

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO GLICEROL PARA
CODORNAS DE CORTE

Autora: Eliany Batista
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan
Coorientadora: Prof^a Dr^a Alice Eiko Murakami

“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 - 2010

“De tudo ficaram três coisas: a certeza de que estamos começando, a certeza de que é preciso continuar e a certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar. Fazer da interrupção um caminho novo, fazer da queda um passo de dança, do medo uma escada, do sonho uma ponte, da procura um encontro.”

Fernando Sabino

A Deus e aos meus pais

DEDICO

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, Benedito Batista e Ivanilde Ferdinando Batista por terem confiado em todas as minhas decisões e por toda estrutura necessária proporcionada para que eu pudesse dedicar em tempo integral aos meus estudos;

Ao meu professor e orientador Dr. Antônio Cláudio Furlan, por ter permitido que fizesse parte de sua equipe. Por todo aprendizado ofertado durante estes anos e pela confiança depositada, o meu muito obrigado;

Ao Diego Endrigo de Oliveira, meu namorado, pela paciência, companheirismo e compreensão;

À Universidade Estadual de Maringá e Fazenda Experimental de Iguatemi, por ter oferecido todo o espaço físico necessário para a realização deste trabalho;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos colegas Carina Sherer, Ana Paula Ton, Letícia Lorençon, Alexandre Iwahashi, Marcos Nonaka, Tiago Pasquetti, Aline Santana e Jaqueline Turbay, pela ajuda na condução dos trabalhos.

Enfim, a todos aqueles que de alguma maneira, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho...

...a minha eterna gratidão.

BIOGRAFIA DA AUTORA

ELIANY BATISTA, filha de Benedito Batista e Ivanilde Ferdinando Batista, nasceu em Mandaguaçu, Estado do Paraná, no dia 29 de março de 1982.

Em Fevereiro de 2008, concluiu o curso de graduação em Zootecnia, pela Universidade Estadual de Maringá.

Em Março de 2008, ingressou no curso de Pós-graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, na área de concentração Produção animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de nutrição de aves.

Submeteu-se em março de 2010, à banca para defesa da Dissertação.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
I - INTRODUÇÃO GERAL	3
1.1 Coturnicultura	3
1.2 Energia dos alimentos	4
1.3 Glicerol.....	5
1.3.1 Histórico.....	5
1.3.2 Características gerais.....	5
1.3.3 Metabolismo.....	6
1.3.4 Produção.....	7
LITERATURA CITADA	9
II – OBJETIVOS GERAIS	11
2.1. Objetivos específicos	11
III – Composição química e valores de energia metabolizável de diferentes fontes de glicerol para codornas de corte em crescimento	12
RESUMO	12
ABSTRACT.....	13

Introdução	14
Material e Métodos	15
Resultados e discussão	18
Conclusão.....	19
Literatura citada	20
IV - Desempenho de codornas de corte, de um a 14 dias de idade, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal	22
RESUMO	22
ABSTRACT.....	23
Introdução	24
Material e métodos	25
Resultados e Discussão	30
Conclusão.....	35
Literatura citada	36
V - Desempenho de codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal	38
RESUMO	38
ABSTRACT.....	39
Introdução	40
Material e métodos	41
Resultados e discussão	46
Conclusão.....	56
Literatura citada	57

LISTA DE TABELAS

III – Composição química e valores de energia metabolizável de diferentes fontes de glicerol para codornas de corte em crescimento

Página

Tabela 1. Composição centesimal e composição química da ração referência para codornas de corte em fase de crescimento..... 16

Tabela 2. Composição química e valores de energia bruta (EB) do glicerol vegetal bruto (GVB) e do glicerol vegetal semipurificado (GVS), com base na matéria natural 18

Tabela 3. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da matéria orgânica (CMMO), da energia bruta (CMEB), teores de energia metabolizável aparente (EMA) e teores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) do glicerol vegetal bruto (GVB) e do glicerol vegetal semipurificado (GVS), na matéria natural..... 19

IV - Desempenho de codornas de corte, de 1 a 14 dias de idade, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal

Tabela 1. Composição centesimal e química das rações experimentais das codornas de corte em fase inicial (1 a 14 dias de idade)..... 26

