gross energy metabolizability coefficient (GEMC), ether extract (EEMC), dry matter (DMMC) and matter organic (MOMC) of crude glycerin (CG) and semi-purified (SG), derived from animal fat and vegetable oil, for meat quails. At the trial, 125 meat quails, twenty two-day-old were distributed on a completely randomized design with five treatments and five replications and, five birds per replication. The treatments consisted on a reference diet and another four test diets, where the Glycerin were included at the levels of 8 and 12%. The experimental period lasted five days of adaptation and five days of excreta collection. The values of AMEn were subjected to regression analysis to estimate the energy values, considering the intakes of each AMEn glycerin according to the intake of glycerin of experimental units, under the constraint of the intercept equals zero. The GEMC were 90.12% for CG and 76.96% for SG. The estimated values of AMEn are 4,893 kcal/ kg fresh matter (FM) and 2,476 kcal/ kg FM, for GB and GS, respectively.

Key Words: biodiesel, digestibility, metabolizable energy, regression equation, metabolizability

3.1. Introdução

O milho é o principal alimento energético utilizado na alimentação animal e o responsável por grande parte dos custos nas formulações de rações. Murakami & Furlan (2002) ressaltam a utilização de alimentos alternativos, os quais têm sido constantemente estudados em rações para frangos de corte e galinhas de postura, porém, na alimentação de codornas poucas são as informações, considerando-se que essas aves apresentam particularidades fisiológicas e comportamentais, diferenciando-se das demais em eficiência alimentar e produtividade. Essas peculiaridades anatômicas e fisiológicas, existente entre as diferentes espécies de animais, podem contribuir para variações significativas na metabolizabilidade dos alimentos, o que na produção animal, do ponto de vista produtivo e econômico, não é desejável.

Diante disso, são justificáveis as pesquisas envolvendo alimentos alternativos, buscando também a redução dos custos e procurando manter, contudo, as características qualitativas das rações. Os subprodutos ou resíduos resultantes do processamento industrial de produtos agrícolas são os que mais despertam, no momento, a atenção dos pesquisadores (Gomes et al., 2006). Dentre estes vêm se destacando a glicerina, um subproduto da produção do biodiesel, que pode ser obtida a partir de fontes renováveis, como óleos vegetais ou gorduras animais. Isso se deve ao fato de que concomitante ao crescimento da produção de biodiesel, há aumento na disponibilidade de glicerina, havendo assim a necessidade de utilização deste subproduto, pois apresenta considerável rendimento. Segundo Schumacher (2007), para cada 100 litros de biodiesel produzidos são gerados em torno de 10 litros de glicerina (10%).

Neste contexto, o uso da glicerina como alimento energético em rações para animais pode ser uma alternativa viável, e ainda assim ambientalmente sustentável, já que poderá evitar que a mesma venha a ter destinos inadequados, de forma a contaminar o meio ambiente.

Recentemente no Brasil, os estudos realizados com aves (Menten et al., 2008; Gianfelici, 2009; Batista, 2010) e suínos (Berenchtein et al., 2010) demonstraram que a glicerina pode se constituir em um ingrediente com potencial para uso, apresentando alto teor energético e sendo eficientemente utilizada pelos animais.

Porém, de modo geral, existe variação muito grande na composição química das glicerinas utilizadas, em virtude de serem produzidas a partir de várias fontes de óleos e gorduras, e devido aos resíduos dos reagentes (hidróxido de sódio/potássio e metanol) necessários para as técnicas de produção de biodiesel, que permanecem na fração da

glicerina. Também são encontradas nas glicerinas, quantidades consideráveis de ácidos graxos, que por sua vez, podem proporcionar valores energéticos mais elevados.

Entretanto, o excesso destes contaminantes pode desencadear distúrbios metabólicos nos animais, como é o caso do metanol, ou então, desequilíbrio eletrolítico, no caso do sódio. De acordo com Menten et al. (2010), o uso de dietas contendo glicerina provoca respostas espécie-específicas e órgão-específicas, e neste sentido, são necessários estudos mais aprofundados principalmente em relação ao metabolismo do glicerol, visto que o teor deste composto, também é variável na maioria das glicerinas.

Portanto, é imprescindível saber com precisão os valores energéticos das glicerinas, para utilizá-los na formulação de rações. Neste sentido, objetivou-se neste trabalho determinar a composição química, os valores de energia metabolizável aparente corrigidas para o balanço de nitrogênio (EMAn), os coeficientes de metabolizabilidade (CM) da energia bruta (EB), do extrato etéreo (EE), da matéria seca (MS) e da matéria orgânica (MO), da glicerina bruta (GB) e semipurificada (GS), para codornas de corte.

3.2. Material e métodos

O trabalho foi realizado no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), da Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizadas 125 codornas de corte com 22 dias de idade, alojadas em uma bateria de gaiolas com cinco aves em cada gaiola, sendo distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram de uma ração referência (RR), formulada à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), a partir da composição química dos alimentos obtida de Rostagno et al. (2005) e outras quatro rações teste (RT) em que as glicerinas foram incluídas nos níveis de 8 e 12%. As glicerinas utilizadas foram provenientes de gordura animal e óleo vegetal, denominadas glicerina bruta (GB) e glicerina semipurificada (GS). Foram utilizadas as exigências de lisina e energia determinadas por Scherer (2009), e as de Ca e P determinadas por Silva (2008).

O período experimental teve duração de 10 dias, sendo cinco para a adaptação às gaiolas e rações, e cinco para coleta total de excretas. Neste período as aves receberam ração e água a vontade. Para obter o consumo médio, as rações foram pesadas no início

e no final do período total da coleta. Como marcador do início e do final do período de coleta, foi utilizado o óxido férrico (2%).

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética da ração referência para codornas de corte em fase de crescimento

Ingredientes	Quantidade (kg)
Milho	53,56
Farelo de soja (45%)	38,87
Óleo de soja	3,00
Fosfato bicálcico	1,60
DL-Metionina	0,93
L-Lisina HCL	0,81
Sal comum	0,40
Calcário	0,28
Premix	0,35
L-Treonina	0,19
BHT	0,01
Total	100,00
Valores Calculados	
Proteína bruta (%)	23,50
Cálcio (%)	0,61
Fósforo disponível (%)	0,41
Energia metabolizável (EM) (kcal/kg)	3.036
Metionina + cistina digestível (%)	1,52
Lisina digestível (%)	1,73
Treonina digestível (%)	0,93
Triptofano digestível (%)	0,25
Sódio (%)	0,18

¹Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit. D3 – 1.250.000 UI; Vit. E – 4.000 mg; Vit. B1 – 278 mg; Vit. B2 – 2.000 mg; Vit. B6 – 525 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina – 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg; Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg; ²BHT(Butil Hidroxi Tolueno).

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (20 cm de largura x 33 cm de profundidade x 25 cm de altura), dispendo de bebedouros tipo “nipple” e de comedouros do tipo calha. As bandejas para coleta de excretas foram revestidas por plástico, devidamente identificadas, as quais eram removidas a cada coleta (intervalo de 12 horas) para a retirada das excretas.

As excretas foram compostas por unidade experimental, acondicionadas em saco plástico e armazenadas em congelador até o final do período total de coleta. Posteriormente foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas e secadas em estufa de ventilação forçada, por 72 horas a 55°C. Em seguida procedeu-se com as análises laboratoriais, de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) matéria

orgânica (MO) e energia bruta (EB), das excretas e das rações, conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2005).

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), assim como os CM das glicerinas, foram determinados de acordo com as equações propostas por Matterson et al. (1965). Estes foram submetidos à análise de regressão, para a estimativa do valor energético, considerando-se os consumos de EMAn, extrato etéreo metabolizável (EEM), matéria seca metabolizável (MSM) e matéria orgânica metabolizável (MOM) das glicerinas, em função do consumo de glicerina das unidades experimentais (Tabela 2), sob a restrição do intercepto igual a zero (Neter & Wasserman, 1974).

Tabela 2. Dados utilizados para os cálculos da estimativa da energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), da glicerina bruta e da glicerina semipurificada

Níveis (%)	MSI (kg)		Consumo de Glicerina (kg)		EMAn (kcal/kg) (Matterson et al., 1965)		Consumo de EMAn (kcal/kg)	
	GS	GB	GS	GB	GS	GB	GS	GB
8	0,3888	0,3068	0,0311	0,0245	2613	4275	81,2824	104,9311
	0,4606	0,4097	0,0369	0,0328	2455	4559	90,4549	149,4021
	0,3380	0,3086	0,0270	0,0247	2221	4409	60,0674	108,8492
	0,4361	0,3919	0,0349	0,0314	1767	5223	61,6575	163,7514
	0,4326	0,5817	0,0346	0,0465	1922	6398	66,5203	297,7488
12	0,3602	0,4328	0,0432	0,0519	2797	4740	120,9043	246,2069
	0,4046	0,4240	0,0486	0,0509	3218	4126	156,2640	209,9092
	0,3551	0,3832	0,0426	0,0460	2286	5109	97,4372	234,9052
	0,3893	0,3708	0,0467	0,0445	2228	4789	104,0549	213,0737
	0,3654	0,3459	0,0438	0,0415	2549	4656	111,7756	193,2573

MSI: matéria seca ingerida

3.3. Resultados e discussão

Os teores de MS das glicerinas foram de 94,55 e 85,68%, para glicerina bruta e semipurificada, respectivamente (Tabela 3). Esses teores são bastante variados, dependendo, principalmente, do processamento para obtenção do biodiesel.

A quantidade de glicerol presente na GB, de 57,25% e na GS, de 68,66% foram inferiores aos estabelecidos pelo MAPA em setembro de 2010, de 80%.

Tabela 3. Composição química e energética da glicerina bruta e da glicerina semipurificada

Nutrientes	glicerina bruta	glicerina semipurificada
Umidade, %	5,45	14,32
Matéria seca, %	94,55	85,68
Glicerol, %	57,25	68,66
Proteína bruta, %	0,05	0,04
Energia bruta, kcal/kg (MN)	5429	3217
Extrato etéreo, %	21,5	5,1
Metanol, mg/kg	50.500	62.800
Matéria orgânica (%)	90,05	81,88
MONG ¹ , %	32,80	13,22
Cinzas, %	4,50	3,80
Cloreto de Sódio, %	3,01	0,35
Cálcio, ppm	82,33	79,81
Fósforo, ppm	167,51	653,44
Potássio, %	0,023	0,006
Sódio, %	1,99	1,04
Cloreto, %	0,35	0,381
Magnésio, ppm	30,72	38,99
Cobre, ppm	0,197	0,532
Cromo, ppm	0,177	8,571
Ferro, ppm	26,51	256,57
Zinco, ppm	0,195	2,234
Manganês, ppm	0,853	1,487
Alumínio, ppm	33,48	13,86
Cobalto, ppm	0,475	0,22
Molibdênio, ppm	0	0
Chumbo, ppm	0,487	0,526
pH	8,55	1,67
Densidade, kg/m ³	1.110	1.189
Ácidos graxos		
Mirístico (14:0)	0,47	<0,1
Palmítico (16:0)	16,2	36,83
Palmitoleico (16:1 n-7)	<0,1	10,04
Esteárico (18:0)	6,77	22,07
Oleico (18:1 n-9)	26,68	16,96
Vacênico (18:1 n-7)	1,81	<0,1
Linoleico (18:2 n-6)	41,06	14,08
Linolênico (18:3n-3)	4,00	<0,1

¹ Matéria orgânica não glicérica: 100- (% glicerol + % umidade + % cinzas)

A glicerina bruta apresenta maior concentração de ácidos graxos (21,5%) do que a semipurificada (5,1%), o que explica a diferença entre os valores de energia bruta, de 5.429 kcal/kg MN e 3.217 kcal/kg MN, respectivamente. Valor intermediário de energia bruta (4.100 kcal/kg) foi obtido por Min et al. (2010). Segundo Kerr et al. (2009), o

valor de energia bruta é dependente da quantidade de glicerol, metanol e ácidos graxos presentes na glicerina.

Contudo, os teores de metanol foram bem superiores aos padrões estabelecidos pelo Ministério da Agricultura (150 mg/kg). Estudos mostram que a dose mínima letal de metanol para seres humanos varia de 300 a 1.000 mg/kg de peso corporal (IPCS, 1997), enquanto para macaco rhesus (*Macaca mulata*), ratos Sprague Dawley e coelhos albinos, são respectivamente: 3.000; 9.500; e 7.000 mg/kg de peso corporal (Gilger e Potts, 1955; IPCS, 1997, citados por Shelby et al., 2004).

O valor de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), foi de 4.893 kcal/kg MN para a glicerina bruta e 2.476 kcal/kg MN para a semipurificada (Figura 1).

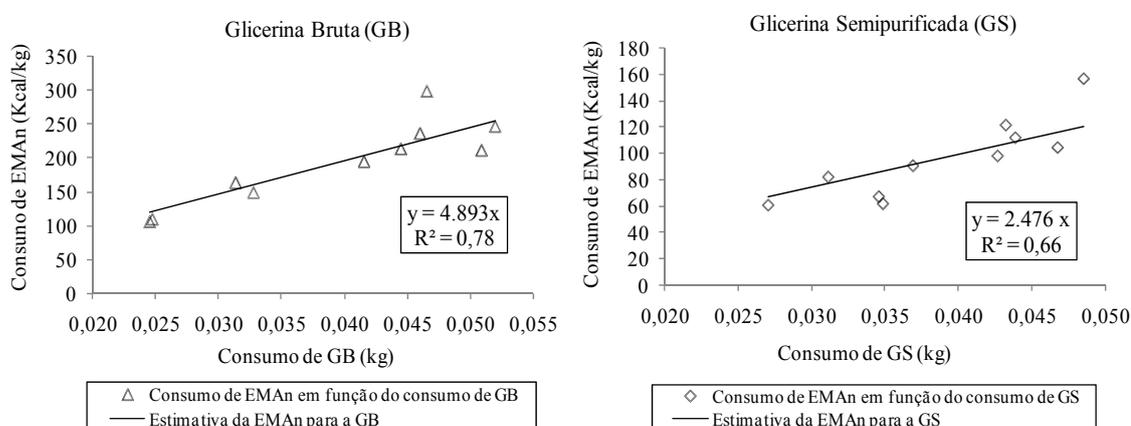


Figura 1. Valores estimados de EMAn, da GB e GS, para codornas de corte em crescimento. GB= 4.893x; $R^2 = 0,78$; GS= 2.476x; $R^2 = 0,66$.

Avaliando glicerina semipurificada proveniente do óleo de soja, contendo 3.862 kcal/kg de energia bruta e 92% de matéria seca, Gianfelici (2009), determinou teor de 3.276 kcal/kg MN de EMAn para frangos de corte, resultando em um CMEB de 84,82%. De acordo com o autor, a EMAn mínima obtida foi de 1.527 kcal/kg quando incluiu 5% de glicerina, mencionando que este valor pode estar associado a variabilidade, em função da pequena quantidade de glicerina consumida em relação ao consumo total de ração, destacando ainda, que este baixo valor energético pode estar mais associado a erros metodológicos do que a fenômenos metabólicos, para este nível de inclusão avaliado.

Portanto, pode ser que baixos níveis de inclusão não sejam adequados para determinar o valor energético da glicerina, quando usados isoladamente, pois podem subestimá-lo.

Avaliando níveis de inclusão (4%; 8; e 12%) de glicerina bruta mista (5242 kcal/kg EB; 55,45% de glicerol; 50.500 mg de metanol/kg; 1,99% de Na; 21,5% de ácidos graxos totais) proveniente de gordura animal e óleo vegetal, ou glicerina bruta vegetal (5247 kcal/kg EB; 55,95% de glicerol; 10.960 mg de metanol/kg; 1,62% de Na; 23,30% de ácidos graxos totais), Carvalho (2011) determinou, com suínos na fase inicial ($19,20 \pm 1,52$ kg de peso vivo), valores de energia digestível de 5.143 e 5.070 kcal/kg para a glicerina bruta mista e bruta vegetal, respectivamente. Os valores de energia metabolizável para essas glicerinas foram de 4.488 e 4.556 kcal/kg, respectivamente. Segundo o autor, os teores de ácidos graxos totais das glicerinas contribuíram para o elevado teor energético das glicerinas.

Utilizando uma glicerina contendo 3.625 kcal/kg de energia bruta, Dozier et al. (2008b), obtiveram valores de EMAN de 3.621; 3.331; e 3.349 kcal/kg, para frangos de corte em diferentes idades (4 a 11, 17 a 25 e 37 a 45 dias de idade), respectivamente. De acordo com os autores, considerando um valor médio de todas as fases, o valor de EMAN foi 3.434 kcal/kg, apresentando CM de aproximadamente 95%.

Para frangos de corte Cobb 500, Cerrate et al. (2006) estimaram valor de EMAN de 3.527 kcal/kg, utilizando níveis de 5 e 10% de inclusão. O valor de EB foi de 3.596 kcal/kg, proporcionando CM de 98,08%. Através de regressão, Lammers et al. (2008c), obtiveram valor de 3.805 kcal/kg de EMAN da glicerina bruta (87% de glicerol, 9% de água, 0,03% de metanol, 1,26% de Na e 3.625 ± 25 kcal/kg de EB), para galinhas poedeiras com 40 semanas de idade.

Trabalhando com 10% de inclusão de glicerina vegetal bruta (GVB) e glicerina vegetal semipurificada (GVS), para codornas de corte com 20 dias de idade, Batista (2010) obteve valores de energia bruta de 5.275 e 3.585 kcal/kg, sendo os valores de EMAN de 4.564 e 3.068 kcal/kg MN, respectivamente. Os coeficientes de metabolizabilidade foram de 86,97% para a GVB e 85,61% para a GVS.

Valor inferior foi encontrado por Abd-Elsamee et al. (2010), que utilizando glicerina com 84,65% de glicerol; 10,17% de umidade; 3,41% Na; e 3.445 kcal/kg de energia bruta, obtiveram 3.312 kcal/kg de EMA para galos com 28 semanas de idade. O coeficiente de metabolizabilidade da EB foi 96%.

No presente estudo é evidente a diferença entre os valores energéticos das glicerinas. A GB apresentou EMAN superior a GS. A maior quantidade de ácidos graxos presentes na GB (Tabela 3) contribuiu para o aumento do valor energético.

É constatada, tanto nos trabalhos nacionais como nos internacionais, grande variação nos valores energéticos das glicerinas, no entanto, a EMAn tem se aproximado muito, quando não superior, ao valor de EMAn do milho para frangos de corte, o qual segundo Rostagno et al. (2005), é de 3.381 kcal/kg. Além do mais, a eficiência na utilização das glicerinas relatadas é consideravelmente alta, geralmente sendo superior a 80%.

No presente estudo, observa-se que o CMEB foi de 90,12% para a GB, ao passo que para a GS foi de 76,95%, o que mostra a maior eficiência das codornas de corte na utilização da glicerina bruta.

Alguns autores relatam que em altas taxas de inclusão, as aves, aparentemente, não são capazes de metabolizar toda a glicerina (glicerol) absorvida (o), e de acordo com Min et al. (2010), a possível explicação para isso, seria que, a ativação enzimática do glicerol através da glicerol quinase, para assim formar glicerol-3-fosfato, estaria comprometida, limitando o aproveitamento. Barteczko & Kaminski (1999) já haviam observado em frangos de corte, que um nível elevado de glicerol na dieta pode aumentar a taxa de passagem da digesta e, desta forma, comprometer a utilização dos nutrientes.

Da mesma forma, Bartelt & Scheneider (2002) demonstraram que os valores de EM do glicerol puro, para frangos de corte, galinhas poedeiras e suínos, variavam de acordo com sua inclusão na dieta. Os autores sugeriram que a redução da EMA ocorre pela ausência de reabsorção renal de glicerol. Em outro estudo, Gianfelici (2009) relatou que quando ocorre a ingestão de quantidades crescentes de glicerol, deve existir um nível a partir do qual a capacidade de metabolização é superada, causando aumento no glicerol sanguíneo.

Em estudos anteriores, Lin (1977) relatou que o metabolismo do glicerol em grande parte ocorre no fígado e rins. Sabe-se que a enzima glicerol quinase está presente apenas no fígado, e que pela ausência da mesma nos adipócitos, estes não conseguem metabolizar o glicerol. De acordo com Champe & Harvey (1996), 90% da gliconeogênese ocorre no fígado, enquanto os rins fornecem 10% das moléculas de glicose sintetizadas. Assim, os rins desempenham um papel menor, exceto durante um jejum prolongado, quando eles se tornam importantes órgãos produtores de glicose. O rim produz glicose principalmente a partir de aminoácidos, no entanto, somente parte dela é liberada para o sangue, pois este órgão necessita-a para executar suas funções.

Uma vez excedida a capacidade dos rins de reabsorver a glicose (Koolman & Röhm, 2005), ou quando o glicerol não é absorvido pela não ativação do glicerol pela

enzima glicerol quinase (Min et al, 2010), presume-se que o excesso tanto de glicerol como de glicose, seja excretado na urina, principalmente, quando utilizados altos níveis de inclusão (Bartelt & Scheneider, 2002; Dasari, 2007; Gianfelici, 2009;).

O teor de matéria seca metabolizável (MSM) foi de 82,89% para a glicerina bruta e 71,37% para a glicerina semipurificada. Os CMMS foram de, 87,67% para a GB e 83,30% para a GS (Figura 2), os quais são semelhantes aos obtidos por Batista (2010), quando utilizou glicerina vegetal bruta e semipurificada.

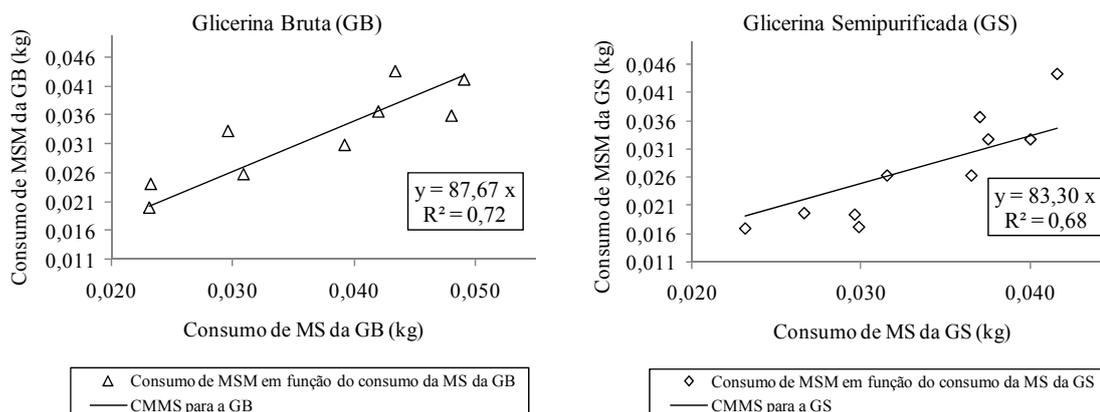


Figura 2. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da GB e GS, para codornas de corte em crescimento.

Os teores de matéria orgânica metabolizável (MOM) foram de 78,61% para a glicerina bruta, e 65,20% para a semipurificada, com coeficientes de metabolizabilidade de 87,30 e 79,64%, respectivamente (Figura 3). Batista (2010) obteve valores de 87,77% para a GVB e 90,99% para a GVS.

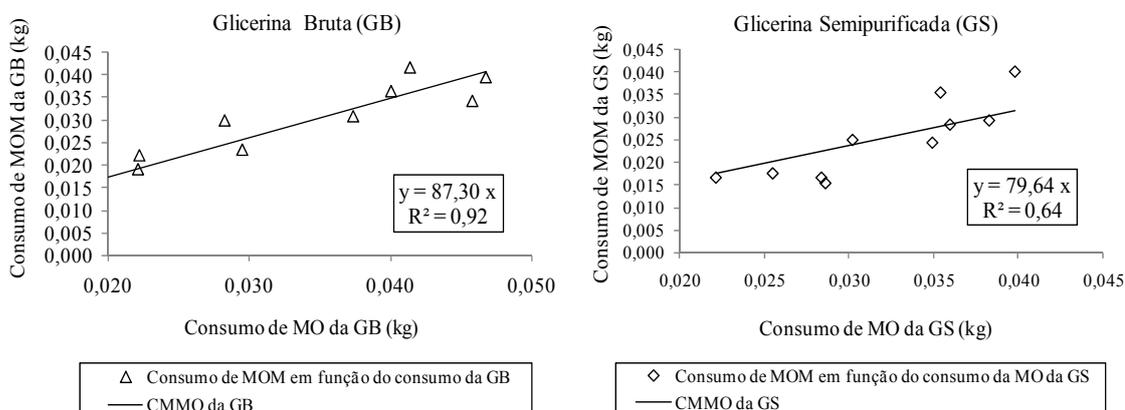


Figura 3. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria orgânica (CMMO), da GB e GS, para codornas de corte em crescimento.

A metabolizabilidade do extrato etéreo foi 97,46 e 82,76%, para a GB e GS, respectivamente (Figura 4). Isso se deve a diferença na composição do EE das glicerinas (Tabela 3). Os ácidos graxos, oleico e linoleico, estão presentes em maior quantidade na GB, e de acordo com Leeson & Summers (2001), citados por Bertechini (2006), a absorvabilidade dos mesmos, de 88 e 91%, respectivamente, foram altas para aves de três a quatro semanas de idade. Por outro lado, a absorvabilidade dos ácidos graxos, esteárico e palmítico, é de 0 e 2%, e estes, estão presentes em maior proporção na glicerina semipurificada.

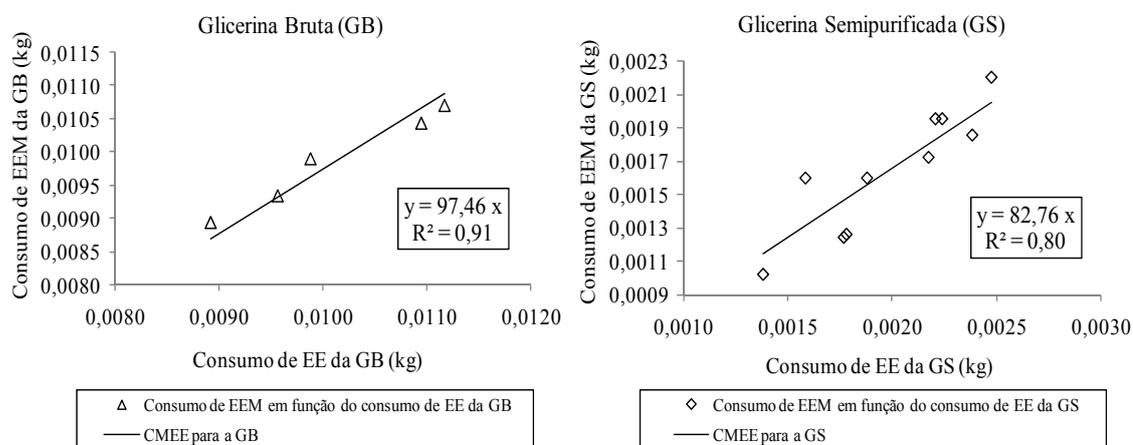


Figura 4. Coeficientes de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE), da GB e GS, para codornas de corte em crescimento.

Recentemente, vários trabalhos têm abordado o uso da glicerina como fonte energética na alimentação de animais não-ruminantes. Entretanto, a variabilidade na composição desse subproduto, dificulta a determinação de um valor energético absoluto, assim como dos valores de metabolização dos seus nutrientes, visto ainda, que isso depende diretamente da espécie, idade dos animais, e dos níveis de inclusão utilizados nas dietas. O uso de dietas contendo glicerina provoca respostas espécie-específicas e órgão-específicas (Menten et al., 2010), e neste sentido, são necessários estudos mais aprofundados principalmente em relação ao metabolismo do glicerol, ao passo que, deve-se estar atento quanto a adequação das metodologias utilizadas nesses estudos.

Portanto, o uso da glicerina nas formulações de rações requer cautela uma vez que há falta de padronização para alguns parâmetros de composição química haja vista que a produção de glicerina encontra-se em segundo plano. No entanto, a partir do momento em que se viabilize a utilização da glicerina na nutrição animal, ocorrerá também maior

valorização e, conseqüentemente, maior preocupação quanto à qualidade deste subproduto.

3.4. Conclusão

Os valores estimados de EMAn, da glicerina bruta e semipurificada para codornas de corte, são de 4.893 kcal/kg MN e 2.476 kcal/kg MN, respectivamente.

3.5. Literatura citada

- ABD-ELSAMEE, M.O.; ABDO, Z.M.A.; EL-MANYLAWI, M. A. F. et al. Use of crude glycerin in broiler diets. **Egypty Poultry Science**, vol.30, p.281-295, 2010.
- BARTECZKO, J.; KAMINSKI, J. The effect of glycerol and vegetable fat on some physiological indices of the blood and overfatness of broiler carcass. **Warsaw Agricultural University Animal Science.**, 36:197–209, 1999.
- BARTELT, J.; SCHNEIDER, D. Investigation on the energy value of glycerol in the feeding of poultry and pig. In: Union for the Promotion of Oilseeds- Schriften Heft 17. Union Zur Förderung Von Oel-Und Proteinplafalzen E.V., Berlin, Germany, p. 15-36, 2002.
- BATISTA, E. Avaliação nutricional de glicerol para codornas de corte. 2010. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- BERENCHTEIN, B.; COSTA, L.B.; BRAZ, D.B. et al. Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1491-1496, 2010.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 301p, 2006.
- CARVALHO, P.L.O. Glicerina bruta na alimentação de suínos. 2011. 109f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**. v.11, p.1001-1007, 2006.
- CHAMPE, P.C. and HARVEY, R.A. **Bioquímica Ilustrada**. 2ª Ed. 1996.
- DASARI, M. Crude Glycerol Potential Described. **Feedstuffs**, October 15, 2007.
- DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A. et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 317-322, 2008b.
- GILGER, A.P.; POTTS, A.M. Studies on the visual toxicity of methanol. V. The role of acidosis in experimental methanol poisoning. **American Journal Ophthalmology** 1955;39:63–86.

- GIANFELICI, M. F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte.** 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2009.
- GOMES, J.D.F. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na dieta de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, n.2, p.202-209, 2006.
- IPCS (International Programme on Chemical Safety). [1997]. Environmental Health Criteria 196—Methanol. Geneva: WHO; 1997. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc196.htm>> Acesso em: 07 de fevereiro de 2011.
- KERR, B.J.; WEBER, T.E.; DOZIER, W.A. III. et al. Digestible and metabolizable energy content of crude glycerin originating from different sources in nursery pigs. **Journal Animal Science**. v.87, p.4042-4049, 2009.
- KOOLMAN, J.; RÖHM, K.H. **Color Atlas of Biochemistry**. New York, Thieme Stuttgart, 1996.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.S. et al. Nitrogen-Corrected Apparent Metabolizable Energy Value of Crude Glycerol for Laying Hens. **Poultry Science**, v.87, p.104–107, 2008c.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Scott's nutrition of the chicken.4.ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.
- LIN, E.C.C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review of Biochemistry**., 46: 765-795, 1977.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, Connecticut, University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, Research Report, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- MENTEN, J.F.M.; PEREIRA, P.W.Z.; RACANICCI, A.M.C. Avaliação da glicerina proveniente do biodiesel como ingrediente para rações de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2008 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2008, Santos. Anais... Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p. 66, 2008.
- MENTEN, J.F.M.; ZAVARISE, K.C.; SILVA, C.L.S. Biodiesel: oportunidades do uso de glicerina na nutrição de aves. IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal - IV CLANA CBNA/AMENA, 23 a 26 de novembro de 2010 , Estância de São Pedro, SP – Brasil.
- MIN, Y.N.; YAN, F.; LIU, F.Z. et al. Glycerin-A New Energy Source for Poultry. **International Journal of Poultry Science**. v.9, n.1, p.1-4, 2010.
- MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.113-120, 2002.
- NETER, J.; WASSERMAN, W. **Applied linear statistical models**. 842p., 1974.

- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. 138f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SCHUMACHER J. **Small scale biodiesel production**. An overview. Agricultural Marketing Policy Paper. Montana State University MT, USA, n.22, p.1-6, 2007. Disponível em: < <http://www.ampc.montana.edu/policypaper/policy22.pdf>> Acesso em 11 de fevereiro de 2011.
- SHELBY, M.; PORTIER, C.; GOLDMAN, L. et al. NTP-CERHR Expert Panel report on the reproductive and developmental toxicity of methanol. **Reproductive Toxicology. Review**. v.18, p.303-390, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2005. 235p.
- SILVA, R.M. **Exigência nutricional de cálcio de fósforo de codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) em crescimento**. 2008. 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

IV - Desempenho de codornas de corte, de um a 14 dias de idade, alimentadas com rações contendo glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal

RESUMO - Um experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho, unidade da cama (UC), composição química corporal, e a viabilidade econômica da inclusão das glicerinas bruta (GB) e semipurificada (GS), para codornas de corte na fase de 1 a 14 dias de idade. Foram utilizadas 2.420 codornas com um dia de idade, não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com 11 tratamentos e quatro repetições, sendo a unidade experimental formada por um boxe, alojando 55 aves. Os tratamentos foram constituídos por uma ração testemunha sem glicerina, cinco rações com níveis crescentes de inclusão da GB e cinco rações com níveis crescentes de inclusão da GS, utilizando-se níveis de 3; 6; 9; 12 e 15% de inclusão para as duas glicerinas. Houve efeito quadrático da GB sobre o peso vivo (PV) ($P=0,06$), ganho de peso (GP) ($P=0,059$), e biomassa corporal acumulada (BCA) ($P=0,055$), com estimativas para melhor desempenho nos níveis de 10,01; 10,00; e 9,98% de inclusão. O consumo de ração (CR) e a UC aumentaram linearmente ($P<0,05$), e a conversão alimentar (CA) piorou linearmente ($P<0,05$) com a inclusão dos níveis de GB. A GS influenciou de forma quadrática ($P=0,08$) o PV e GP, com estimativas de melhor peso vivo e ganho de peso nos níveis de 9,60 e 9,65% de inclusão. O custo por quilograma de peso vivo produzido aumentou linearmente ($P<0,05$) com a inclusão dos níveis de GS. Considerando os dados de desempenho, as glicerinas podem ser incluídas em nível de 10% nas dietas de codornas de corte, na fase de um a 14 dias de idade.

Palavras-chave: alimentos alternativos, composição química corporal, desempenho, unidade da cama, viabilidade econômica

IV - Performance of quails, one to 14 days old, fed diets containing crude glycerin or semipurified, derived from animal fat and vegetable oil

ABSTRACT - An experiment was conducted to evaluate the performance, litter moisture (LM), chemical composition and economic viability of including crude glycerin (CG) and semi-purified (SG), for quails at phase of 1 to 14 days old. At the trial, 2,420 meat quails, one day old, not sexed, were distributed on a completely randomized design with four replications and 11 treatments, and the experimental unit formed by a box, housing 43 birds. The treatments were a control diet with no glycerin, five diets with increasing levels of CG inclusion and five diets with increasing levels of inclusion SG, using levels of 3; 6; 9; 12; and 15% inclusion for both glycerin. There was quadratic effect of CG on the body weight (BW) ($P=0.06$), weight gain (WG) ($P=0.059$), biomass accumulated body (BCB) ($P=0.055$), with estimates for best performance at levels of 10.01, 10.00, and 9.98% of inclusion. The feed intake (FI) and litter moisture (LM) increased and feed conversion (FC) linearly worsened ($P<0.05$), with the inclusion of CG levels. The SG glycerin influenced in a quadratic way ($P=0.08$) the BW and WG, with best estimates of weight and weight gain in levels of 9.60 and 9.65% inclusion. The cost per kilo gram of body weight produced increased linearly ($P<0.05$) with the inclusion SG of levels. Considering the performance data, it was concluded that the glycerin can be included until the 10% level in the diets of meat quails in phase one to 14 days old.

Key Words: alternative foods, chemical composition, performance, litter moisture, economic viability

4.1. Introdução

O encarecimento dos cereais utilizados em grande escala na produção de rações, como o milho e farelo de soja, leva os nutricionistas a buscar alimentos alternativos. Destaca-se a utilização de subprodutos oriundos das agroindústrias, como possibilidade para a redução dos custos com a alimentação.

Um subproduto agroindustrial que vem sendo alvo de vários estudos na nutrição animal é a glicerina, oriunda da produção do biodiesel, que pode ser obtida a partir de óleos vegetais ou gorduras animais.

O crescimento constante na inclusão de biodiesel ao diesel de petróleo gera concomitante aumento na produção de glicerina, porque segundo Schumacher (2007), para cada 100 kg de matéria-prima utilizada, são gerados 10 kg de glicerina. Esse excedente glicérico necessita de destinos ecologicamente corretos, para que não se torne um problema ambiental.

Pesquisas recentes envolvendo aves (Cerrate et al., 2006; Abd-Elsamee et al., 2010) e suínos (Lammers et al., 2008a; e Berenchtein et al., 2010), mostram que a utilização da glicerina nas dietas não prejudicou o desempenho animal, podendo ser, quando viável a sua utilização, uma fonte alternativa de energia na formulação de rações para animais não-ruminantes.

Porém, em outro Experimento Cerrate et al. (2006) relataram que 10% de glicerina piorou a conversão alimentar e o peso vivo de frangos de corte aos 35 e 42 dias de idade. Da mesma forma, Hanczakowska et al. (2010) utilizando 10% de glicerina bruta, relataram piora no ganho de peso de suínos na fase de 30 a 60 kg. No entanto, esse efeito não foi observado quando utilizada a glicerina refinada, embora os subprodutos continham composição química semelhante.