Tabela 2. Valores médios de peso vivo (PV), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e biomassa corporal acumulada (BCA) das codornas de corte em fase inicial em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB) e glicerol vegetal semipurificado (GVS) 31

Tabela 3. Valores médios da composição química corporal (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP) e de gordura (TDG), eficiência de deposição de proteína (EDP) e energia retida na carcaça (ERC), em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB) e glicerol vegetal semipurificado (GVS) 33

Tabela 4. Custo do quilograma da ração (CR), custo da ração por quilo de peso vivo produzido (Yi), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC), em função dos níveis de glicerol vegetal semipurificado (GVS) 34

Tabela 5. Custo do quilograma da ração (CR), custo da ração por quilo de peso vivo produzido (Yi), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC), em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB) 35

V - Desempenho de codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal

Página

Tabela 1. Composição centesimal e química das rações experimentais para codornas de corte em fase de crescimento (15 a 35 dias de idade)..... 42

Tabela 2. Valores médios de peso vivo (PV), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e biomassa corporal acumulada (BCA) das codornas de corte em fase inicial em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB) e glicerol vegetal semipurificado (GVS) 47

Tabela 3. Valores médios da composição química corporal (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG), eficiência de deposição de proteína (EDP) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte, em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB) e glicerol vegetal semipurificado (GVS)..... 49

Tabela 4. Valores médios de peso vivo (PV), peso de carcaça (PCA), peso de cortes (peito e pernas) (PPEI e PPER), peso de gordura abdominal (PGA), rendimento de carcaça (RCA), de cortes (peito, coxa) (RPEI e RPER) e porcentagem de gordura abdominal (POGA) das codornas de corte em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB) e glicerol vegetal semipurificado (GVS)..... 52

Tabela 5. Custo do quilograma da ração (CR), custo da ração por quilo de peso vivo produzido (Yi), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC), em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB) 56

Tabela 6. Custo do quilograma da ração (CR), custo da ração por quilo de peso vivo produzido (Yi), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC), em função dos níveis de glicerol vegetal semipurificado (GVS) 56

LISTA DE FIGURAS

IV - Desempenho de codornas de corte, de 1 a 14 dias de idade, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal

Página

Figura 1. Conversão alimentar de codornas de corte no período de 1 a 14 dias.....	32
Figura 2. Custo da ração por quilograma de peso vivo de codornas de corte no período de 1 a 14 dia	34

V - Desempenho de codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal

Figura 1. Consumo de ração de codornas de corte no período de 15 a 35 dias.....	48
Figura 2. Quantidade de água presente na carcaça de codornas no período de corte de 15 a 35 dias.....	50
Figura 3. pH peitoral de codornas de corte no período de 15 a 35 dias.....	51
Figura 4. Rendimento de perna de codornas de corte no período de 15 a 35 dias.....	53
Figura 5. Peso de gordura abdominal de codornas de corte no período de 15 a 35 dias.....	53
Figura 6. Peso de gordura abdominal de codornas de corte no período de 15 a 35 dias.....	54

Figura 7. Porcentagem de gordura abdominal de codornas de corte de 15 a 35 dias.. 55

Figura 8. Porcentagem de gordura abdominal de codornas de corte de 15 a 35 dias.. 55