O autor supracitado atribui tais disparidades entre os resultados dos diversos estudos, ao fato de a glicerina bruta não ser um produto padronizado. Além disso, parece que a eficiência de utilização da glicerina, assim como os níveis de inclusão, relacionam-se diretamente com a espécie e idade dos animais, podendo a glicerina/glicerol, segundo Menten et al. (2010), provocar respostas espécies-específicas e órgãos-específicas, como já demonstrado em estudos realizados por Lin et al. (1976).

Sendo assim, a utilização de alimentos alternativos na alimentação animal se tornou um desafio para os nutricionistas, sendo necessário saber suas limitações de uso, e os níveis aceitáveis nas dietas, para que se possa assim, obter máximo desempenho, sem alterar, no entanto, as características qualitativas das rações.

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho, a composição química corporal, e a viabilidade econômica da utilização da glicerina bruta e semipurificada oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte na fase de um a 14 dias de idade.

4.2. Material e métodos

O Experimento foi realizado no setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá. Foram utilizadas 2.420 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) de um dia de idade não sexadas, alojadas num galpão convencional, com cobertura de telha de cimento amianto, piso de terra batida e paredes laterais de alvenaria com 0,50 m de altura, completadas com tela de arame até o telhado. O galpão foi dividido em 44 boxes de 2,5 m², sendo utilizada para cama a casca de arroz.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 11 tratamentos, quatro repetições e 55 codornas por unidade experimental. O período experimental foi de 14 dias.

Os tratamentos (Tabela 1) consistiram de uma ração testemunha (RT), à base de milho e farelo de soja, cinco rações com inclusão de níveis crescentes de glicerina bruta (GB = 3; 6; 9; 12; e 15%) e outras cinco rações com inclusão de níveis crescentes de glicerina semipurificada (GS = 3; 6; 9; 12; e 15%). Os valores de energia metabolizável aparente corrigidas para balanço de nitrogênio (EMAn) das glicerinas, utilizados para as formulações das rações de desempenho, foram 4.893 e 2.476 kcal/kg MN para a GB e GS, respectivamente.

As glicerinas utilizadas foram provenientes da Empresa BIOPAR[®] – Bioenergia do Paraná LTDA., localizada na cidade de Rolândia, Paraná.

O balanço eletrolítico de cada dieta (BED) foi determinado utilizando-se a fórmula proposta por Mongin (1981), em que $NM = (\%Na^+ \times 10.000/22,990^*) + (\%K^+ \times 10.000/39,102^*) - (\%Cl^- \times 10.000/35,453^*)$ (*Equivalente grama do Na, K e Cl, respectivamente).

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética das rações experimentais das codornas de corte no período de um a 14 dias de idade

	Glicerina Semipurificada (%)						Glicerina Bruta (%)				
	RT	3	6	9	12	15	3	6	9	12	15
Farelo soja (45%)	50,19	51,05	51,90	52,75	53,60	54,46	50,72	51,24	51,77	52,30	52,82
Milho grão	40,54	36,01	31,49	26,96	22,44	17,91	37,75	34,96	32,16	29,37	26,58
Óleo de soja	4,68	5,36	6,04	6,73	7,41	8,09	3,95	3,22	2,49	1,77	1,04
Glicerina	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00
Fosfato bicálcico	1,55	1,56	1,58	1,59	1,60	1,61	1,56	1,57	1,57	1,58	1,59
DL-Metionina	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91
L-Lisina HCL	0,67	0,65	0,63	0,62	0,60	0,59	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Calcário	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,35	0,35	0,34	0,33	0,33
L-Treonina	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35
Premix Vit./Mineral ¹	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
BHT ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Valores calculados											
Proteína bruta (%)	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52
EM (kcal/kg)	2.997	2.997	2.997	2.997	2.997	2.997	2.997	2.997	2.997	2.997	2.997
Cálcio (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro (%)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Potássio (%)	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Fosfóro disp. (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Met.+Cist.dig. (%)	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
Tre. dig. (%)	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Lis. dig. (%)	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88
BED (mEq/kg)	260,85	272,20	283,54	294,88	306,23	317,57	284,62	308,39	332,16	355,93	379,70

¹Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 2.500.000 UI; Vit. D3 – 750.000UI; Vit. E – 5.000UI; Vit. B1 – 625mg; Vit. B2 – 1.500mg; Vit. B6 – 1.250mg; Vit. B12 – 5.000mcg; Vit. K3 – 750mg; Pantotenato de Cálcio – 3.000 mg; Niacina – 6.000mg; Ác. Fólico – 3.000mg; Colina – 75g; Antioxidante – 2.500mg; Zinco – 12,5g; Ferro – 12,5g; Manganês – 150g; Cobre – 3.000mg; Cobalto – 50mg; Iodo – 250mg; Selênio – 63mg; Biotina – 50mg; ²BHT(Butil Hidroxi Tolueno). ³Balanço eletrolítico da dieta calculado de acordo com Mongin (1981), em que, BED= (%Na+ x 10.000/22,990*) + (%K+ x 10.000/39,102*) - (%Cl- x 10.000/35,453*) (*equivalente grama do Na, K e Cl).

As rações experimentais foram isonutritivas, à base de milho e farelo de soja, todas suplementadas com os aminoácidos sintéticos, lisina, treonina e metionina. Os teores de metionina + cistina digestíveis: lisina digestível foram calculados de acordo com as exigências determinadas por Scherer (2009), correspondendo à relação de metionina + cistina digestíveis: lisina digestível de 0,84; e as de Ca e P determinadas por Silva (2008). Foram utilizados os valores de composição química dos alimentos propostos por Rostagno et al. (2005).

Até aos 10 dias de idade foram utilizados comedouros tipo bandeja e bebedouros infantis, os quais foram posteriormente substituídos por comedouros tubulares e bebedouros pendulares. Durante o período experimental o fornecimento de água e ração foi à vontade. As rações foram acondicionadas em baldes plásticos devidamente identificados por tratamento e repetição para controle do consumo de ração, avaliado semanalmente.

O programa de iluminação utilizado foi o contínuo, durante todo o período experimental. Para evitar oscilações de temperatura e a incidência de vento sobre os animais, foram utilizados círculos de proteção nos boxes. Como fonte de aquecimento, utilizou-se campânulas infravermelhas. Até o sétimo dia de idade, para absorver a umidade, os boxes eram providos de papelão ondulado sobrepondo a cama.

Durante todo período experimental, as temperaturas no interior e fora do boxe, foram registradas às 08h00min horas da manhã e às 16h00min horas da tarde, por intermédio de termômetros de bulbo seco, dispostos em três pontos distintos do galpão (início, meio e fim).

As temperaturas médias, máxima e mínima, registradas durante o período experimental, foram respectivamente, 32,06 e 27,05 °C dentro dos boxes, e 30,67 e 25,27 °C fora dos boxes.

As codornas foram pesadas semanalmente e, simultaneamente, foram realizadas às pesagens das rações, para determinação do peso médio, do ganho de peso, do consumo de ração, da conversão alimentar e da biomassa corporal acumulada.

O ganho de peso foi determinado pela diferença entre os pesos final e inicial de cada unidade experimental. O consumo de ração, pela diferença entre a ração fornecida e as sobras nos baldes e comedouros. A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves. E a biomassa corporal acumulada em função do ganho de peso em relação ao peso inicial das codornas de corte no início da fase avaliada.

Ao final do período experimental, coletaram-se amostras da cama de todos os boxes, em três pontos distintos, evitando-se as áreas próximas aos comedouros e bebedouros. As amostras foram identificadas, embaladas em sacos plásticos, homogêneas, e posteriormente encaminhadas ao laboratório para análise de umidade, que consistiu na pré-secagem, em estufa a 55°C por 72 horas, sendo em seguida realizada a secagem definitiva, em estufa a 105°C por doze horas (durante a noite), de acordo com a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2005).

Para a determinação da composição química corporal, aos 14 dias, foram utilizadas cinco codornas inteiras (com vísceras e penas) por unidade experimental, que após seis horas de jejum, foram sacrificadas por decapitação entre os ossos occipital e atlas, feito com tesoura, de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Maringá.

As codornas foram moídas em moedor industrial de carnes, sendo as amostras pesadas e homogêneas, e levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem, e, posteriormente moídas em moinho tipo faca e conduzidas ao laboratório para as determinações analíticas. As análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) foram realizadas conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2005).

Para a determinação da taxa de deposição de proteína corporal (g/dia), taxa de deposição de gordura corporal (g/dia), foi utilizada a metodologia descrita por Fraga (2002). A energia corporal retida (kcal/g) foi determinada de acordo com a metodologia indicada por Sakomura (2004).

A taxa de deposição de proteína corporal (TDP) foi calculada por meio do abate feito a partir de um grupo adicional de 50 codornas ao nascimento, comparadas com as codornas abatidas ao término do período experimental.

A taxa de deposição de proteína corporal (g) foi calculada segundo a fórmula:

$$TDP = (QP_{cf} - QP_{ci})/PE, \text{ em que}$$

QP_{cf}= quantidade (g) de proteína corporal final; QP_{ci}= quantidade de proteína corporal inicial e PE= período experimental, em dias. QP_{cf} foi obtida multiplicando-se o peso de determinada codorna, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta corporal (PBC), enquanto QP_{ci} foi obtida pelo peso da respectiva codorna ao início do

experimento, multiplicando pela PB média do grupo adicional das 50 codornas abatidas inicialmente.

A taxa de deposição de gordura corporal (TDG) foi calculada segundo a equação:

$$TDG = (QGcf - QGci)/PE$$

em que, QGcf foi a quantidade, em gramas, de gordura corporal final; QGci foi a quantidade de gordura corporal inicial e PE foi o período experimental, em dias. QGcf e QPci foram obtidas de modo similar às QPcf e QPci, utilizando-se os valores de extrato etéreo ao invés de proteína bruta corporal.

A energia corporal retida (ECR) foi calculada pelo uso da fórmula:

$$ECR = 5,66 TDP + 9,37 TDG$$

sendo 5,66 e 9,37 os valores energéticos (em kcal/g) da proteína e da gordura, respectivamente.

A coleta e pesagem do fígado foram realizadas logo após o abate. O rendimento de fígado foi obtido em relação ao peso vivo dos respectivos animais.

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão das glicerinas nas rações, foi determinado, inicialmente, o custo de ração por quilograma de peso ganho (Y_i), segundo Bellaver et al. (1985):

$$Y_i (R\$/kg) = Q_i \times P_i / G_i$$

Em que:

Y_i = custo da ração por quilograma de peso ganho no i -ésimo tratamento;

P_i = preço por quilograma da ração utilizada no i -ésimo tratamento;

Q_i = quantidade de ração consumida no i -ésimo tratamento e

G_i = ganho de peso do i -ésimo tratamento.

Em seguida foram calculados o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), proposto por Gomes et al. (1991):

$$IEE (\%) = (M_{Ce} \times 100) / C_{Tei} \quad IC (\%) = (C_{Tei} \times 100) / M_{Ce}$$

Em que:

M_{Ce} = menor custo da ração por quilograma ganho observado entre os tratamentos

$CTei$ = custo do tratamento i considerado.

Os preços dos ingredientes, utilizados na elaboração das dietas experimentais, foram obtidos na região de Maringá, na época do experimento, sendo: farelo de soja, R\$ 0,66/kg; milho grão, R\$ 0,26/kg; óleo de soja R\$ 1,79/kg; fosfato bicálcico, R\$ 2,85/kg; calcário, R\$ 0,25/kg; L-Lisina, R\$ 8,94/kg; DL-Metionina, R\$ 19,32/kg; L-Treonina, R\$ 12,44/kg; premix mineral e vitamínico R\$ 8,00/kg; sal comum, R\$ 0,42/kg; BHT, R\$ 11,20/kg; glicerina bruta R\$ 0,18/kg, atribuído em relação a 70% do preço do milho; e glicerina semipurificada, R\$ 0,08/kg, sendo este, o valor de comercialização da GS na Empresa BIOPAR®.

As variáveis de desempenho e de carcaça foram submetidas à análise de regressão polinomial utilizando os dados dos níveis 3; 6; 9; 12; e 15% de inclusão das gliceras. Adicionalmente foi aplicado o teste de Dunnett para comparar os diferentes níveis de inclusão (3; 6; 9; 12; e 15% de GB e 3; 6; 9; 12; e 15% de GS) com a ração testemunha (0% de inclusão de glicerina).

Os parâmetros estudados foram analisados estatisticamente com o programa SAEG - Sistemas de Análises Estatísticas e Genética, (UFV, 1997), segundo o modelo:

$$Y_{ij} = b_0 + b_1G_i + b_2G_i^2 + FA + e_{ij}$$

Y_{ij} = variável medida na unidade experimental j , alimentada com dieta contendo o nível i de glicerina bruta ou semipurificada;

b_0 = constante geral;

b_1 = coeficiente de regressão linear em função do nível de glicerina;

G_i = nível de glicerina: $GB_1 = 3$; $GB_2 = 6$; $GB_3 = 9$; $GB_4 = 12$; $GB_5 = 15$ $GS_6 = 3$; $GS_7 = 6$; $GS_8 = 9$; $GS_9 = 12$ e $GS_{10} = 15\%$ de inclusão;

b_2 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de glicerina;

FA = falta de ajustamento do modelo de regressão;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

4.3. Resultados e discussão

Não houve interação ($P>0,05$) entre as glicerinas utilizadas e os níveis de inclusão em todas as variáveis analisadas neste estudo. Na Tabela 2, estão apresentados os dados de desempenho e umidade da cama (UC).

Tabela 2. Desempenho e umidade da cama de codornas de corte, alimentadas com rações contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de um a 14 dias de idade

Glicerina Bruta							
Variáveis/ Níveis	PI (g)	PV ^c (g)	CR ^b (g/ave)	GP ^c (g)	CA ^b (g/g)	BCA ^c (%)	UC ^b (%)
0	9,27	75,45	120,40	66,17	1,82	713,59	17,70
3	9,26	74,86	117,97	65,60	1,80	708,13	15,60
6	9,27	76,66	121,74	67,39	1,81	726,74	16,15
9	9,25	79,79	129,36*	70,53	1,83	762,11	17,16
12	9,25	76,12	126,90	66,87	1,90	722,57	21,67
15	9,27	77,35	129,58*	68,07	1,90	734,12	20,57
Equações de Regressão							
PV ^c = 71,5346 + 1,32674GB - 0,0662649GB ² ; R ² = 0,49; (P=0,060); GB= 10,01%							
CR ^b = 116,453 + 0,969799GB R ² = 0,77							
GP ^c = 62,2535 + 1,33166GB + 0,0665337GB ² ; R ² = 0,50; (P=0,059); GB= 10,00%							
CA ^b = 1,75803 + 0,0100764GB R ² = 0,91							
BCA ^c = 670,607 + 14,7741GB - 0,740031GB ² ; R ² = 0,51; (P=0,055); GB= 9,98%							
UC ^b = 13,5979 + 0,514996GB; R ² = 0,80							
Glicerina Semipurificada							
Variáveis/ Níveis	PI (g)	PV ^c (g)	CR (g/ave)	GP ^c (g)	CA (g/g)	BCA (%)	UC (%)
0	9,27	75,45	120,40	66,17	1,82	713,59	17,70
3	9,28	75,00	117,49	65,71	1,79	708,05	17,06
6	9,25	77,20	121,74	67,94	1,79	734,16	19,38
9	9,28	78,34	122,55	69,06	1,78	744,10	14,70
12	9,26	76,40	123,04	67,14	1,83	724,79	19,11
15	9,25	76,50	122,71	67,25	1,83	726,72	21,56
CV (%) ^a	0,27	2,86	3,57	3,25	3,28	3,30	4,33
Equações de Regressão							
PV ^c = 72,3776 + 1,11156GS - 0,0578709GS ² ; R ² = 0,72; (P= 0,08); GS= 9,60%							
GP ^c = 63,1012 + 1,11587GS - 0,0577988GS ² ; R ² = 0,72; (P= 0,08); GS= 9,65%							

*Diferem da ração testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade;

^a Coeficiente de variação; ^b Efeito linear da glicerina; ^c Efeito quadrático da glicerina;

PI: peso vivo inicial; PV: peso vivo final; CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; BCA: biomassa corporal acumulada; UC: umidade da cama.

O consumo de ração (CR) aumentou ($P<0,05$), e a conversão alimentar (CA) piorou linearmente ($P<0,05$) com a inclusão de GB nas rações (Tabela 2). O glicerol por apresentar sabor adocicado (Piesker e Dersjant-li, 2006), pode ter contribuído para o aumento linear no CR, conforme foi sugerido também por Min et al. (2010), e anteriormente já observado em estudos com suínos em terminação (Kijora & Kupsch,

1996; Kijora et al., 1995 e 1997; Mourot et al., 1994), que avaliaram a inclusão de glicerina.

É importante considerar que as aves, em comparação aos suínos, possuem menor quantidade de papilas gustativas, e, portanto, pode ser que o aumento linear para o CR, no presente estudo, esteja relacionado a outros fatores, como por exemplo, à estrutura, textura ou consistência da ração. Savory (1979) sugeriu que o tamanho e a consistência das partículas do alimento afetam as respostas sensoriais que estabelecem a alteração no comportamento de consumo.

Sabe-se que as aves possuem na boca somente 12 papilas gustativas rudimentares, ao passo que mamíferos possuem milhares (Hill, 1971). Lindenmaier e Kare (1959), citados por Benedetti (2009), afirmaram que os sentidos de gosto e olfato são menos desenvolvidos nas aves do que nos mamíferos. No entanto, a falta de habilidade destes sentidos é compensada por mecanorreceptores localizados nos seus bicos (Gottschaldt e Lausmann, 1974). Neste sentido, Nir et al. (1994) afirmam que para os frangos de corte os mecanorreceptores são mais importantes do que os sensores químicos.

Pelo teste de Dunnett, considerando o CR, a ração testemunha diferiu somente dos níveis de 9 e 15% de GB, com maiores consumos para estes níveis (129,36 e 129,58 g/ave, respectivamente).

A análise de regressão da GB mostrou efeitos quadráticos do peso vivo (PV) ($P=0,06$), ganho de peso (GP) ($P=0,06$) e biomassa corporal acumulada (BCA) ($P=0,055$), com estimativas de melhor desempenho em 10,01; 10,00; e 9,98%, respectivamente.

Cerrate et al. (2006) relataram que a inclusão de 5% de glicerina (3.527 kcal/kg de EM) foi semelhante à ração testemunha para o GP, CR e CA, em todas as idades avaliadas (1-14; 14-35; e 35-42 dias). Resultados semelhantes os autores verificaram para o PV quando utilizaram 10% de glicerina, mas isso ocorreu somente na fase de um a 14 dias, visto que aos 35 e 42 dias de idade o PV e a CA foram significativamente piores, se comparado as aves que receberam a ração testemunha ou 5% de glicerina.

A conversão alimentar piorou linearmente com a adição de GB nas rações. Menten et al. (2008) avaliando a inclusão de 10% de glicerina bruta (81,47% de glicerol, 153 ppm de metanol e 2,4% de sódio) para frangos de corte em dois períodos (1-21 e 1-42 dias de idade), obtiveram melhora significativa no primeiro período quando comparam a glicerina à ração testemunha. Entretanto, no período de um a 42

dias, os autores observaram resultados semelhantes entre o tratamento contendo glicerina e a ração testemunha.

A umidade da cama (UC) aumentou linearmente ($P < 0,05$) com os níveis de inclusão da glicerina bruta. Alguns trabalhos já salientaram sobre o efeito, na umidade das excretas e na UC, causado pela inclusão de glicerina nas dietas. Estes estudos, por sua vez, abordam explicações bioquímicas e fisiológicas.

O glicerol por ser uma substância hidrofílica polar e de peso molecular baixo (Budavari, 1989), sua excreção pelos rins é uma rota de saída fácil do organismo (Gianfelici, 2009). Segundo Gianfelici (2009), sendo uma substância osmoticamente ativa, é excretado em conjunto com a água. Este mesmo autor verificou maior excreção de água por frangos de corte nos níveis mais altos de glicerina, atribuindo esse efeito a menor reabsorção de água pelo intestino grosso ou devido à maior excreção renal.

Porém, outros autores têm relatado que o glicerol (Brisson et al., 2001) e a glicerina (Cerrate et al., 2006) promovem aumento no volume de água corporal pela redução na velocidade de eliminação de água do organismo (Brisson et al., 2001). No entanto, Cerrate et al. (2006) chegaram a essa conclusão quando utilizaram baixos níveis de inclusão (2,5% e 5%) de glicerina para frangos de corte, enquanto para o nível de 10%, os mesmos efeitos não foram constatados. Entretanto, o nível de 10% de glicerina promoveu aumento na umidade da cama, e quando as dietas foram submetidas às análises químicas, a ração com 10% de glicerina apresentou 0,15% a mais de potássio, proveniente principalmente da própria glicerina, mais especificamente, do hidróxido de potássio utilizado como catalisador durante a produção do biodiesel.

Lammers et al. (2008b), notaram maior umidade das excretas de galinhas poedeiras quando utilizaram 15% de glicerina bruta (87% de glicerol, 9% de água, 0,03% metanol, 1,26% de Na, e 3.625 kcal/kg de energia bruta), frisando que não foi realizado ajuste em relação à ração basal que continha 0,21% de sódio. Barros et al. (2004), também obtiveram aumento linear na UC com o acréscimo dos níveis de Na nas rações de frangos de corte, afirmando que essa resposta está relacionada com a maior ingestão de água pelas aves, na tentativa de manter a homeostasia corporal. Observações semelhantes foram realizadas por Dilworth et al. (1971), Hurwitz et al. (1973), Borges et al. (1996) e Murakami et al. (1997).

Utilizando crescentes BED nas dietas (0; 120; 240; e 360 mEq/kg), Borges et al. (2003) verificaram aumento linear no consumo de água e na relação consumo de

água: consumo de ração, e assim, a progressiva ingestão de água se refletiu no aumento da UC.

Nas rações experimentais (Tabela 1), verifica-se aumento no BED conforme aumentaram os níveis de GB e GS. Além disso, para cada 3% de inclusão da GB houve proporcional aumento de 0,03% de Na acima do valor de exigência. Sendo assim, o aumento linear na UC quando utilizada a GB, pode estar relacionado com a alta ingestão e consequente excreção de água pela quantidade de Na presente nas rações.

Entretanto, não se deve restringir esta discussão somente ao efeito do sódio, e seria conveniente ressaltar que pode haver uma relação entre sódio, água e glicerol. Conforme relatado anteriormente, a adição de sais à ração provoca a sensação de sede nas aves, estimulando o consumo de água (Macari 1996). É comprovado que altos níveis de glicerol na dieta podem suplantam a capacidade que o organismo dispõe para metabolizá-lo, sendo, portanto, excretado na urina. Sabe-se que o glicerol é altamente hidrofílico, dessa forma, a maior excreção de água também pode ser atribuída à forte afinidade que existe entre o glicerol e água.

Neste contexto, quando é saturada a capacidade que o organismo dispõe para metabolizar o glicerol, este, possivelmente, ao invés de promover o aumento na retenção de líquido no organismo, conforme sugerido por Brisson et al. (2001) e Cerrate et al. (2006), promoverá o efeito contrário, ocasionando aumento na umidade das excretas e consequentemente na UC.

Embora significativa a UC, do ponto de vista prático não foram constatados danos aos animais no período avaliado. Porém deve-se considerar que o experimento foi realizado em um período do ano em que as temperaturas foram um pouco baixas, e as campânulas de aquecimento permaneceram ligadas, por período mais longo, durante a noite, o que pode ter evitado valores mais expressivos de umidade da cama.

Segundo Almeida (1986), pode-se manter a umidade da cama entre 20 e 35%, portanto, os teores de umidade observados no presente estudo encontram-se adequados. O manejo correto como, por exemplo, o revolvimento da cama durante a criação industrial dos animais, pode diminuir esses efeitos de umidade. Por outro lado, do ponto de vista nutricional, deve ser considerado o teor de sódio presente nas glicerinas, para proceder com as formulações de rações.

Considerando a glicerina semipurificada (GS), foi verificado efeito quadrático somente sobre o PV ($P=0,085$) e GP ($P=0,086$), com estimativa de melhor desempenho em 9,60 e 9,65% de inclusão, respectivamente (Tabela 2).

Utilizando 10% de glicerina (1.600 kcal/kg EM) para frangos de corte com idade de um a 16 dias, Waldroup (2007) não observou efeitos adversos no desempenho. Em outro estudo utilizando níveis de 0, 5 e 10% de glicerina, porém, até os 42 dias de idade, o nível de 5% foi semelhante à ração testemunha, enquanto as rações com 10% de glicerina não fluíram bem nos comedouros, afetando negativamente o CR, o que consequentemente reduziu o GP, aumentando a CA.

No presente estudo, as rações com altos níveis de glicerina possuíam pequenos grânulos, mas a fluidez nos comedouros não foi prejudicada, embora para isso, tenha sido necessário trabalho de manejo mais constante. Verificou-se, também, que as glicerinas contribuíram para a redução de pó nas rações.

Em relação ao metanol, embora na composição química das glicerinas, foram detectados teores muito acima dos recomendados pelo MAPA (2010), a ingestão de metanol pelas codornas não foi o suficiente para desencadear sintomas de toxidez. Esses resultados corroboram com Lammers et al. (2008a), que utilizando glicerina com 3.200 ppm de metanol, não observaram efeitos de toxicidade, tanto por sinais clínicos, lesão macroscópica ou histológica no fígado, rins e olhos de suínos na fase pós-desmame, em que foram alimentados por 138 dias com rações contendo 5 e 10% de inclusão de glicerina.

A dose mínima letal de metanol para seres humanos varia de 300 a 1.000 mg/kg de peso corporal (PC) (IPCS, 1997), enquanto para macaco rhesus (*Macaca mulata*), ratos Sprague Dawley e coelhos albinos, são respectivamente: 3.000; 9.500; e 7.000 mg/kg de peso corporal (Gilger & Potts, 1955; IPCS, 1997; citados por Shelby et al., 2004).

De acordo com os estudos reportados, os quais indicam que a toxidez do metanol ou seus metabólitos, é dependente da dose e do peso corporal dos animais, é importante considerar: a ingestão diária de ração, e, portanto de metanol, em função do peso corporal dos animais. Embora os animais (ratos, coelhos e cães), apresentem maior resistência à toxidez, do que os humanos e primatas não-humanos, a literatura é escassa no que diz respeito à intoxicação por metanol para aves.

Sendo assim, considerando a dose mínima letal (DML) descritas para ratos, de 9.500 mg de metanol por quilograma de peso corporal, a quantidade de metanol apresentou-se acima da DML para os níveis de 12 e 15% de glicerina bruta e glicerina semipurificada, de 10.102 e 12.689; e de 12.136 e 15.110 mg/kg de PC, respectivamente. Entretanto, deve-se salientar que esses dados são meramente

comparativos, visto que a toxicidade do metanol pode variar de acordo com a fisiologia de cada espécie.

Alguns estudos indicam que há saturação dos metabólitos de metanol no organismo, por causa da saturação da álcool desidrogenase. Dessa forma, provavelmente, o metanol não é metabolizado, sendo excretado mais rapidamente na urina, como ocorre quando é utilizado o etanol como antídoto, para competir pelo sítio ativo da álcool desidrogenase.

Os níveis de metanol no sangue foram linearmente relacionados até concentrações abaixo de 1.200 ppm (184 mg/kg), mas não a 2.000 ppm (308 mg/kg), sugerindo o início da saturação da álcool desidrogenase no sistema enzimático de macacos rhesus. A saturação do metabolismo do metanol parece estar entre 1.375-2.293 mg/kg, com base nos dados obtidos com macacos expostos há 21 horas por dia à inalação de metanol (Horton et al.,1992; citados por Shelby, 2001).

As análises de composição química corporal mostram que a água das carcaças aumentou linearmente ($P=0,06$) concomitante ao aumento de GB nas rações (Tabela 3).

Utilizando dietas contendo 2,5 e 5% de glicerina, Cerrate et al. (2006) verificaram aumento no rendimento de peito sugerindo que o glicerol pode melhorar a absorção de água na carcaça. Brisson et al. (2001) relatam que a ingestão de glicerol promove aumento do volume de água no corpo, mantendo maior hidratação pela redução na velocidade de eliminação de água do organismo. Por outro lado, Batista (2010) não observou efeito dos níveis de glicerina vegetal bruta e semipurificada sobre o teor de água na carcaça de codornas de corte aos 14 dias de idade.

O glicerol pode se comportar como um estimulante para a síntese de proteína (Young et al.,1964; Cryer & Hartley, 1973; citados por Cerrate et al., 2006). Entretanto, Gianfelici (2009) não detectou efeito da glicerina sobre a percentagem de proteína das carcaças de frangos de corte, e este mesmo resultado se pronuncia no presente estudo. Isso sugere que a GB e GS não contribuíram para a síntese de proteína.

A análise de regressão mostrou efeito linear dos níveis de GS sobre o teor de EE ($P=0,07$), TDG ($P=0,07$) e ECR ($P<0,05$). Em razão do baixo valor energético da GS, conforme aumentaram os níveis nas rações, foi necessário adicionar maior quantidade de óleo de soja. Isso pode explicar o aumento no teor de EE, TDG e ECR. Situação inversa ocorreu para as dietas contendo GB, em que a quantidade de óleo de soja diminuiu à medida que os níveis de glicerina aumentaram, obviamente em razão da GB possuir maior valor energético.

Tabela 3. Composição química corporal de codornas de corte, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de um a 14 dias de idade

Glicerina Bruta							
Variáveis/ Níveis	Água ^b (%)	PB (%)	EE (%)	MM (%)	TDP (g/d)	TDG (g/d)	ECR (Kcal/g)
0	74,58	17,73	3,20	2,98	0,86	0,13	6,11
3	74,38	17,88	3,09	3,21	0,86	0,13	6,10
6	74,62	17,48	3,00	3,01	0,86	0,13	6,09
9	74,88	17,47	3,05	3,05	0,90	0,14	6,40
12	75,30	17,40	2,97	3,01	0,85	0,13	6,00
15	75,37	18,13	2,85	3,06	0,89	0,12	6,20
Equação de Regressão							
Água ^b = 74,1101 + 0,08910GB; R ² = 0,97; P= 0,06;							
Glicerina Semipurificada							
Variáveis/ Níveis	Água	PB	EE ^b	MM	TDP	TDG ^b	ECR ^b
	(%)	(%)	(%)	(%)	(g/d)	(g/d)	(Kcal/g)
0	74,58	17,73	3,20	2,98	0,86	0,13	6,11
3	74,42	17,70	3,24	3,04	0,85	0,14	6,13
6	72,91	18,01	3,45	3,27	0,89	0,15	6,54
9	73,92	17,99	3,02	3,20	0,91	0,13	6,42
12	73,51	18,00	3,52	3,14	0,88	0,16	6,50
15	73,25	18,20	3,71	3,16	0,90	0,17	6,70
CV (%)	1,16	3,26	10,81	6,24	3,78	14,75	4,63
Equações de Regressão							
EE ^b = 3,0577 + 0,03359GS; R ² = 0,36; P=0,07;							
TDG ^b = 0,1317 + 0,002042GS; R ² = 0,47; P=0,07;							
ECR ^b = 6,1072 + 0,03471GS; R ² = 0,66; P<0,05							

^a Coeficiente de variação; ^b Efeito linear da glicerina.

PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; TDP: taxa de deposição de proteína; TDG: taxa de deposição de gordura; ECR: energia corporal retida.

Neste sentido, estudos realizados por Essary et al. (1965), revelaram que o incremento na quantidade de lipídeos dietéticos resultou em maior teor de gordura corporal e que, para cada 2% de óleo adicionado à ração, houve um aumento correspondente de 0,6% de gordura na carcaça. Urbano (2006) observou que o tratamento contendo 7% de inclusão de óleo de soja, apresentou maior teor de EE na carcaça de frangos de corte, sendo que para cada 2% de óleo adicionado à ração, houve aumento correspondente de 1,16% de gordura na carcaça. Segundo Hurwitz et al. (1987), a alta correlação entre os níveis de óleo da dieta e a deposição de gordura corporal nas aves, ocorre em função da capacidade de transferência direta de ácidos graxos da dieta para o tecido adiposo, não havendo a necessidade da síntese destes pelo fígado das aves.

A deposição de gordura corporal e água são inversamente correlacionadas, ou seja, quanto maior o teor de gordura corporal, menor a retenção de água (Carew & Hill,

1964). Embora não significativos, esses dados se confirmam com a inclusão de GS onde o teor de água das carcaças reduz quando a gordura aumenta (Tabela 3).

Considerando a GB e a GS, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no rendimento de fígado (Tabela 4).

Tabela 4. Peso e rendimento de fígado das codornas de corte, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de um a 14 dias de idade

Variáveis/ Níveis	Glicerina Bruta			Glicerina Semipurificada		
	PV (g)	PF (g)	RF (%)	PV (g)	PF (g)	RF (%)
0	75,74	2,45	3,24	75,74	2,45	3,24
3	77,43	2,35	3,03	75,50	2,48	3,28
6	71,96	2,45	3,44	77,53	2,52	3,25
9	79,94	2,73	3,42	79,02	2,74	3,46
12	74,05	2,44	3,30	75,99	2,60	3,43
15	77,34	2,52	3,25	79,05	2,52	3,19
CV (%) ^a		10,38	13,40		10,38	13,40

^a Coeficiente de Variação.

PV: peso vivo; PF: peso de fígado; RF: rendimento de fígado.

Isso pode estar relacionado ao baixo consumo de ração no período avaliado e, conseqüentemente de glicerina, sendo, portanto, insuficiente para acarretar sobrecarga do fígado, não surtindo efeito na massa hepática. Da mesma forma, Lin et al. (1977) não constataram alteração no peso do fígado em frangos alimentados por três semanas com dieta contendo 20% de glicérol.

Considerando a viabilidade econômica da inclusão das glicérols nas dietas (Tabela 5), o menor custo por quilograma de ração (R\$/kg) foi obtido com 15% de glicerina bruta (R\$ 0,82), enquanto a ração testemunha apresentou custo mais elevado (R\$ 0,87).

Do ponto de vista econômico, os níveis de 6% e 9% de GB se mostram os melhores, apresentando maiores índices de eficiência econômica (IEE) e menores índices de custo (IC).

A glicerina semipurificada apresentou os maiores custos por quilograma de ração, variando de R\$/kg 0,88 para o nível de 3% a R\$/kg 0,91 para o nível de 15%. Justificam-se esses resultados pela necessidade de maior adição de óleo às rações contendo GS. Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Batista (2010), em que avaliando a glicerina vegetal bruta e a glicerina vegetal semipurificada, observou maior custo da ração quando utilizou a semipurificada, a qual fornecia menor valor de EM.

Tabela 5. Viabilidade econômica da inclusão da glicerina bruta e semipurificada nas dietas de codornas de corte, no período de um a 14 dias de idade

Variáveis	Glicerina Bruta (%)						CV (%) ^a
	0	3	6	9	12	15	
CR (R\$/kg)	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	
Yi (R\$/kg PV)	1,59	1,55	1,54	1,54	1,57	1,55	3,33
IEE (%)	96,72	99,16	100,00	99,90	97,95	98,95	
IC (%)	103,39	100,85	100,00	100,10	102,09	101,06	

Variáveis	Glicerina Semipurificada (%)						CV (%) ^a
	0	3	6	9	12	15	
CR, R\$/kg	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	
Yi (R\$/kg PV) ^b	1,59	1,58	1,59	1,60	1,66	1,67	3,33
IEE (%)	99,22	100,00	98,91	98,86	94,98	94,37	
IC (%)	100,78	100,00	101,10	101,15	105,28	105,96	

Equação de Regressão

$$Y_i^b = 1,53516 + 0,00847GS; R^2 = 0,88$$

^a Coeficiente de variação; ^b Efeito linear da glicerina.

CR: custo das rações (R\$/kg); Yi: custo por quilograma de peso vivo produzido (R\$/kg PV); IEE: índice de eficiência econômica; IC: índice de custo.

O custo por quilograma de peso vivo produzido foi influenciado linearmente ($P < 0,05$) pelos níveis de inclusão de GS, o que indica aumento no custo, à medida que aumentou a inclusão da glicerina nas rações (Figura 1). O custo por quilograma de peso vivo produzido se eleva a partir de 9%, sendo mais expressivo nos níveis de 12 e 15%. Isso é explicado pelo menor ganho de peso observado para esses níveis de inclusão.

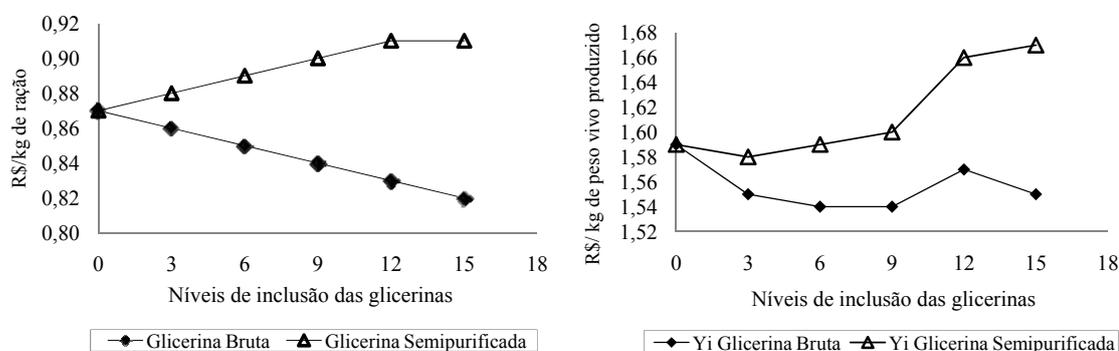


Figura 1 – Custo das rações (R\$/kg) e custo por quilograma de peso vivo produzido, em função dos níveis de glicerina bruta e semipurificada.