RESUMO

Foram conduzidos três experimentos com o objetivo de verificar o desempenho e características de carcaça de codornas de corte alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal. No experimento 1, foram utilizadas 75 codornas de 20 dias de idade, não sexadas, alojadas em gaiolas de metabolismo, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e cinco repetições com cinco aves por repetição. Todas as rações experimentais foram à base de milho e farelo de soja. Os tratamentos foram: uma ração referência (RR), formulada para o atendimento das exigências nutricionais para essa fase; uma ração teste, contendo nível de substituição de 10% de glicerol vegetal bruto (GVB) e uma ração teste, contendo nível de substituição de 10% de glicerol vegetal semipurificado (GVS). Não foram observadas diferenças nos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, matéria orgânica e energia bruta ($P>0,05$) entre os tratamentos. Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) para GVB e GVS foram de: 4.564 e 3.069, e 4.112 e 2.994 kcal/kg de matéria natural, respectivamente. No experimento 2, foram utilizadas 1.152 codornas de corte de um dia de idade, não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com nove tratamentos, quatro repetições com 32 aves em cada repetição. Os tratamentos foram: uma ração controle (RC), quatro rações com inclusão de níveis crescentes de GVB (4, 8, 12 e 16%) e quatro rações com inclusão de níveis crescentes de GVS (4, 8, 12 e 16%). A conversão alimentar piorou linearmente ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de GVS. Considerando a análise econômica, pode-se concluir que o glicerol vegetal bruto pode ser incluído nas rações até o nível de 16% e, sua utilização dependerá da relação de preço entre ao ingredientes. No experimento 3, foram utilizadas 792 codornas distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com nove tratamentos, quatro repetições com 22 aves em cada repetição. Os tratamentos utilizados foram os mesmos do experimento 2, sendo formuladas com base nas exigências nutricionais para essa fase (15 – 35 dias). O consumo de ração aumentou linearmente ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de GVS, concluindo que os gliceróis, bruto e semipurificado, podem ser utilizados como fonte energética nas dietas experimentais até o nível de 16% de inclusão sem afetar o desempenho das codornas de corte, ficando o uso na dependência do custo do glicerol.

Palavras-chave: *Coturnix coturnix sp*, desempenho, digestibilidade, energia, rendimento de carcaça

ABSTRACT

Three experiments were carried out to verify the performance and carcass yield of meat type quail, fed with diets containing increasing levels of glycerol from vegetable fat. In the first experiment, were used, 75 meat type quails, twenty days of age, non-sexed, housed in metabolism cages, and allotted in a completely randomized design, with three treatments and five replications, with five birds per replication. All diets were based on corn and soybean meal. The treatments were: a reference diet (RD), formulated to meet the nutritional requirements for this phase, a test diet with a replacement level on 10% of crude vegetable glycerol (CVG) and a test diet containing the replacement level of 10% vegetable semi-purified glycerol (VSG). There were no differences ($P>0.05$) in metabolizability coefficients of dry matter, organic matter and gross energy between treatments. The values of apparent metabolisable energy (AME) and apparent metabolisable corrected by nitrogen balance (AMEn) for CVG and VSG were: 4,564 and 3,069 and 4,112 and 2,994 kcal/kg as fed-basis, respectively. To the second experiment were used 1.152 meat type quails, one day age, non-sexed, distributed in a completely randomized design, with nine treatments, four replications with 32 birds per replication. The treatments were: a control diet (CD), four diets with levels inclusion (4, 8, 12 and 16%) of CVG and four diets with levels inclusion (4, 8, 12 and 16%) of VSG. The feed:gain ratio decrease linearly ($P<0,05$) as the levels of VSG increase. Considering the economic analysis, it was conclude that CVG can be included in the diets until 16% levels and, it use will depend on the price ratio between the ingredients. In third experiment, were used 792 meat type quails distributed in a completely randomized design, with nine treatments, four replications with 22 birds per repetition. The treatments used were the same of second trial and the experimental diets were based on nutritional requirements for this phase (15 - 35 days). The feed intake increased linearly ($P>0,05$) as increase the levels of VSG, concluding that, the crude and semi-purified glycerol, can be used as an energy source in the experimental diets until 16% of inclusion with no effects on meat type quails performance, getting use depending on the cost of glycerol.

Key words: carcass yield, *Coturnix coturnix sp*, digestibility, energy, performance

I - INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Coturnicultura

Os investimentos na criação de codornas no país têm aumentado graças a uma série de características dessas pequenas aves, tornando essa atividade uma alternativa lucrativa para o mercado brasileiro. O setor tem merecido cada vez mais destaque ao longo dos anos. Sua evolução tem sido constante e cada vez mais empresas do setor avícola tem mostrado interesse em melhorar a qualidade de seus produtos, produzindo a custos mais baixos e atender ao consumidor da melhor forma possível (Bertechini, 2009).