A avaliação econômica sugere que a GB pode ser utilizada até 15% nas rações, entretanto, considerando os dados de desempenho, sua inclusão limita-se ao nível de 10%. Em relação à GS, embora o custo por quilograma de peso vivo produzido tenha aumentado linearmente, levando em conta os dados de desempenho recomenda-se sua utilização até o nível de 10%.

4.4. Conclusão

Considerando os dados de desempenho, a glicerina bruta ou a glicerina semipurificada, podem ser utilizadas nas rações de codornas de corte, de um a 14 dias de idade, até o nível de 10%. A viabilidade de utilização dependerá do seu respectivo preço de comercialização, e das cotações dos demais ingredientes utilizados nas rações, visto que estes oscilam constantemente.

4.5. Literatura citada

- ABD-ELSAMEE, M.O.; ABDO, Z.M.A.; EL-MANYLAWI, M. A. F. et al. Use of crude glycerin in broiler diets. **Egypty Poultry Science**, vol.30, p.281-295, 2010.
- ALMEIDA, M.A.C. (1986). Fatores que afetam a umidade da cama. *Avicultura Industrial*, São Paulo, Vol.76, n. 919, pp. 06-18, 1986.
- BARROS, J.M.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência de sódio para frangos de corte nas fases de crescimento (22 a 42 dias) e final (43 a 53 dias). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1721-1733, 2004 (Supl. 1).
- BATISTA, E. Avaliação nutricional de glicerol para codornas de corte. 2010. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- BENEDETTI, M.P. Granulometria do milho de textura dentada ou dura em rações para frangos de corte. 2009. 43f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.
- BERENCHTEIN, B.; COSTA, L.B.; BRAZ, D.B. et al. Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1491-1496, 2010.
- BORGES, S.A.; ARIKI, J.; JERÔNIMO JR., R. et al. Níveis de sal (NaCl) em rações de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. Anais... Curitiba: FACTA, 1996. p.27 (Anexo).
- BORGES, S.A.; SILVA, FISCHER DA SILVA, A.V.; ARIKI, J. et al. Dietary Electrolyte Balance for Broiler Chickens Under Moderately High Ambient Temperatures and Relative Humidities. **Poultry Science**, v.82, p.301-308, 2003.
- BRISSON, D.; VOHL, M.C; ST-PIERRE, J. et al. [2001]. Glycerol: a neglected variable in metabolic process? In: **Bio Essays** v.23, p.534-542, 2001. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bies.1073/pdf>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2011.

- BUDAVARI, S., Editor, Glycerol, The Merck Index: An Encyclopedia of chemicals, Drugs, and Biologicals. Merck & Company, Rahway, New Jersey., Monograph n°. 4379. 705p, 1989.
- CAREW JR., L.B.; HILL, F.W. Effect of corn oil metabolic efficiency of energy utilization by chicks. **Journal of Nutrition**, Baltimore, v. 83, p.293-299, 1964.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**. v.11, p.1001-1007, 2006.
- CRYER, A.; HARTLEY, W. Studies on the adaptation of rats to a diet high in glycerol. **International Journal of Biochemistry**. v.4, p.293-308, 1973.
- DILWORTH, B.C.; SCHULTZ, C.D.; DAY, E.J. et al. Observations with broilers fed varying dietary sodium chloride levels from 56 to 63 days of age. In: ANNUAL PFIZER RESEARCH CONFERENCE, 19., 1971, Chicago. Proceedings... Chicago: Agricultural division PFIZER INC, 1971. 98p.
- ESSARY, E.O.; DAWSON, L.E.; WISMANN, E.L. et al. Influence of different levels of fat and protein in broiler rations on live weight, dressing percentage and specific gravity of carcass. **Poultry Science**, Champaign, v.44, p.34-35, 1965.
- FRAGA, A.L. Exigência de lisina para suínos em fase inicial (15-30 kg), de dois grupos genéticos, em rações formuladas de acordo com o conceito de proteína ideal. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- GIANFELICI, M. F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte**. 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2009.
- GILGER, A.P.; POTTS, A.M. Studies on the visual toxicity of methanol. V. The role of acidosis in experimental methanol poisoning. **American Journal Ophthalmology** 1955;39:63–86.
- GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. et al. **Análise econômica da utilização do trigoilho para suínos**. (S.L): EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1991, p.1-2 (comunicado técnico, 179).
- GOTTSCHALDT, K. M.; LAUSMANN, S. Feed intake by poultry: a review. *Cell & Tissue Research*, Berlin, v. 153, p. 477-496, 1974.
- HANCZAKOWSKA, E.; WEGLARZY, K.; SZYMCZYK, B. et al. Effect of adding crude or refined glycerol to pig diets on fattening performance, nutrient digestibility and carcass evaluation. **Annual Animal Science**, Vol. 10, n.1, p.67–73, 2010.
- HILL, K. J. In: Bell, D. J. e B. M. Freeman. *Physiology and Biochem. of Domestic Fowl*. v. 01, London, 1971, p. 1-23.
- HORTON, V.L.; HIGUCHI, M.A.; RICKERT, D.E. Physiologically based pharmacokinetic model for methanol in rats, monkeys, and humans. **Toxicol Appl Pharmacol**, v.117, p.26–36. 1992

- HURWITZ, S.; COHEN, I.; BAR, A. et al. Sodium and chloride requirements of the chick: relationship to acid-base balance. **Poultry Science**, v.52, n.3, p.903-909, 1973.
- HURWITZ, S.; PLAVNIK, I.; BEN-GAL, I. et al. Response of growing turkeys to dietary fat. **Poultry Science**, Champaign, v.66, p.2208-2217, 1987.
- IPCS (International Programme on Chemical Safety). [1997]. Environmental Health Criteria 196—Methanol. Geneva: WHO; 1997. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc196.htm>> Acesso em: 07 de fevereiro de 2011.
- KIJORA, C.; BERGNER, H.; KUPSCH, R.D. et al. Glycerol as a feed component in diets of fattening pigs. **Archivos Animal Nutrition**. v.47, p.345-360, 1995.
- KIJORA, C.; KUPSCH, R.D. Evaluation of technical glycerols from “Biodiesel” production as a feed component in fattening of pigs. **Lipid-Fett**, v.98, p.240-245, 1996.
- KIJORA, C.; KUPSCH, R.D.; BERGNER, H. et al. Comparative investigation on the utilization of glycerol, free fatty acids, free fatty acids in combination with glycerol and vegetable oil in fattening of pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Foulum, v.77, n.3, p.127-138, 1997.
- LAMMERS, P.J.; KEER, B.J.; WEBER, T.E. et al. Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin-supplemented diets. **Journal Animal Science**, Jul 3, 2008a.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.S. et al. Nitrogen-Corrected Apparent Metabolizable Energy Value of Crude Glycerol for Laying Hens. **Poultry Science**, v.87, p.104–107, 2008b.
- LIN, E.C.C.; ROMSONS, R.R.; LEVEILLE, A.G. Effect of Glycerol on Lipogenic Enzyme Activities and on Fatty Acid Synthesis in the Rat and Chicken. **Journal of Nutrition**. 1977.
- LINDENMAIKER, P.; KARE, M. R. Effect of particle size of grains in performance of broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 38, p. 545-550, 1959.
- MACARI, M. **Água na agricultura industrial**. Jaboticabal: Unesp-Funep, 1996. 128 p.
- MENTEN, J.F.M.; PEREIRA, P.W.Z.; RACANICCI, A.M.C. Avaliação da glicerina proveniente do biodiesel como ingrediente para rações de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2008 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2008, Santos. Anais... Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2008. p. 66.
- MENTEN, J.F.M.; ZAVARISE, K.C. SILVA, C.L.S. Biodiesel: oportunidades do uso de glicerina na nutrição de aves. IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal - IV CLANA CBNA/AMENA, 23 a 26 de novembro de 2010. Estância de São Pedro, SP – Brasil.
- MIN, Y.N.; YAN, F.; LIU, F.Z. et al. Glycerin-A New Energy Source for Poultry. **International Journal of Poultry Science**. v.9, n.1, p.1-4, 2010.

- MONGIN, P. Recent advances in dietary ânion-cátion balance: applications in poultry. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 40, n. 1, p. 285-294, 1981.
- MOUROT, J.; AUMAITRE, A.; MOUNIER, A. et al. 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.; SALEH, E.A.; ENGLAND, J.A. et al. Effect of level and source of sodium on performance of male broilers to 56 days. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, n.1, p.128-136, 1997.
- NIR, I.; SHEFET, G.; AARONI, Y. Effect of particle size on performance 2. *Poultry Science*, v. 73, p. 781-791, 1994b.
- PIESKER, M. E Y. DERSJANT-LI. Glycerol in Animal Nutrition - Versatile coproduct of biodiesel production. *Feedmagazine Kraftfutter*, 2006.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- SAKOMURA, N.K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. Campinas. v.6, n.1, p.1-11, 2004.
- SAVORY, C. J. Feeding Behavior. In: *Food intake regulation in Poultry*, ed. Boorman, K.N. & Freeman, B.M., British Poultry Science, Edinburgh, Scotland., p.277-323, 1979.
- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. 138f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SCHUMACHER J. **Small scale biodiesel production**. An overview. *Agricultural Marketing Policy Paper*. Montana State University MT, USA, n.22, p.1-6, 2007. Disponível em: < <http://www.ampc.montana.edu/policypaper/policy22.pdf>> Acesso em 11 de fevereiro de 2011.
- SHELBY, M. NTP-CERHR Expert Panel report on the reproductive and developmental toxicity of methanol. Prepared by Methanol Institute. 21p., 2001.
- SHELBY, M.; PORTIER, C.; GOLDMAN, L. et al. NTP-CERHR Expert Panel report on the reproductive and developmental toxicity of methanol. **Reproductive Toxicology. Review**. v.18, p.303-390, 2004.
- SILVA, R.M. **Exigência nutricional de cálcio de fósforo de codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) em crescimento**. 2008. 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2005. 235p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistemas de análises estatísticas e genéticas** - SAEG. versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150p.

URBANO, T. **Níveis de inclusão de óleo de soja na ração de frangos de corte criados em temperaturas termoneutra e quente.** 2006. 70f. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – São Paulo – Brasil, 2006.

YOUNG, J.W.; SHRAGO, E.; LARDY, H.A. Metabolic control of enzymes involved in lipogenesis and gluconeogenesis. **Biochemistry**, v.3, n.11, p.1687-1692, 1964.

WALDROUP P.W. Biofuels and broilers – competitors or cooperators? Proceedings of the 5th Mid-Atlantic Nutrition Conference, Timonium, Maryland, USA. S. p.25-33, March, 2007.

V - Desempenho de codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, alimentadas com rações contendo glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal

RESUMO – Um experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho, umidade da cama (UC), composição química corporal, rendimento de carcaça, e a viabilidade econômica da inclusão da glicerina bruta (GB) e semipurificada (GS), para codornas de corte na fase de 15 a 35 dias de idade. Foram utilizadas 1.892 codornas com 15 dias de idade, não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com 11 tratamentos e quatro repetições, sendo a unidade experimental formada por um boxe, alojando 43 aves. Os tratamentos foram constituídos por uma ração testemunha sem glicerina, cinco rações com níveis crescentes de inclusão da GB e cinco rações com níveis crescentes de inclusão da GS, utilizando-se níveis de 3; 6; 9; 12 e 15% de inclusão para as duas gliceras. O peso vivo (PV), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), UC e rendimento de peito (RPEI) aumentaram linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão dos níveis de GB enquanto o custo por kg de peso vivo produzido reduziu linearmente ($P < 0,05$). Na fase de 15 a 35 dias, considerando os dados de desempenho, as gliceras podem ser incluídas nas dietas de codornas de corte, até o nível de 15%.

Palavras-chave: alimentos alternativos, composição química corporal, desempenho, rendimento de carcaça, umidade da cama

V - Performance of quails, 15 to 35 days old, fed diets containing crude glycerin or semipurified, derived from animal fat and vegetable oil

ABSTRACT – An experiment was conducted to evaluate the performance, litter moisture, chemical composition, carcass dressing percentage, and economic viability of including crude glycerin (GB) and semi-purified (GS), for quails in phase of 15 to 35 days old. At the trial, 1,892 meat quails, 15 days old, not sexed, were distributed on a completely randomized design with four replications and 11 treatments, and the experimental unit formed by a box, housing 43 birds. The treatments were a control diet with no glycerin, five diets with increasing levels of CG inclusion and five diets with increasing levels of inclusion and SG, using levels of 3, 6, 9, 12 and 15% inclusion for both glycerin. The body weight (BW), weight gain (WG), feed intake (FI), litter moisture (LM) and breast yield (BY), increased linearly ($P<0.05$) with the inclusion of CG levels while the cost per kg body weight was reduced linear ($P<0.05$). In the period from 15 to 35 days, considering the performance data, the glycerin can be included in the diets of meat quails until the 15% level.

Key Words: alternative foods, chemical composition, performance, carcass dressing percentage, litter moisture

5.1. Introdução

O Brasil é considerado o quinto maior produtor mundial de carne de codorna e o segundo de ovos (Silva, 2009). A criação comercial em maior escala, de codornas para corte, teve início em 1989, quando a Perdigão Industrial, hoje Brasil Foods – BRF, começou a trabalhar no desenvolvimento da perdiz e da codorna, com a importação de matrizes europeias, criando assim a Confraria Avis Rara.

Sua exploração pode ser uma alternativa viável, pois, segundo Murakami & Furlan (2002), os animais possuem crescimento rápido, maturidade sexual precoce, pequeno intervalo de gerações, alta taxa de produção de ovos, baixa exigência nutricional, além de despender de pouco espaço físico para a criação.

Entretanto, mesmo havendo um crescimento considerável na produção de carne de codornas no Brasil, Oliveira et al. (2005) relatam que a exploração nacional se destina quase que exclusivamente à produção de ovos, sendo destinados ao abate apenas eventuais machos que foram classificados erroneamente no processo da sexagem realizada com um dia de vida, e as fêmeas ao término de sua vida produtiva. Neste último caso trata-se de animais já velhos, sem um padrão fixo de idade, geralmente com mais de 52 dias, tendo suas características de carcaça prejudicadas.

Em razão do crescimento no consumo mundial de carnes, pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de satisfazer as exigências de produtos de origem animal (Móri et al., 2005), e discretamente a cotonicultura de corte vêm se destacando no cenário nacional como uma atividade promissora, em que o abate precoce dos animais possibilita maior giro de capital e conseqüentemente um retorno rápido do investimento.

Outro aspecto importante é quanto ao potencial que estes animais possuem de converter eficientemente alimentos alternativos em carne. Sabe-se que a alimentação contribui com a maioria dos custos na produção animal, o que incentiva a busca constante por alimentos mais viáveis, que possam reduzir os custos, e ao mesmo tempo substituir eficientemente o milho ou o farelo de soja, já que estes representam a maior parte dos ingredientes utilizados nas formulações de rações.

Os subprodutos ou resíduos resultantes do processamento industrial de produtos agrícolas são os que mais despertam no momento a atenção dos pesquisadores (Gomes et al., 2006). Dentre estes, vêm se destacando a glicerina, um subproduto da produção do biodiesel, que pode ser obtida a partir de fontes renováveis, como óleos vegetais ou gorduras animais. A glicerina desperta interesse por se constituir em uma fonte rica em energia, que pode ser eficientemente metabolizada pelos animais, desde que se

determinem os corretos níveis de inclusão nas dietas. Entretanto, em virtude da glicerina ser oriunda de várias plantas produtoras de biodiesel, as quais utilizam diferentes matérias-primas para a produção, podem-se encontrar variações em sua composição química, o que influencia diretamente seus valores energéticos, principalmente quando são providas de ácidos graxos.

Em virtude da grande capacidade de produção de biodiesel no Brasil, há certa preocupação em relação ao excedente glicérico. Sendo assim, o uso da glicerina como alimento energético em rações para animais pode ser uma alternativa viável, e ainda assim ambientalmente sustentável, já que poderá evitar que a mesma venha a ter destinos inadequados, de forma a contaminar o meio ambiente.

O trabalho de Cerrate et al. (2006) mostra que a glicerina pode ser utilizada até 5% de inclusão nas dietas de frangos de corte, sem comprometer o desempenho. Entretanto, a utilização de 10% resultou em queda no desempenho, o que segundo os autores, está relacionado com problemas no fluxo das rações nos comedouros.

Avaliando a inclusão de 10% de glicerina bruta (81,47% de glicerol, 153 ppm de metanol e 2,4% de sódio) para frangos de corte em dois períodos (1-21 e 1-42 dias de idade), Menten et al. (2008) obtiveram melhora significativa no primeiro período, quando comparam a glicerina à ração testemunha. Por outro lado, no período de um a 42 dias, os autores verificaram resultados semelhantes entre o tratamento contendo glicerina e a ração testemunha.

Em estudos mais recentes, Abd-Elsamee et al. (2010) observaram que a glicerina (84,65% de glicerol, 10,17% de umidade, 3,41% Na e 3.445 kcal/kg de energia bruta) pode ser utilizada efetivamente por frangos de corte, em níveis de 6 e 8%, sem prejudicar o desempenho e a qualidade da carne. Os autores relatam que a opção pela utilização da glicerina é dependente da viabilidade econômica.

Trabalhando com níveis de inclusão de glicerina vegetal semipurificada e vegetal bruta (4; 8; 12; e 16%), para codornas de corte de um a 14 dias de idade, Batista (2010) também relata que as glicerinas podem ser utilizadas até 16% nas dietas, salientando que seu uso dependerá dos preços dos demais ingredientes das rações.

Neste contexto, atualmente a glicerina se destaca pelo grande número de pesquisas estudando seu uso como fonte energética na alimentação animal, porém, são escassos os trabalhos envolvendo codornas de corte. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho, a composição química corporal, o rendimento de carcaça de

codornas, a umidade da cama e a viabilidade econômica da inclusão da glicerina bruta ou semipurificada para codornas de corte na fase de 15 a 35 dias de idade.

5.2. Material e métodos

O experimento foi realizado no setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR. Foram utilizadas 1.892 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) com 15 dias de idade, alojadas em galpão convencional, com cobertura de telha de cimento amianto, piso de terra batida e paredes laterais de alvenaria com 0,50 m de altura, completadas com tela de arame até o telhado. O galpão foi dividido em 44 boxes de 2,5 m², sendo utilizada para cama a casca de arroz.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 11 tratamentos, quatro repetições e 43 codornas por unidade experimental. O período experimental foi de 20 dias.

Os tratamentos (Tabela 1) consistiram de uma ração testemunha (RT), à base de milho e farelo de soja, cinco rações com inclusão de níveis crescentes de glicerina bruta (GB = 3; 6; 9; 12; e 15%) e outras cinco rações com inclusão de níveis crescentes de glicerina semipurificada (GS = 3; 6; 9; 12; e 15%). Os valores de energia metabolizável aparente corrigidas para balanço de nitrogênio (EMAn) das gliceras utilizadas para as formulações das rações de desempenho, foram 4.893 e 2.476 kcal/kg para a GB e GS, respectivamente.

As gliceras utilizadas foram provenientes da Empresa BIOPAR[®] – Bioenergia do Paraná LTDA., localizada na cidade de Rolândia, Paraná.

As rações experimentais foram isonutritivas, à base de milho e farelo de soja, todas suplementadas com os aminoácidos sintéticos, lisina, treonina e metionina. Os teores de metionina + cistina digestíveis: lisina digestível foram calculados de acordo com as exigências determinadas por Scherer (2009), correspondendo à relação de metionina + cistina digestíveis: lisina digestível de 0,88; e as de Ca e P determinadas por Silva (2008). Foram utilizados os valores de composição química dos alimentos propostos por Rostagno et al. (2005). O balanço eletrolítico de cada dieta (BED) foi determinado utilizando-se a fórmula proposta por Mongin (1981), em que $NM = (\%Na + x \cdot 10.000/22,990) + (\%K + x \cdot 10.000/39,102) - (\%Cl \cdot 10.000/35,453)$ (*Equivalente grama do Na, K e Cl, respectivamente).

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética das rações experimentais das codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade

	Glicerina Semipurificada						Glicerina Bruta				
	RT	3%	6%	9%	12%	15%	3%	6%	9%	12%	15%
Farelo soja (45%)	38,42	39,27	40,12	40,98	41,83	42,68	38,94	39,47	40,00	40,54	40,62
Milho grão	53,85	49,32	44,80	40,27	35,74	31,22	51,06	48,26	45,47	42,67	36,70
Farelo de Trigo											2,89
Óleo de soja	2,91	3,59	4,28	4,96	5,64	6,32	2,18	1,45	0,73		
Glicerina	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00
Fosfato bicálcico	1,61	1,62	1,63	1,64	1,65	1,67	1,62	1,62	1,63	1,64	1,62
DL-Metionina	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,94	0,94	0,94	0,95	0,95
L-Lisina HCL	0,82	0,81	0,79	0,78	0,76	0,74	0,81	0,80	0,79	0,78	0,78
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Calcário	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26
L-Treonina	0,42	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,42
Premix Vit./Mineral ¹	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
BHT ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Valores calculados											
Proteína bruta (%)	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50
EM (kcal/kg)	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036
Cálcio (%)	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro (%)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Potássio (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Fosforo disp. (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Met. + Cist.dig. (%)	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52
Treon. dig. (%)	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
Lisina dig. (%)	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
BED (mEq/kg) ³	215,20	226,54	237,88	249,23	260,57	271,91	238,96	262,73	286,50	310,32	337,30

¹Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 2.500.000 UI; Vit. D3 – 750.000UI; Vit. E – 5.000UI; Vit. B1 – 625mg; Vit. B2 – 1.500mg; Vit. B6 – 1.250mg; Vit. B12 – 5.000mcg; Vit. K3 – 750mg; Pantotenato de Cálcio – 3.000 mg; Niacina – 6.000mg; Ác. Fólico – 3.000mg; Colina – 75g; Antioxidante – 2.500mg; Zinco – 12,5g; Ferro – 12,5g; Manganês – 150g; Cobre – 3.000mg; Cobalto – 50mg; Iodo – 250mg; Selênio – 63mg; Biotina – 50mg; ²BHT(Butil Hidroxi Tolueno). ³Balanço eletrolítico da dieta calculado de acordo com Mongin (1981), em que, BED= (% Na+ x 10.000/22,990*) + (% K+ x 10.000/39,102*) - (% Cl- x 10.000/35,453*) (*equivalente grama do Na, K e Cl).

Durante o período experimental foram utilizados comedouros tubulares e bebedouros pendulares. O fornecimento de água e ração foi à vontade. As rações foram acondicionadas em baldes plásticos devidamente identificados por tratamento e repetição para controle do consumo de ração, avaliado semanalmente.

O programa de iluminação utilizado foi o contínuo, durante todo o período experimental. Para evitar oscilações de temperatura e a incidência de vento sobre os animais, foram utilizados círculos de proteção nos boxes. Como fonte de aquecimento, utilizou-se campânulas infravermelhas. Até o sétimo dia de idade, para absorver a umidade, os boxes eram providos de papelão ondulado sobrepondo a cama.

Durante todo período experimental, as temperaturas no interior do boxe e fora do boxe, foram registradas às 08h00min horas da manhã e às 16h00min horas da tarde, por intermédio de termômetros de bulbo seco, dispostos em três pontos distintos do galpão (início, meio e fim).

As temperaturas médias, máxima e mínima, registradas durante o período experimental, foram respectivamente: 30,54 e 22,01°C dentro dos boxes; e 29,77 e 20,70 °C fora dos boxes.

As codornas foram pesadas semanalmente e, simultaneamente, foram realizadas às pesagens das rações experimentais fornecidas para determinação do peso médio, ganho de peso, consumo de ração, da conversão alimentar e biomassa corporal acumulada.

O ganho de peso foi determinado pela diferença entre os pesos final e inicial de cada unidade experimental. O consumo de ração, pela diferença entre a ração fornecida e as sobras nos baldes e comedouros. A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves. E a biomassa corporal acumulada em função do ganho de peso em relação ao peso inicial das codornas de corte no início da fase avaliada.

Ao final do período experimental, coletaram-se amostras da cama de todos os boxes, em três pontos distintos, evitando-se as áreas próximas aos comedouros e bebedouros. As amostras foram identificadas, embaladas em sacos plásticos, homogeneizadas, e posteriormente encaminhadas ao laboratório para análise de umidade, que consistiu na pré-secagem, em estufa a 55°C por 72 horas, sendo em seguida realizada a secagem definitiva, em estufa a 105°C por doze horas (durante a noite), de acordo com a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2005).

Para a determinação da composição química corporal, aos 35 dias, foram utilizadas três codornas inteiras (com vísceras e penas) por unidade experimental, que após seis horas de jejum foram sacrificadas, por decapitação entre os ossos occipital e atlas, feito com tesoura, de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Maringá.

As codornas foram moídas em moedor industrial de carnes, sendo as amostras pesadas e homogeneizadas, e levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem, e, posteriormente moídas em moinho tipo faca e conduzidas ao laboratório para as determinações analíticas. As análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), foram realizadas conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2005).

Para a determinação da taxa de deposição de proteína corporal (g/dia), taxa de deposição de gordura corporal (g/dia), foi utilizada a metodologia descrita por Fraga (2002). A energia retida na carcaça (kcal/g) foi determinada de acordo com a metodologia indicada por Sakomura (2004).

A taxa de deposição de proteína corporal (TDP) foi calculada considerando a quantidade de proteína corporal inicial (QPci), sendo a média de todos os tratamentos experimentais (abate aos 14 dias de idade), comparada com as codornas abatidas ao término do período experimental (35 dias).

A taxa de deposição de proteína corporal (g) foi calculada segundo a fórmula:

$$TDP = (QPcf - QPci)/PE, \text{ em que}$$

QPcf= quantidade (g) de proteína corporal final; QPci= quantidade de proteína corporal inicial e PE= período experimental, em dias. QPcf foi obtida multiplicando-se o peso de determinada codorna, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta corporal (PBC), enquanto QPci foi obtida pelo peso da respectiva codorna ao início do experimento, multiplicando pela PB média da amostra composta de todos os tratamentos.

A taxa de deposição de gordura corporal (TDG) foi calculada segundo a equação:

$$TDG = (QGcf - QGci)/PE$$

em que, QGcf foi a quantidade, em gramas, de gordura corporal final; QGci foi a quantidade de gordura corporal inicial e PE foi o período experimental, em dias. QGcf e

QPci foram obtidas de modo similar às QPcf e QPci, utilizando-se os valores de extrato etéreo ao invés de proteína bruta corporal.

A energia corporal retida (ECR) foi calculada pelo uso da fórmula:

$$ECR = 5,66 \text{ TDP} + 9,37 \text{ TDG}$$

sendo 5,66 e 9,37 os valores energéticos (em kcal/g) da proteína e da gordura, respectivamente.

Para o cálculo de rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso vivo, o qual foi obtido individualmente antes do abate das aves.

A coleta e pesagem dos fígados foram realizadas logo após o abate. O rendimento de fígado foi obtido em relação ao peso vivo dos respectivos animais, assim como o rendimento de gordura abdominal.

Para o rendimento de cortes nobres, foi considerado o rendimento de peito inteiro, pernas (coxa e sobrecoxa), sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão das glicerinas nas rações, foi determinado, inicialmente, o custo de ração por quilograma de peso ganho (Y_i), segundo Bellaver et al. (1985):

$$Y_i \text{ (R\$/kg)} = Q_i \times P_i / G_i$$

Em que:

Y_i = custo da ração por quilograma de peso ganho no i -ésimo tratamento;

P_i = preço por quilograma da ração utilizada no i -ésimo tratamento;

Q_i = quantidade de ração consumida no i -ésimo tratamento e

G_i = ganho de peso do i -ésimo tratamento.

Em seguida, foram calculados o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), proposto por Gomes et al. (1991):

$$IEE (\%) = (M_{Ce} \times 100) / C_{Tei} \qquad IC (\%) = (C_{Tei} \times 100) / M_{Ce}$$

Em que:

M_{Ce} = menor custo da ração por quilograma ganho observado entre os tratamentos

CT_{ei} = custo do tratamento i considerado.

Os preços dos ingredientes, utilizados na elaboração das dietas experimentais, foram obtidos na região de Maringá, na época do experimento, sendo: farelo de soja, R\$ 0,66/kg; milho grão, R\$ 0,26/kg; farelo de trigo, R\$ 0,53/kg; óleo de soja R\$ 1,79/kg; fosfato bicálcico, R\$ 2,85/kg; calcário, R\$ 0,25/kg; L-Lisina, R\$ 8,94/kg; DL-Metionina, R\$ 19,32/kg; L-Treonina, R\$ 12,44/kg; premix mineral e vitamínico R\$ 8,00/kg; sal comum, R\$ 0,42/kg; BHT, R\$ 11,20/kg; glicerina bruta R\$ 0,18/kg, atribuído em relação a 70% do preço do milho; e glicerina semipurificada, R\$ 0,08/kg, sendo este, o valor de comercialização da GS na Empresa BIOPAR[®] (Bioenergia do Paraná).

As variáveis de desempenho e de carcaça foram submetidas à análise de regressão polinomial utilizando os dados dos níveis 3; 6; 9; 12; e 15% de inclusão das glicerinas. Adicionalmente foi aplicado o teste de Dunnett para comparar os diferentes níveis de inclusão (3; 6; 9; 12; e 15% de glicerina bruta e 3; 6; 9; 12; e 15% de glicerina semipurificada) com a ração testemunha (0% de inclusão de glicerina).

Os parâmetros estudados foram analisados estatisticamente com o programa SAEG - Sistemas de Análises Estatísticas e Genética, (UFV, 1997), segundo o modelo:

$$Y_{ij} = b_0 + b_1Gi + b_2Gi^2 + b_3S_j + FA + e_{ij}$$

Y_{ij} = variável medida na unidade experimental j , alimentada com dieta contendo o nível i de glicerina bruta ou semipurificada;

b_0 = constante geral;

b_1 = coeficiente de regressão linear em função do nível de glicerina;

G_i = nível de glicerina: $GB_1 = 3$; $GB_2 = 6$; $GB_3 = 9$; $GB_4 = 12$; $GB_5 = 15$ $GS_6 = 3$; $GS_7 = 6$; $GS_8 = 9$; $GS_9 = 12$ e $GS_{10} = 15\%$ de inclusão;

b_2 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de glicerina;

b_3 = coeficiente de regressão linear em função da proporção de sexo (número de machos/números de fêmeas) na unidade experimental;

S_j = efeito da proporção de sexo (número de machos/números de fêmeas) na unidade experimental j ;

FA = falta de ajustamento do modelo de regressão;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

5.3. Resultados e discussão

Não foram observadas interações ($P>0,05$) dos tipos de glicerinas com os níveis de inclusão, para as variáveis de desempenho e umidade da cama.

Excluindo a ração testemunha, a análise de regressão mostrou que o peso vivo, o ganho de peso, o consumo de ração e a umidade da cama, aumentaram linearmente ($P < 0,05$) com o acréscimo nos níveis de inclusão de glicerina bruta (Tabela 2).

Tabela 2. Desempenho e umidade da cama de codornas de corte, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de 15 a 35 dias de idade

Glicerina Bruta							
Níveis Variáveis	PI (g) 15 dias	PV ^b (g) 35 dias	CR ^b (g/ave)	GP ^b (g)	CA (g/g)	BCA (%)	UC ^b (%)
0	76,80	223,70	454,43	146,89	3,09	191,26	19,14
3	76,26	222,67	448,59	146,41	3,07	191,97	19,36
6	76,00	223,32	455,01	147,32	3,09	193,85	20,28
9	76,75	225,65	457,86	148,90	3,08	193,99	20,17
12	76,52	228,00	464,08	151,48	3,06	197,99*	21,78
15	76,80	225,39	462,80	148,60	3,11	193,53	21,98
Equações de Regressão							
PV ^b = 221,969 + 0,337682GB; R ² = 0,58							
GP ^b = 145,983 + 0,284455GB; R ² = 0,49							
CR ^b = 446,420 + 1,24969GB; R ² = 0,90							
UC ^b = 18,6898 + 0,224583GB; R ² = 0,90							
Glicerina Semipurificada							
Níveis Variáveis	PI (g) 15 dias	PV (g) 35 dias	CR ^c (g/ave)	GP (g)	CA (g/g)	BCA (%)	UC ^b (%)
0	76,80	223,70	454,43	146,89	3,09	191,26	19,14
3	76,58	228,72	461,25	152,14	3,03	198,68*	19,36
6	76,40	227,75	449,34	151,35	2,97	198,08*	19,77
9	75,94	223,73	449,24	147,79	3,04	194,62	19,94
12	76,44	229,80	457,81	153,36*	2,99	200,62*	22,32*
15	76,33	226,48	459,99	150,16	3,06	196,73	22,01
CV (%) ^a	1,21	1,47	1,87	1,83	2,04	1,56	7,3970
Equações de Regressão							
CR ^c = 477,535 - 5,65260GS + 0,292541GS ² ; R ² = 0,74; gs= 9,66%							
UC ^b = 18,0682 + 0,261583GS; R ² = 0,81							

*Diferem da ração testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; ^aCoefficiente de variação; ^bEfeito linear da glicerina; ^cEfeito quadrático da glicerina;
PI: peso vivo inicial; PV: peso vivo final; CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; BCA: biomassa corporal acumulada; UC: umidade da cama.

Possivelmente, a boa palatabilidade da GB, teve influência sobre o aumento linear no consumo de ração e, conseqüentemente, maior peso vivo e ganho de peso. Da mesma forma, Min et al. (2010) sugeriram que o sabor doce da glicerina pode proporcionar maior consumo de ração, corroborando com estudos anteriores, realizados com suínos

em terminação, os quais demonstram que a glicerina é altamente palatável (Kijora & Kupsch, 1996; Kijora et al., 1995 e 1997; Mourot et al., 1994). Resultados semelhantes foram encontrados por Batista (2010), que obteve aumento linear no CR quando utilizou glicerina vegetal semipurificada em níveis de 4; 8; 12; e 16%. Entretanto, este autor não verificou diferenças significativas no PV, CA, GP e BCA das codornas de corte aos 35 dias de idade quando avaliou a glicerina vegetal semipurificada (95,62% de matéria seca; 0,87% Na; 0,12% K; 0,36% Cl; e 3.583 kcal/kg de EM) e vegetal bruta (97,46% de matéria seca; 1,62% Na; 0,17% K; 0,46% Cl; e 5.275 kcal/kg de EM).

É importante considerar que as aves, em comparação aos suínos, possuem menor quantidade de papilas gustativas, e, portanto, o aumento linear do CR, no presente estudo, pode estar relacionado a outros fatores, como por exemplo, à estrutura e consistência da ração. Savory (1979) sugeriu que o tamanho e a consistência das partículas do alimento, afetam as respostas sensoriais que estabelecem a alteração no comportamento de consumo.

Sabe-se que as aves possuem na boca somente 12 papilas gustativas rudimentares, ao passo que mamíferos possuem milhares (Hill, 1971). Lindenmaiker e Kare (1959), citados por Benedetti (2009), afirmaram que os sentidos de gosto e olfato são menos desenvolvidos nas aves do que nos mamíferos. No entanto, a falta de habilidade destes sentidos é compensada por mecanorreceptores localizados nos seus bicos (Gottschaldt e Lausmann, 1974). Outros autores relataram que para os frangos de corte, os mecanorreceptores são mais importantes do que os sensores químicos (Nir et al., 1994).

Utilizando 5% de glicerina (3.527 kcal/kg de EM) para frangos de corte, Cerrate et al. (2006) observaram ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar semelhantes à ração testemunha em todos os períodos avaliados (1-14; 14-35; e 35-42 dias), no entanto, o nível de 10% de glicerina apresentou o mesmo efeito somente de um a 14 dias de idade, pois aos 35 e 42 dias, a inclusão deste nível piorou significativamente o PV e a CA.

Pelo teste de Dunnett, considerando a BCA, somente o nível de 12% de glicerina bruta diferiu da ração testemunha, apresentando maior valor (197,99%). A biomassa corporal acumulada representa, em percentagem, a quantidade de massa corporal adquirida desde o início do período experimental até o seu fim, considerando o peso inicial igual a 100%, e, portanto, relaciona-se diretamente com o ganho de peso.

Verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) dos níveis de GS sobre o CR. Batista (2010), entretanto, observou maior consumo de ração nas dietas contendo maiores

níveis de glicerina vegetal semipurificada. Abd-Elsamee et al. (2010), utilizando glicerina (84,65% de glicerol, 10,17% de umidade, 3,41% Na e 3.445 kcal/kg de energia bruta) para frangos de corte em níveis de 0; 2; 4; 6; e 8% constataram maior consumo de ração com 8% e melhor conversão alimentar com 6% de glicerina, no período de 28 a 42 dias e também no período total (7-42 idas de idade).

Pelo Teste de Dunnett, o GP, a BCA e UC da glicerina semipurificada foram diferentes ($P<0,05$) da ração testemunha. Maior ganho de peso foi obtido quando utilizado 12% de GS, sendo o único a diferir da ração testemunha. Os maiores valores de BCA foram obtidos em 3; 6; e 12% de GS, os quais diferiram da ração testemunha, o que é explicado pelo maior GP obtido para esses tratamentos. Em relação à umidade da cama, somente o nível de 12% de inclusão diferiu da ração testemunha (Tabela 2).

Por outro lado, Abd-Elsamee et al. (2010) não observaram diferenças no peso vivo de frangos de corte, nos períodos de 14 a 28; 28 a 42; e 7 a 42 dias de idade. Entretanto, na fase de 7 a 14 dias, os tratamentos com 4; 6 e 8% de glicerina apresentaram maior peso vivo e ganho de peso, do que quando comparados à ração testemunha e 2% de glicerina.