A criação de codornas foi introduzida no Brasil no início da década de 1960, visando principalmente à produção e comercialização de ovos “in natura”, tendo grande impulso no consumo, por volta de 1971 quando foi lançada a música “Ovo de codorna” de Severino Ramos Oliveira, por Luiz Gonzaga (Murakami & Ariki, 1998).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009), o efetivo de codornas em 2008 teve aumento de 18,3% quando comparado com o ano de 2007, se apresentando como o setor de maior variação. A Região Sudeste teve aumento de 29,6% no efetivo registrado de 2008, quando comparado com o ano de 2007. O que mais influenciou este dado é o aumento de 49,6% ocorrido no Estado de São Paulo, 38,3% no Estado do Mato Grosso e 26,3%, registrado na Bahia.

Na coturnicultura, as quatro grandes possibilidades de exploração são a produção de ovos, produção de codornas de um dia de idade, codornas recriadas com 20 a 35 dias de idade e produção de carne.

Na criação de codornas de corte as aves de um dia de idade são mantidas, até 25-30 dias, quando são sexadas, sendo as fêmeas destinadas para a produção de ovos, e os machos criados até 35-45 dias, quando serão abatidos e comercializados (Murakami & Ariki, 1998).

A carne de codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) é bastante apreciada. Seu sabor é semelhante ao da galinha, porém mais marcante. É uma carne leve, de fácil digestão, rica em proteínas, vitaminas e sais minerais. Rezende et al. (2004), ressalta que a produção de carne de codorna é uma atividade expressiva em muitos países, principalmente no continente europeu, onde, a qualidade da carne de codorna é conhecida pelo seu alto conteúdo de proteína, aminoácidos e baixa quantidade de gordura.

De acordo com Santos et al. (2005), na tentativa de preencher este espaço no mercado, algumas empresas avícolas têm incrementado a criação comercial de linhagens de codornas de corte, sendo o sucesso desse tipo de empreendimento, por sua carne ser considerada exótica e reconhecida por sua alta qualidade e palatabilidade.

1.2 Energia dos alimentos

A função principal dos carboidratos é servir de fonte de energia nos processos metabólicos. Junto com a gordura, os carboidratos são as maiores fontes de energia para os animais (Macari, 2002). Entretanto, a importância dos carboidratos como fonte de energia é muito maior, pois quantitativamente a sua presença é maior nos grãos e, portanto, nas dietas nas aves.

Os grãos de cereais são os alimentos que contribuem com a maior parte dos carboidratos na nutrição de aves. Os processos nutricionais estão basicamente relacionados com a conversão da energia química armazenada nas moléculas dos alimentos, em energia cibernética das reações químicas do metabolismo, que logo se refletem no desempenho zootécnico (Macari, 2002).

Um dos maiores custos da produção avícola é a alimentação, fator dependente do mercado de “commodities”. Os alimentos ricos em carboidratos, como o milho, constituem normalmente a maior proporção das rações e geralmente a maior parcela do custo total da produção das aves, principalmente porque as matérias-primas são largamente usadas tanto para criação de aves quanto para o consumo humano.

Considerando os elevados custos dos ingredientes e sua grande variação de preços no mercado, tem-se buscado, por meio de pesquisas, utilizar alimentos alternativos que, sob o ponto de vista nutricional e econômico, atendam os objetivos do setor.

1.3 Glicerol

1.3.1 Histórico

Por volta de 600 a.C, os fenícios divulgaram um conhecimento alquimista de como se fazer sabão, que alguns séculos mais tarde, tiveram sua divulgação via Marselha dentro dos costumes gauleses e germânicos. Nenhuma referência antiga pode ser encontrada com os nomes “glicerina” ou “glicerol”, esses nomes datam do século XX unicamente. No período da Renascença da Itália, referências de como fazer sabão podem ser encontradas pela Europa Central e regiões da Alemanha nos séculos seguintes. Por volta do século XIV, no reinado de Carlos I, a coroa Inglesa monopolizava o comércio e fabricação de sabão e, até mesmo, cobrava uma taxa das pessoas que possuíam uma preferência por limpeza (Kirk-Otmer, 2007).