Avaliando 5; 10; 15; 20; e 25% de glicerina pura na dieta, Simon et al. (1996), concluíram que a inclusão de até 10% deste produto não comprometeu o desempenho dos animais, entretanto, a partir de 10% de glicerina os autores notaram aumento na CA. Sob este mesmo nível de inclusão, Waldroup et al. (2007), reportam em seu trabalho que o CR foi influenciado negativamente em consequência da dificuldade de fluidez das rações nos comedouros.

Porém, estudo realizado por Menten et al. (2008), em que avaliaram o farelo de soja suplementado com 10% de glicerina bruta (81,47% de glicerol, 153 ppm de metanol e 2,4% de sódio) proveniente da produção do biodiesel, na dieta de frangos de corte, mostrou que a mesma pode ser utilizada durante todo período de criação sem afetar o desempenho das aves, desde que sejam realizados os ajustes nutricionais (energia, aminoácidos e sódio).

A umidade da cama aumentou linearmente ($P<0,05$) com o acréscimo dos níveis de inclusão da glicerina bruta ou semipurificada. Em outros estudos (Cerrate et al. 2006; Gianfelici, 2009) com glicerina, os autores já haviam relatado sobre o seu efeito na umidade das excretas, e conseqüentemente na umidade da cama, principalmente quando utilizados altos níveis de inclusão.

O aumento da perda de água, por frangos consumindo glicerina, foi atribuído às perdas por via urinária, sendo resultado de menor reabsorção de água pelo intestino grosso ou maior excreção renal, pois não foram constatadas anormalidades no conteúdo ileal dos animais necropsiados. Verificou-se também, que a perda de água se acentua quando a glicerina na dieta vai além de 7,5%, o que pode ser explicado pela saturação de glicerol no organismo, comprometendo sua metabolização e causando aumento de glicerol no sangue (Gianfelici, 2009).

O glicerol sendo uma substância osmoticamente ativa (Gianfelici, 2009), hidrofílica polar e de peso molecular baixo (Budavari, 1989) sua excreção pelos rins é uma rota de saída fácil do organismo sendo excretado em conjunto com a água (Gianfelici, 2009). Outros autores (Cerrate et al., 2006; Lammers et al., 2008a) relataram que altos níveis de glicerina (10 e 15%, respectivamente) provocaram aumento na umidade das excretas.

Porém, estudos verificaram que o glicerol (Brisson et al., 2001) e a glicerina (Cerrate et al., 2006) promovem aumento no volume de água corporal pela redução na velocidade de eliminação de água do organismo (Brisson et al., 2001). No entanto, Cerrate et al. (2006) chegou a essa conclusão quando utilizou baixos níveis de inclusão (2,5% e 5%) de glicerina para frangos de corte, enquanto para o nível de 10%, os mesmos efeitos não foram constatados. Entretanto, o nível de 10% de glicerina, promoveu aumento na umidade da cama, e quando as dietas foram submetidas às análises químicas, a ração com 10% de glicerina apresentou 0,15% a mais de potássio, proveniente principalmente da própria glicerina, mais especificamente do hidróxido de potássio utilizado como catalisador durante a produção do biodiesel.

Trabalhando com galinhas poedeiras, Lammers et al. (2008a) notaram maior umidade das excretas quando utilizaram 15% de glicerina bruta (87% de glicerol, 9% de água, 0,03% metanol, 1,26% de sódio (Na), e 3.625 kcal/kg de energia bruta), frisando que não foi realizado o ajuste de sódio em relação à ração basal que continha 0,21% deste mineral.

Utilizando crescentes BED nas dietas (0; 120; 240; e 360 mEq/kg), Borges et al. (2003) verificaram aumento linear no consumo de água e na relação consumo de água:consumo de ração, e assim, a progressiva ingestão de água se refletiu no aumento da UC (Borges et al., 2003).

No presente estudo, para cada 3% de inclusão da GB, proporcional aumento de 0,03% de Na, acima do valor de exigência. Possivelmente o aumento linear na UC pode

estar relacionado com a alta ingestão e consequente excreção de água devido à quantidade de Na presente nas rações.

Estudos relataram aumento linear na UC com o acréscimo dos níveis de sódio nas rações de frangos de corte, afirmando que essa resposta está relacionada com a maior ingestão de água pelas aves, na tentativa de manter a homeostasia corporal (Barros et al. (2004). A adição de sais à ração (sódio, potássio, etc) provoca sensação de sede nas aves e, conseqüentemente, estimula o consumo de água. Entretanto, do ponto de vista fisiológico, não haverá quebra de homeostase, pois todo o excesso de água ingerido será eliminado pelos rins ou excretas, produzindo excretas moles e cama molhada (Macari, 1996, citado por Ribeiro et al., 2008).

Avaliando níveis crescentes de sódio para frangas de 7 a 12 semanas de idade, Ribeiro et al. (2008), verificaram aumento linear no consumo de água e na umidade das excretas. É possível que isso esteja relacionado ao equilíbrio de sódio no organismo, o qual envolve a produção de hormônios que estimulam a sua excreção ou retenção. Assim, quando há excesso de água no corpo e a osmolaridade do líquido extracelular é reduzida, a secreção do hormônio antidiurético (ADH) pela hipófise posterior é diminuída, reduzindo a permeabilidade dos túbulos renais, o que causa excreção de grande quantidade de urina (Guyton & Hall, 1997, citados por Ribeiro et al., 2008).

Entretanto, conforme mencionado na fase de um a 14 dias, não se deve restringir esta discussão somente ao efeito do sódio, e seria conveniente ressaltar que pode haver uma relação entre sódio, água e glicerol. Conforme citado anteriormente, a adição de sais à ração provoca a sensação de sede nas aves, estimulando o consumo de água. É comprovado que altos níveis de glicerol na dieta podem suplantar a capacidade que o organismo dispõe para metabolizá-lo, sendo, portanto, excretado na urina. Sabe-se que o glicerol é altamente hidrofílico, dessa forma, a maior excreção de água também pode ser atribuída a forte afinidade que existe entre o glicerol e água.

Neste contexto, quando é saturada a capacidade que o organismo dispõe para metabolizar o glicerol, este ao invés de promover o aumento na retenção de líquido no organismo, conforme sugerido por Brisson et al. (2001) e Cerrate et al. (2006), possivelmente promoverá o efeito contrário, ocasionando aumento na umidade das excretas e conseqüentemente na UC.

Embora a umidade da cama tenha aumentado, do ponto de vista prático, isso não prejudicou os animais no período avaliado. Segundo Almeida (1986), pode-se manter a umidade da cama entre 20 e 35%, portanto, os teores de umidade observados no

presente estudo encontram-se adequados (Tabela 2). O manejo correto como, por exemplo, o revolvimento da cama durante a criação industrial dos animais, pode diminuir esses efeitos de umidade. Por outro lado, do ponto de vista nutricional, deve-se considerar o teor de sódio das glicerinas para proceder com as formulações de rações.

Semelhante ao ocorrido na fase de um a 14 dias de idade, em que os teores de metanol foram muito acima dos recomendados pelo MAPA (2010), a sua ingestão pelas codornas não foi o suficiente para desencadear sintomas de toxidez. Lammers et al. (2008b), utilizando glicerina com 3.200 ppm de metanol, também não observaram efeitos de toxicidade, tanto por sinais clínicos, lesão macroscópica ou histológica no fígado, rins e olhos de suínos na fase pós-desmame, em que foram alimentados por 138 dias com rações contendo 5 e 10% de inclusão de glicerina.

Estudos mostram que a dose mínima letal de metanol para seres humanos varia de 300 a 1.000 mg/kg de peso corporal (PC) (IPCS, 1997), enquanto para macaco rhesus (*Macaca mulata*), ratos Sprague Dawley e coelhos albinos, são respectivamente: 3.000; 9.500; e 7.000 mg/kg de peso corporal (Gilger e Potts, 1955; IPCS, 1997; citados por Shelby et al., 2004).

Alguns estudos indicam que há saturação dos metabólitos de metanol no organismo. Os níveis de metanol no sangue foram linearmente relacionados até concentrações abaixo de 1.200 ppm (184 mg/kg), mas não a 2.000 ppm (308 mg/kg), sugerindo o início da saturação da álcool desidrogenase no sistema enzimático de macacos rhesus. A saturação do metabolismo do metanol parece estar entre 1.375-2.293 mg/kg, com base nos dados obtidos com macacos expostos há 21 horas por dia à inalação de metanol (Horton et al., 1992; citados por Shelby, 2001).

De acordo com os estudos reportados, os quais indicam que a toxicidade do metanol, ou seus metabólitos, é dependente da dose e do peso corporal dos animais, é importante considerar: a ingestão diária de ração, e, portanto, de metanol, em função do peso corporal dos animais. Embora os animais (ratos, coelhos e cães), apresentem maior resistência à toxidez, do que os humanos e primatas não-humanos, a literatura é escassa no que diz respeito à intoxicação por metanol para aves.

Sendo assim, considerando a dose mínima letal (DML) descritas para ratos, de 9.500 mg/kg PC, a quantidade de metanol por quilograma de PC apresentaram-se acima da DML para os níveis de 12 e 15% de GB, de 12.334 e 15.553 mg/kg de PC, respectivamente. Para a GS, a quantidade de metanol foi superior à DML, para os níveis de 9; 12; e 15%, de 11.384; 15.013; e 19.132 mg/kg de PC, respectivamente. Entretanto,

deve-se salientar que esses dados são meramente comparativos, visto que a toxicidade do metanol pode variar de acordo com a fisiologia de cada espécie.

Com a saturação da enzima álcool desidrogenase, provavelmente o metanol não é metabolizado, sendo excretado mais rapidamente na urina sem maiores danos, como ocorre quando é utilizado o etanol como antídoto, por exemplo, para competir pelo sítio ativo da enzima álcool desidrogenase.

Nos parâmetros de composição química corporal, não foi observada interação ($P>0,05$) entre as glicerinas e os níveis de inclusão. A ausência de efeito das glicerinas sobre a proteína bruta e taxa de deposição de proteína corporal sugere que no período de 15 a 35 dias o glicerol não foi eficiente na estimulação da síntese protéica conforme sugerido por Dozier et al. (2008) e Gianfelici (2009).

Excluindo a ração testemunha, de acordo com a análise de regressão, a inclusão de GB não promoveu alterações ($P>0,05$) na composição química corporal das codornas de corte dos 15 aos 35 dias de idade (Tabela 3).

Tabela 3. Composição química corporal de codornas de corte, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de 15 a 35 dias de idade

Glicerina Bruta							
Níveis/ Variáveis	Água (%)	PB (%)	EE (%)	MM (%)	TDP (g/d)	TDG (g/d)	ECR (Kcal/g)
0	66,65	18,89	9,40	3,27	1,33	0,87	15,72
3	66,05	18,84	9,77	3,27	1,33	0,90	16,00
6	66,71	19,15	8,65	3,32	1,35	0,78	15,03
9	65,42	19,04	10,26	3,12	1,33	0,96	16,57
12	65,72	19,17	10,09	3,26	1,40	0,96	16,94
15	65,89	18,88	9,76	3,24	1,34	0,91	16,18
Glicerina Semipurificada							
Níveis/ Variáveis	Água (%)	PB (%)	EE (%)	MM (%)	TDP (g/d)	TDG ^b (g/d)	ECR (Kcal/g)
0	66,65	18,89	9,40	3,27	1,33	0,87	15,72
3	65,14	19,01	10,72	3,14	1,40	1,03	17,62
6	65,70	19,32	10,20	3,27	1,40	0,97	17,04
9	66,60	19,44	9,48	3,21	1,37	0,87	15,95
12	65,27	18,72	10,98	3,08	1,36	1,06	17,72
15	64,95	18,86	11,30	3,15	1,35	1,08	17,79
CV (%) ^a	1,79	2,85	11,11	6,20	5,02	12,62	7,09
Equação de Regressão							
$TDG^b = 1,235 - 0,0654GS + 0,0036GS^2; R^2 = 0,63; P=0,05; GS = 9,08\%$							

^a Coeficiente de variação; ^b Efeito quadrático da glicerina.

PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; TDP: taxa de deposição de proteína; TDG: taxa de deposição de gordura; ECR: energia corporal retida.

A glicerina semipurificada não influenciou o teor de água ($P>0,05$). Resultado diferente foi encontrado por Batista (2010), que determinou 67,33% de água com a inclusão de 9,76% de glicerina vegetal semipurificada.

A energia corporal retida (ECR) é dependente da taxa de deposição de proteína (TDP) e da taxa de deposição de gordura (TDG), e esta última por sua vez, é dependente do teor de extrato etéreo (EE). Logo, a análise de regressão mostrou efeito quadrático ($P=0,05$) dos níveis de glicerina semipurificada sobre a TDG, em que a derivação da equação indica ponto de mínima em 9,088%, sendo estimada a deposição de 0,94g/d.

O trabalho de Batista (2010) não constatou efeito das gliceras sobre a proteína bruta (PB), EE, matéria mineral (MM), TDP, TDG e ECR, da mesma forma que Gianfelici (2009) também não detectou alterações na PB, MM e gordura das carcaças de frangos de corte, não estimulando, portanto, conforme sugerido por Lin et al. (1976), a síntese de triglicerídeos como fonte de glicerol-3-fosfato ou de acetilCoa (Acetil-Coenzima-A) para a síntese de ácidos graxos. Lin et al. (1976) observaram em frangos, grande capacidade dos adipócitos em depositar lipídios. Os mesmos autores relatam que o glicerol não influencia a síntese de triglicerídios, além de que, apresenta efeito negativo na síntese de ácidos graxos, sugerindo que isso acontece em virtude do tecido hepático ficar com um potencial redox reduzido após a ingestão de glicerol.

Esse efeito da GS sobre a TDG também foi constatado na primeira fase (um a 14 dias), porém ocorreu de forma linear, aumentando à medida que a glicerina foi adicionada nas dietas. Conforme frisado na fase inicial, à medida que os níveis de GS foram adicionados nas rações, o nível de óleo de soja também aumentou. Essary et al. (1965), revelaram que para cada 2% de óleo adicionado à ração, houve aumento correspondente de 0,6% de gordura na carcaça. Urbano (2006) observou que o tratamento contendo maior inclusão de óleo de soja (7%), apresentou o maior teor de EE na carcaça de frangos de corte, sendo que para cada 2% de óleo adicionado à ração, houve aumento correspondente de 1,16% de gordura na carcaça. Segundo Hurwitz et al. (1987), a alta correlação entre os níveis de óleo da dieta e a deposição de gordura corporal nas aves, ocorre em função da capacidade de transferência direta de ácidos graxos da dieta para o tecido adiposo, não havendo a necessidade da síntese destes pelo fígado das aves.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no rendimento de fígado quando considerados machos e fêmeas juntos (Tabela 4). Esses resultados estão de acordo com

os encontrados por Abd-Elsamee et al. (2010) que não encontraram diferenças no rendimento dos órgãos de frangos de corte alimentados com 0; 2; 4; 6; e 8% de glicerina.

Tabela 4. Rendimento de fígado das codornas de corte, machos e fêmeas, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de 15 a 35 dias de idade

Glicerina Bruta (%)							
Níveis/ Variáveis	0	3	6	9	12	15	CV ^a (%)
PV (g)	211,21	217,73	221,06	220,92	218,87	214,17	4,09
PF (g)	3,97	4,63	3,82	5,02	4,19	4,12	15,34
RF (g)	1,88	2,12	1,72	2,27	1,92	1,92	14,43
Glicerina Semipurificada (%)							
Níveis/ Variáveis	0	3	6	9	12	15	CV ^a (%)
PV (g)	211,21	217,53	219,07	215,51	224,80	217,32	4,09
PF (g)	3,97	3,98	4,45	4,29	5,10	4,22	15,34
RF (g)	1,88	1,83	2,03	1,99	2,27	1,95	14,43

^a Coeficiente de variação

PV: peso vivo; PF: peso de fígado; RF: rendimento de fígado.

Quando foram considerados os sexos separados (Tabela 5), a análise de regressão mostra efeito linear ($P < 0,05$) dos níveis de GS sobre o RF das fêmeas, indicando aumento na massa hepática à medida que foram adicionados os níveis de glicerina semipurificada nas rações. Possivelmente, isso está relacionado com a alta taxa de absorção do glicerol, que por possuir baixo peso molecular e ser absorvido passivamente (Guyton, 1991), pode influenciar o conteúdo de lipídios, e assim, a massa do fígado. Portanto, o aumento do teor de glicerol na dieta também pode afetar o metabolismo dos triglicerídeos em animais, induzindo a adaptações bioquímicas e fisiológicas, especialmente no fígado (Dasari, 2007).

Resultados semelhantes aos do presente estudo foram constatados em ratos, em que o tratamento com glicerol resultou no aumento da massa hepática após 21 semanas (Narayan et al., 1975; Narayan & McMullen, 1979). Por outro lado, Lin et al. (1976) não observaram alteração no peso do fígado em frangos alimentados por três semanas com dieta contendo 20% de glicerol.

Tabela 5. Peso e rendimento de fígado das codornas de corte, machos ou fêmeas, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta ou semipurificada, no período de 15 a 35 dias de idade

Glicerina Bruta							
Fêmeas							
Variável	0	3	6	9	12	15	CV (%) ^a
PV (g)	216,49	226,69	217,95	220,68	217,19	224,75	6,16
PF (g)	4,53	4,60	4,13	4,53	4,29	4,84	19,74
RF (g)	2,12	2,13	1,82	2,10	1,94	2,22	18,90
Machos							
PV (g)	208,68	218,97	215,42	223,89	217,07	211,15	5,52
PF (g)	3,63	5,31	3,43	5,42	3,85	3,65	26,73
RF (g)	1,74	2,44	1,59	2,37	1,78	1,73	24,66
Glicerina Semipurificada							
Fêmeas							
PV (g)	216,49	224,49	213,76	222,18	211,06	213,74	6,16
PF (g)	4,53	3,65	4,60	4,36	5,16	4,57	19,74
RF (g) ^b	2,12	1,61	2,06	2,04	2,30	2,18	18,90
Equação de Regressão							
RF ^b = 1,5823 + 0,0456225GS; R ² = 0,70							
Machos							
PV (g)	208,68	210,31	213,66	217,27	227,42	223,58	5,42
PF (g)	3,63	4,31	4,05	4,06	4,85	3,74	26,73
RF (g)	1,74	2,05	1,90	1,86	2,14	1,67	24,66

^a Coeficiente de variação; ^b Efeito linear da glicerina.

PV: peso vivo; PF: peso de fígado; RF: rendimento de fígado.

Considerando o rendimento de carcaça, excluindo a ração testemunha, a análise de regressão mostrou efeito linear ($P < 0,05$) dos níveis de GB sobre o rendimento de peito (Tabela 6).

De acordo com Brisson et al. (2001), a ingestão de glicerol associada à ingestão de água, promove aumento do volume de água no corpo, mantendo maior hidratação, pela redução na velocidade de eliminação renal de água do organismo. Resultados semelhantes aos do presente estudo, foram obtidos por Cerrate et al. (2006), que utilizando dietas contendo 2,5 e 5% de glicerina, verificaram aumento no rendimento de peito de frangos de corte, sugerindo melhora na absorção de água, conforme enfatizado anteriormente. Entretanto, os autores notaram que após os 14 dias de idade, a inclusão de 10% de glicerina promoveu redução significativa no rendimento de carcaça, peso de peito, asa, coxa e de perna.

Tabela 6. Valores médios de peso vivo, rendimento de cortes e de carcaça de codornas de corte, alimentadas com níveis crescentes de glicerina bruta ou semipurificada, no período de 15 a 35 dias de idade

Glicerina Bruta									
Variáveis/ Níveis	PV (g)	PCA (g)	RCA (%)	PPE (g)	RPE ^b (%)	PPER (g)	RPER (%)	PGA (g)	RGA (%)
0	211,21	138,08	65,31	57,49	41,64	32,78	23,82	1,26	0,59
3	217,73	142,10	65,22	58,62	41,24	33,40	23,59	1,50	0,70
6	221,06	143,24	64,91	59,93	41,83	34,92	24,35	1,37	0,62
9	220,92	144,41	65,33	61,25	42,47	35,41	24,50	2,26	1,03
12	218,87	145,61	66,52	61,27	42,05	33,21	22,81	1,10	0,46
15	214,17	140,07	65,36	62,10	44,29	32,65	23,35	1,78	0,83
Equação de Regressão									
RPE ^b = 40,4853 + 0,210233GB; R ² = 0,74;									
Glicerina Semipurificada									
Níveis/ Variáveis	PV (g)	PCA (g)	RCA (%)	PPE (g)	RPE (%)	PPER (g)	RPER (%)	PGA (g)	RGA (%)
0	211,21	138,08	65,31	57,49	41,64	32,78	23,82	1,26	0,59
3	217,53	140,02	64,36	61,33	43,78	33,17	23,70	1,54	0,58
6	219,07	143,82	65,66	61,67	42,90	34,51	23,97	1,75	0,81
9	215,51	138,97	64,51	61,74	44,39	33,44	24,11	1,97	0,93
12	224,80	146,96	65,36	66,52	45,28	34,82	23,67	2,01	0,89
15	217,32	142,60	65,57	63,28	44,30	33,35	23,37	1,42	0,66
CV (%) ^a	4,15	5,19	2,69	7,42	4,35	6,39	4,25	56,75	59,16

^a Coeficiente de variação; ^b Efeito linear da glicerina.

PV: peso vivo; PCA: peso da carcaça; RCA: rendimento de carcaça; PPE: peso de peito; RPE: rendimento de peito; PPER: peso de perna; RPER: rendimento de perna; PGA: peso de gordura abdominal; RGA: rendimento de gordura abdominal.

A ausência de efeito das gliceras sobre o PGA e o RGA pode ser explicada pelo alto coeficiente de variação (CV), e este se justifica por haver animais praticamente isentos de gordura abdominal. Estes resultados diferem dos obtidos por Batista (2010), que observou redução linear do PGA com a inclusão de glicerina vegetal semipurificada, e efeito quadrático da glicerina vegetal bruta (GVB) sobre o RGA, havendo aumento de gordura abdominal a partir de 9,40% de GVB.

A viabilidade econômica, com base no custo por quilograma de peso vivo produzido (R\$/kg PV), está apresentada na Tabela 7.

O custo das rações (CR, R\$/kg) contendo glicerina bruta foi inferior à ração testemunha. A análise de regressão mostra que o custo por quilograma de peso vivo produzido reduziu linearmente ($P < 0,05$), e, portanto, melhorou com o aumento nos níveis de GB, conforme apresentado na Tabela 7 e ilustrado na Figura 1.

Tabela 7. Viabilidade econômica da inclusão da glicerina bruta e semipurificada nas dietas de codornas de corte, no período de 15 a 35 dias de idade

Glicerina Bruta (%)							
Variáveis	0	3	6	9	12	15	CV (%) ^a
CR, R\$/kg	0,83	0,82	0,81	0,79	0,78	0,79	
Yi (R\$/kg PV) ^b	2,56	2,51	2,49	2,44*	2,40*	2,44*	2,02
IEE (%)	93,49	95,69	96,31	98,12	100,00	98,24	
IC (%)	106,97	104,50	103,83	101,91	100,00	101,79	
Equação de Regressão							
$Y_i^b = 2,52542 - 0,00798730GB; R^2 = 0,70$							
Glicerina Semipurificada (%)							
Variáveis	0	3	6	9	12	15	CV (%) ^a
CR, R\$/kg	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	
Yi (R\$/kg PV) ^b	2,56	2,54	2,51	2,60	2,57	2,67	2,02
IEE (%)	97,91	98,93	100,00	96,74	97,58	94,19	
IC (%)	102,13	101,08	100,00	103,97	102,48	106,17	
Equação de Regressão							
$Y_i^b = 2,47081 + 0,0106044GS; R^2 = 0,72$							

* Diferem da ração testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade

^a Coeficiente de variação; ^b Efeito linear da glicerina

CR: custo das rações (R\$/kg); Yi: custo por quilograma de peso vivo produzido (R\$/kg PV); IEE: índice de eficiência econômica; IC: índice de custo.

Trabalhando com glicerina vegetal semipurificada e glicerina vegetal bruta para codornas de corte, Batista (2010) não constatou diferenças na viabilidade econômica, no período de 15 a 35 dias de idade. No entanto, a ração controle proporcionou melhores resultados para as gliceras testadas. Dessa forma, esses resultados diferem do obtido no presente estudo para a GB, em que a ração controle apresentou o pior IEE. O melhor IC e IEE foram obtidos com 12% de GB, seguido do nível de 15%.

Considerando o Teste de Dunnett, os níveis de 3 e 6% de GB foram semelhantes à ração testemunha, apresentando maior custo por quilograma de peso vivo produzido. Por outro lado, os níveis de 9; 12; e 15% diferiram ($P < 0,05$) da ração testemunha, apresentando os menores custos.

Avaliando a GS, observa-se acréscimo no custo com ração proporcionalmente ao aumento nos níveis de inclusão (Figura 1). Isso se deve ao baixo valor energético da GS, sendo necessária, da mesma forma que na fase inicial, a adição de óleo de soja para atender as exigências nutricionais de energia metabolizável, e sabe-se que o óleo é um ingrediente caro.

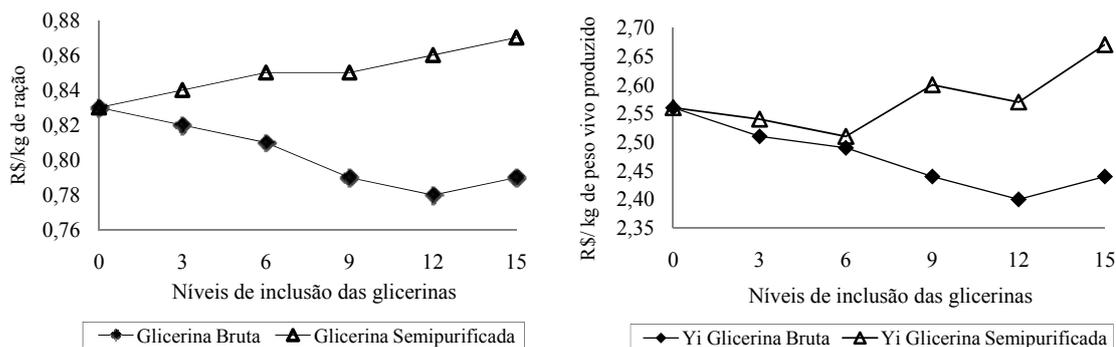


Figura 1. Custo das rações (R\$/kg) e custo por quilograma de peso vivo produzido (R\$/kg PV), em função dos níveis de glicerina bruta ou semipurificada.

Excluindo a ração testemunha, a análise de regressão mostra efeito linear ($P < 0,05$) da GS sobre o custo por quilograma de peso vivo produzido, que aumenta paralelamente à adição dos níveis de GS. Justificam-se tais resultados pelo aumento do custo com as rações.

Avaliando o custo por quilograma de peso vivo produzido, o Teste de Dunnett mostra que todos os níveis de GS foram semelhantes à ração testemunha. Porém, o nível de 6% apresenta maior IEE e menor IC, sendo 100% para ambos.

A GB e GS podem ser utilizadas nas dietas de codornas de corte, no período de 15 a 35 dias de idade, até o nível de 15%, no entanto, do ponto de vista econômico, seu uso fica na dependência das cotações dos demais ingredientes das rações, visto que estes oscilam constantemente.

5.4. Conclusão

Considerando os dados de desempenho, a glicerina bruta ou a glicerina semipurificada podem ser utilizadas nas rações de codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, até o nível de 15%. A viabilidade de utilização dependerá dos seus respectivos preços de comercialização, e das cotações dos demais ingredientes utilizados nas rações.

5.5. Literatura citada

- ABD-ELSAMEE, M.O.; ABDO, Z.M.A.; EL-MANYLAWI, M. A. F. et al. Use of crude glycerin in broiler diets. **Egypty Poultry Science**, vol.30, p.281-295, 2010.
- ALMEIDA, M.A.C. (1986). Fatores que afetam a umidade da cama. *Avicultura Industrial*, São Paulo, Vol.76, n. 919, pp. 06-18, 1986.
- BARROS, J.M.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência de sódio para frangos de corte nas fases de crescimento (22 a 42 dias) e final (43 a 53 dias). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1721-1733, 2004 (Supl. 1).
- BATISTA, E. Avaliação nutricional de glicerol para codornas de corte. 2010. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- BENEDETTI, M.P. Granulometria do milho de textura dentada ou dura em rações para frangos de corte. 2009. 43f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.
- BORGES, S.A.; SILVA, FISCHER DA SILVA, A.V.; ARIKI, J. et al. Dietary Electrolyte Balance for Broiler Chickens Under Moderately High Ambient Temperatures and Relative Humidities. **Poultry Science**, v.82, p.301-308, 2003.
- BRISSON, D.; VOHL, M.C; ST-PIERRE, J. et al. [2001]. Glycerol: a neglected variable in metabolic process? In: **Bio Essays** v.23, p.534-542, 2001. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bies.1073/pdf>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2011.
- BUDAVARI, S., Editor, Glycerol, The Merck Index: An Encyclopedia of chemicals, Drugs, and Biologicals. Merck & Company, Rahway, New Jersey., Monograph nº. 4379. 705p, 1989.
- CAREW JR., L.B.; HILL, F.W. Effect of corn oil metabolic efficiency of energy utilization by chicks. **Journal of Nutrition**, Baltimore, v. 83, p.293-299, 1964.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**. v.11, p.1001-1007, 2006.
- DASARI, M. Crude Glycerol Potential Described. **Feedstuffs**, October 15, 2007.
- DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A. et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.87, p.317-322, 2008.
- ESSARY, E.O.; DAWSON, L.E.; WISMANN, E.L. et al. Influence of different levels of fat and protein in broiler rations on live weight, dressing percentage and specific gravity of carcass. **Poultry Science**, Champaign, v.44, p.34-35, 1965.

- FRAGA, A.L. Exigência de lisina para suínos em fase inicial (15-30 kg), de dois grupos genéticos, em rações formuladas de acordo com o conceito de proteína ideal. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- GIANFELICI, M. F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte.** 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2009.
- GILGER, A.P.; POTTS, A.M. Studies on the visual toxicity of methanol. V. The role of acidosis in experimental methanol poisoning. **American Journal Ophthalmology** 1955;39:63–86.
- GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. et al. **Análise econômica da utilização do trigulho para suínos.** (S.L): EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1991, p.1-2 (comunicado técnico, 179).
- GOMES, J.D.F. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na dieta de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, n.2, p.202-209, 2006.
- GOTTSCHALDT, K. M.; LAUSMANN, S. Feed intake by poultry: a review. *Cell & Tissue Research*, Berlin, v. 153, p. 477-496, 1974.
- GUYTON, A.C. 1991. **Textbook of Medical Physiology.** W. B. Saunders Company, Philadelphia, PA.
- GUYTON, A.C.; and HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica.** Rio de Janeiro: Guanabara, 1997. 1014p.
- HILL, K. J. In: Bell, D. J. e B. M. Freeman. *Physiology and Biochem. of Domestic Fowl.* v. 01, London, 1971, p. 1-23.
- HORTON, V.L.; HIGUCHI, M.A.; RICKERT, D.E. Physiologically based pharmacokinetic model for methanol in rats, monkeys, and humans. **Toxicol Appl Pharmacol**, v.117, p.26–36. 1992
- HURWITZ, S.; PLAVNIK, I.; BEN-GAL, I. et al. Response of growing turkeys to dietary fat. **Poultry Science**, Champaign, v.66, p.2208-2217, 1987.
- IPCS (International Programme on Chemical Safety). [1997]. *Environmental Health Criteria 196—Methanol.* Geneva: WHO; 1997. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc196.htm>> Acesso em: 07 de fevereiro de 2011.
- KIJORA, C.; BERGNER, H.; KUPSCH, R.D. et al. Glycerol as a feed component in diets of fattening pigs. **Archivos Animal Nutrition.** v.47, p.345-360, 1995.
- KIJORA, C.; KUPSCH, R.D. Evaluation of technical glycerols from “Biodiesel” production as a feed component in fattening of pigs. **Lipid-Fett**, v.98, p.240-245, 1996.
- KIJORA, C.; KUPSCH, R.D.; BERGNER, H. et al. Comparative investigation on the utilization of glycerol, free fatty acids, free fatty acids in combination with glycerol

- and vegetable oil in fattening of pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Foulum, v.77, n.3, p.127-138, 1997.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.S. et al. Nitrogen-Corrected Apparent Metabolizable Energy Value of Crude Glycerol for Laying Hens. **Poultry Science**, v.87, p.104-107, 2008a.
- LAMMERS, P.J.; KEER, B.J.; WEBER, T.E. et al. Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin-supplemented diets. **Journal Animal Science**, Jul 3, 2008b.
- LIN, E.C.C.; ROMSONS, R.R.; LEVEILLE, A.G. Effect of Glycerol on Lipogenic Enzyme Activities and on Fatty Acid Synthesis in the Rat and Chicken. **Journal of Nutrition**. 1976.
- LINDENMAIKER, P.; KARE, M. R. Effect of particle size of grains in performance of broilers. *Poultry Science*, Savoy, v. 38, p. 545-550, 1959.
- MACARI, M. **Água na agricultura industrial**. Jaboticabal: Unesp-Funep, 1996. 128 p.
- MENTEN, J.F.M.; PEREIRA, P.W.Z.; RACANICCI, A.M.C. Avaliação da glicerina proveniente do biodiesel como ingrediente para rações de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2008 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2008, Santos. Anais... Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2008. p. 66.
- MIN, Y.N.; YAN, F.; LIU, F.Z. et al. Glycerin-A New Energy Source for Poultry. **International Journal of Poultry Science**. v.9, n.1, p.1-4, 2010.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary ânion-cátion balance: applications in poultry. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 40, n. 1, p. 285-294, 1981.
- MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C. et al. Desempenho e Rendimento de Carcaça de Quatro Grupos Genéticos de Codornas para Produção de Carne. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.34, n.3, p.870-876, 2005.
- MOUROT, J.; AUMAITRE, A.; MOUNIER, A. et al. 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.; FURLAN, A.C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.113-120, 2002.
- NARAYAN, K.A, McMULLEN, J.J.; BUTLER, D.P. et al. [1979]. Dietary glycerol induced fat accumulation in rat livers. **Nutrition Report International**. v.12: p. 211-219, 1975.
- NARAYAN, K.A.; McMULLEN, J.J. [1975]. The interactive effect of dietary glycerol and corn oil on rat liver lipids, serum lipids and serum lipoproteins. **Journal of Nutrition**. 109(11), p. 1836-1846, 1979. Disponível em: <

- <http://jn.nutrition.org/content/109/11/1836.full.pdf>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2011.
- NIR, I.; SHEFET, G.; AARONI, Y. Effect of particle size on performance 2. Poultry Science, v. 73, p. 781-791, 1994b.
- OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M.; MENDES, A.A. et al. Avaliação sensorial de carne de codornas para corte, abatidas aos 35, 56, e 77 dias de idade. **Veterinária e Zootecnia**. v.12, n.1/2, p.61-68, 2005.
- RIBEIRO, M.L.G.; SILVA, J.H.V.; ARAÚJO, J.A. et al. Níveis de sódio na ração de frangas de 7 a 12 semanas de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1304-1310, jul./ago., 2008.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- SAKOMURA, N.K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. Revista Brasileira de Ciência Avícola. Campinas. v.6, n.1, p.1-11, 2004.
- SAVORY, C. J. Feeding Behavior. In: Food intake regulation in Poultry, ed. Boorman, K.N. & Freeman, B.M., British Poultry Science, Edinburgh, Scotland., p.277-323, 1979.
- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. 138f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SHELBY, M. NTP-CERHR Expert Panel report on the reproductive and developmental toxicity of methanol. Prepared by Methanol Institute. 21p., 2001.
- SHELBY, M.; PORTIER, C.; GOLDMAN, L. et al. NTP-CERHR Expert Panel report on the reproductive and developmental toxicity of methanol. **Reproductive Toxicology. Review**. v.18, p.303-390, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2005. 235p.
- SILVA, R.M. **Exigência nutricional de cálcio de fósforo de codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) em crescimento**. 2008. 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SILVA, J.H.V. **Tabelas para Codornas Japonesas e Européias**. Ed.: Funep, 107p., 2009.
- SIMON, A.; Bergner, H.; Schwabe, M. Glycerol - feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v.49, p.103-112, 1996.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistemas de análises estatísticas e genéticas** - SAEG. versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150p.

URBANO, T. **Níveis de inclusão de óleo de soja na ração de frangos de corte criados em temperaturas termoneutra e quente.** 2006. 70f. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – São Paulo – Brasil, 2006.

WALDROUP P.W. Biofuels and broilers – competitors or cooperators? Proceedings of the 5th Mid-Atlantic Nutrition Conference, Timonium, Maryland, USA. S. p.25-33, March, 2007.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A glicerina, proveniente da produção do biodiesel, constitui-se em uma boa fonte energética na alimentação de codornas, as quais mostraram grande eficiência na sua utilização.

Entretanto, além do teor de umidade, sódio, metanol e glicerol, que já estão estabelecidos, é importante a padronização das gliceras em relação aos ácidos graxos, visto que estes, influenciam os valores energéticos, conforme foi observado no presente estudo. Se possível, a comercialização de um produto composto e padronizado quanto ao teor energético, do ponto de vista prático, facilitaria sua utilização nas fábricas de ração e nas granjas.

O alto teor de ácidos graxos proporcionou à glicerina bruta a característica sólida quando em baixa temperatura ambiente, e por isso, foram encontradas dificuldades durante sua mistura com os outros ingredientes, havendo geralmente, a formação de grânulos, o que não é desejável, visto que já foram relatados, em outros estudos, problemas com o fluxo de ração nos comedouros.

Assim, a padronização dos ácidos graxos também pode conferir à glicerina bruta a forma líquida, o que contribui para seu uso durante a fabricação de rações.