No século seguinte, este conhecimento foi levado da alquimia à química, um exemplo histórico está em C.G. Geoffrey (1741), que intensificou seus estudos acerca da natureza das substâncias gordurosas, desencadeando a descoberta da glicerina. Menos de 40 anos depois, o químico Sueco Carl Wilhelm Scheele foi o primeiro a isolar esse composto, em 1779, pelo aquecimento de uma mistura de litargírio (PbO) com óleo de oliva. Foi ele quem formalizou a descoberta de que os óleos e gorduras naturais contêm o que chamamos hoje de glicerina. Na época, ele a batizou de “o doce princípio das gorduras” (Kirk-Otmer, 2007).

1.3.2 Características gerais

O glicerol é uma substância solúvel em água, viscosa, sem odor e com sabor doce. É derivado tanto de fontes naturais, constituindo cerca de 10% dos triglicerídios das gorduras animais e dos óleos vegetais, quanto da indústria petroquímica (Wang et al., 2001).

Além, de ser uma fonte energética, o glicerol pode ser empregado nas dietas para melhorar a qualidade dos pellets, reduzir o pó das rações e dos suplementos minerais e vitamínicos.

A mistura de uma fonte de óleo com um álcool (etanol ou metanol) e um catalisador (Hidróxido de sódio ou potássio) possibilita a ruptura das moléculas de triglicerídios em metil ésteres, chamados de biodiesel, e glicerol (glicerina ou 1,2,3-propanotriol). Para cada litro de biodiesel produzido, aproximadamente 80 g de glicerol são obtidos (Kerr et al., 2008). O glicerol tem mais de 1500 aplicações, desde cosméticos e produtos farmacêuticos até alimentos e outros (Piesker & Dersjant-Li, 2006).

O glicerol, desde 1959, é reconhecido como substância atóxica, permitido como aditivo em alimentos, e também considerado como substância “GRAS” (Generally Regraded as Safe) pelo Food and Drug Administration dos Estados Unidos, e certamente permitido em alimentos enlatados. No Brasil, seu uso em produtos alimentícios é assegurado pela Resolução de nº 386, de 5 de agosto de 1999.

Dentre as características físico-químicas do glicerol destacam-se as propriedades de ser um líquido oleoso solúvel em água e álcool em todas as proporções e pouco solúvel em éter, acetato de etila e dioxano e insolúvel em hidrocarbonetos.

1.3.3 Metabolismo

O glicerol pode ser considerado uma fonte adequada de energia, pois quando as gorduras são digeridas, normalmente são obtidas duas moléculas de ácidos graxos e uma molécula de monoglicerídio. Quando a digestão é completa, são obtidas três moléculas de ácidos graxos e uma molécula de glicerol, sendo esta última molécula, por seu baixo peso molecular, facilmente absorvida por difusão. Quando já absorvido, o glicerol pode ser convertido em glicose via gliconeogênese, ou oxidado, para a produção de energia, via glicólise e ciclo de Krebs (Robergs & Griffin, 1998), sendo que o metabolismo do glicerol predominantemente ocorre no fígado e nos rins.

O glicerol é um precursor para a síntese de triacilgliceróis e de fosfolípidos, no fígado e no tecido adiposo. Quando o corpo usa a gordura acumulada como fonte de energia, glicerol e ácidos graxos são libertados na corrente sanguínea. O glicerol pode ser convertido em glicose pelo fígado, providenciando energia para o metabolismo

celular. Antes que possa entrar na via da glicólise ou da gliconeogénese (dependendo das condições fisiológicas), tem que ser convertido em gliceraldeído-3-fosfato. A enzima glicerol quinase está presente apenas no fígado. Em tecidos adiposos, o glicerol 3-fosfato é obtido da dihidroxiacetona fosfato através da ação da enzima glicerol-3-fosfato desidrogenase (Leningher, 2006).

Mourot et al. (1994) explicam como o glicerol liberado pelo catabolismo do triacilglicerol é convertido à glicose por fosforilação do glicerol-3-fosfato (catalisado pela glicerol quinase) na gliconeogénese no fígado. Isto fornece uma fonte de energia prontamente disponível para os animais, o que poderia ser especialmente benéfico para aqueles que estão em um estado de déficit de energia.

1.3.4 Produção

Tradicionalmente o glicerol é produzido por saponificação dos óleos, gorduras ou sebos utilizando lixívias alcalinas, sendo obtido como subproduto na fabricação de sabão. A sua obtenção também pode ser a partir de derivados do petróleo por cloração a altas temperaturas e por hidrogenação da sacarose na presença de um catalisador a alta pressão e temperatura. Em razão das diferentes possibilidades de aplicações do glicerol na indústria, vem aumentando o número de pesquisas para a sua produção por via fermentativa a partir de fontes renováveis de energia. Diferentes microrganismos como bactérias, leveduras, fungos e também algas e alguns protozoários são mencionados na literatura como produtores de glicerol (Wang et al., 2001).

O glicerol também pode ser obtido por reação de transesterificação catalítica de diferentes oleaginosas, assim como de óleo de fritura usado e de gordura animal na presença de metanol ou etanol, durante a produção do biodiesel (Expedito, 2003).

Até 2003, a produção anual mundial de glicerina era inferior a um milhão de toneladas/ano. Para 2010, há a estimativa de dois e meio milhões de toneladas, das quais 65% serão provenientes da cadeia do biodiesel (USDA, 2007). No Brasil, a produção de glicerina em 2008 foi superior a 80 mil toneladas, sendo mais da metade oriunda de plantas de biodiesel (BIODIESEL.BR, 2008).

Esta produção já é muito superior ao que pode absorver o mercado tradicional da glicerina, que não passa das 30 mil toneladas/ano (ABIQUIM, 2007).

De acordo com a SINDIRAÇÕES (2008), a produção de glicerina deverá ultrapassar as 200 mil/ton/ano a partir de 2010, quando a produção de biodiesel chegar à meta de 5% do diesel nacional. A produção de rações para aves e suínos representa no Brasil, mais de 80% do total de rações animais produzidas, sendo que as estimativas para 2009 foram de mais de 32 milhões de toneladas para a avicultura e mais de quinze milhões de toneladas para a suinocultura, em um total de aproximadamente 48 milhões de toneladas/ano.

Resultados preliminares têm mostrado que a glicerina pode ser uma fonte de energia eficiente nas dietas de aves (Viera et al., 2008). Há o entendimento entre os cientistas de que o glicerol facilmente se distribui no organismo, pela rápida difusão.

Segundo Penz Jr. & Gianfelice (2008), o uso de fontes alternativas de energia para tender as necessidades dos seres humanos poderá colocar em risco o suprimento para a alimentação humana e animal. Ao mesmo tempo, a produção de energia a partir de gorduras animais e vegetais resultará na disponibilização de glicerina, que pode ser utilizada na alimentação animal, pois os atuais usos possivelmente não serão suficientes e/ou economicamente adequados. Com o aumento do custo da energia das dietas, principalmente de monogástricos (suínos e aves), que está sendo causada pela competição com a produção de combustíveis, as dietas estão ficando muito caras, visto que a energia é o componente nutricional mais caro destas dietas.

Entretanto, o aumento da produção de biodiesel poderá ser adequadamente viabilizado se forem encontradas novas aplicações para o subproduto gerado, o glicerol bruto, ou glicerina, visto que para 90 m³ de biodiesel produzido pela reação de transesterificação de óleos vegetais, são gerados 10 m³ de glicerol bruto (Gonçalves, 2006).

LITERATURA CITADA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA – **ABIQUIM**. (CD ROM), São Paulo, 2007.

BIODIESEL.BR. [2008]. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/biodiesel/glicerina/biodieselglicerina.htm> Acessado em: 04/08/2008.

BETERCHINI A.; G. [2009]. **Como estão as codornas?** Avicultura Industrial. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/portalgelissulli/noticias.htm> Acessado em: 04/01/2010.

EXPEDITO, J.S. **Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado**. Rede Baiana de Biocombustíveis, Salvador - BA, 2003.

MACARI, M. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte** por Marcos Macari, Renato Luís Furlan & Elizabeth Gonzales. 2.ed. Jaboticabal (SP): FUNEP/UNESP; 2002. 375p.

MURAKAMI, E.A.; ARIKI, J. **Produção de codornas Japonesas**. Jaboticabal: Funep, 1998. 79p.

GONÇALVES, V.L.C. Biogasolina: Produção de Éteres e Ésteres de Glicerina. In: I CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 2006, Brasília. **Anais**... Brasília: ABIPT, 2006, p.14-19.

KIRK-OTHMER, E.T. Glycerol. In: American Society of Chemistry. **Encyclopedia of chemical technology**. 5.ed. New York: John Wiley, 2007.

LENINGHER, A.L. **Princípios de Bioquímica**. 4.ed. São Paulo (SP): Savier; 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - **IBGE**. [2009]. Sistema IBGE de recuperação automática. Disponível em <http://www.ibge.br/sidra> Acesso em: 11/01/2008.

KERR, B.J.; HONEYMAN, M.; LAMMERS, P. **Feeding Bioenergy Coproducts to Swine**. Iowa Pork Industry Center, 2008.

- 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.
- PENZ, A.M.; GIANFELLICI, M. Nutrición de pollos de engorde ante La competencia de las fuentes de energía para la producción de etanol y biodiesel. **Congreso Latinoamericano de Avicultura**. Porto Alegre, RS. 2007. p.159-166.
- PIESKER, M; DERSJANT-LI, Y. **Glycerol in Animal Nutrition - Versatile coproduct of biodiesel production**. Feedmagazine Kraftfutter. 2006.
- RESENDE, M.J.M.; FLAUZINA, L.P.; McMANUS, C. et al. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. v.26, n.3, p.353-358, 2004.
- Resolução nº 386 de 5 de Agosto de 1999**. [2008]. Disponível em: <www.anvisa.gov.br/alimentos/aditivos_alimentares.htm> Acesso em 4/10/2008.
- ROBERGS, R.A.; GRIFFIN, S.E. **Glycerol: biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications**. Sprts. Med. v.26, p.145-167, 1998.
- SANTOS, G.G.; CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A. et al. Avaliação de carcaça de codornas GSS1 para corte alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina + cistina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2005]. CD-ROM.
- SINDIRAÇÕES - **Setor de Alimentação Animal** - Boletim Semestral – Sindirações, São Paulo, SP, 2008.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICUTURE - USDA. **Feed Situation and Outlook Yearbook**. FDS-2007.
- VIERA, M.M.; GIANFELLICI, M.F.; KESSLER, A.M. et al. Uso de glicerina proveniente da produção de biodiesel como fonte de energia para dietas de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2008, Lavras. **Anais...**Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2008]. (CD ROM)
- WANG, ZX; ZHUGE, J; FANG, H. et al. Glycerol production by microbial fermentation: A review. In: **Biotechnology Advances**. v.19, p.201-223, 2001.

II – OBJETIVOS GERAIS

O objetivo do presente trabalho foi verificar o desempenho e características de carcaça de codornas de corte alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal.

2.1. Objetivos específicos

1. Determinar a composição química e o valor energético do glicerol vegetal bruto e glicerol vegetal semipurificado;
2. Verificar a viabilidade de uso do glicerol como fonte de energia, procurando determinar o melhor nível de inclusão para melhor desempenho;
3. Verificar se o uso do glicerol nas rações promove alterações no rendimento de carcaça e de cortes e na qualidade de carne;
4. Avaliar a viabilidade econômica da utilização do glicerol nas rações de codornas de corte.

III – Composição química e valores de energia metabolizável de diferentes fontes de glicerol para codornas de corte em crescimento

RESUMO - O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar o valor nutricional do glicerol para codornas de corte. Foram utilizadas 75 codornas de 20 dias de idade, não sexadas, alojadas em gaiolas de metabolismo, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e cinco repetições com cinco aves por repetição. Todas as rações experimentais foram à base de milho e farelo de soja. Os tratamentos foram: uma ração referência (RR), formulada para o atendimento das exigências nutricionais para essa fase; uma ração teste, contendo nível de substituição de 10% de glicerol vegetal bruto (GVB) e uma ração teste, contendo nível de substituição de 10% de glicerol vegetal semipurificado (GVS). Não foram observadas diferenças nos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, matéria orgânica e energia bruta ($P>0,05$) entre os tratamentos. Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) para GVB e GVS foram de: 4.564 e 3.069, e 4.112 e 2.994 kcal/kg de matéria natural, respectivamente.

Palavras-chave: *Coturnix coturnix sp*, coeficiente de metabolizabilidade, digestibilidade

III – Chemical composition and metabolisable energy values of different sources of glycerol to meat type quail in growth

ABSTRACT – The experiment were carried out to determine the nutritional value of glycerol to meat type quails. There were used, 75 meat type quails, twenty days of age, non-sexed, housed in metabolism cages, allotted in a completely randomized design, with three treatments and five replications, with five birds per replication. All diets were based on corn and soybean meal. The treatments were: a reference diet (RD), formulated to meet the nutritional requirements for this phase, a test diet with a replacement level on 10% of crude vegetable glycerol (CVG) and a test diet containing the replacement level of 10% vegetable semi-purified glycerol (VSG). There were no differences ($P>0.05$) in metabolizability coefficients of dry matter, organic matter and gross energy between treatments. The values of apparent metabolisable energy (AME) and apparent metabolisable corrected by nitrogen balance (AMEn) for CVG and VSG were: 4,564 and 3,069 and 4,112 and 2,994 kcal/kg as fed-basis, respectively.

Key words: *Coturnix coturnix sp*, digestibility, metabolizability coefficient

Introdução

No Brasil, a produção de codornas para produção de carne é recente, porém bastante promissora. Sabe-se que esta espécie possui pequena exigência de espaço, maturidade sexual precoce, pequeno intervalo de gerações, baixo consumo de ração, alta taxa de crescimento inicial e precocidade ao abate (Barreto et al., 2006).

Para aves, o milho é o principal ingrediente da dieta, sendo utilizado como fonte de energia. Aproximadamente 70% dos custos com a criação das codornas são com a alimentação, e o milho, é o ingrediente de maior proporção nas formulações sendo o alimento responsável por grande parte destes custos. Apesar da excelente qualidade desse grão, a sua substituição por alimentos energéticos alternativos que sejam mais baratos tem sido objeto de estudo de pesquisadores, visando à redução dos custos de produção sem prejuízo no desempenho dos animais.

A energia não é propriamente um nutriente, mas sim uma propriedade na qual os nutrientes produzem energia, quando oxidados pelo metabolismo (NRC, 1994). Para Albino et al. (1992), a determinação dos valores energéticos dos alimentos é essencial para o correto balanceamento de rações, já que o valor nutritivo do alimento está diretamente relacionado com esse fator. É ainda um dos componentes mais importantes na formulação de rações para aves, sendo mais frequentemente determinada através do método de coleta total de excretas.

A energia metabolizável é a forma normalmente utilizada para aves no Brasil, sendo obtida pela diferença entre a energia bruta do alimento e a energia das excretas (fezes e urina) e dos gases oriundos da digestão, podendo ser determinada e expressa como energia metabolizável aparente (EMA) e ainda energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) (Sakomura & Rostagno, 2007).

A EMAn difere da EMA pela correção associada ao balanço de nitrogênio. Essa correção baseia-se no fato de que, em aves em crescimento, a proteína retida no corpo da ave e, conseqüentemente, não catabolizada até os produtos de excreção nitrogenada, não contribui para a energia das fezes e urina. Por outro lado, em aves adultas, parte dos compostos nitrogenados são catabolizados e excretados como ácido úrico (Sibbald, 1982). Assim, aves com diferentes graus de retenção nitrogenada proporcionam diferentes valores de energia excretada para a mesma digestibilidade do alimento (Sakomura & Rostagno, 2007).

Os valores de EMAn do glicerol bruto, determinados por Dozier et al. (2008), para frangos de corte, foram de 3.621Kcal/Kg para as aves com quatro a 11 dias de

idade, de 3.331Kcal/Kg com 17 a 24 dias de idade e 3.349 Kcal/Kg com 38 a 45 dias de idade.

Lammers et al. (2008), trabalhando com poedeiras Hy Line W36, com 40 semanas de idade, verificaram que a inclusão de glicerol bruto em até 15% não afetaram as características produtivas. A energia metabolizável aparente, de 3.805 kcal/kg, foi superior aos valores normalmente usados para o milho (Rostagno et al., 2005), nas dietas para estas aves.

A utilização do glicerol na alimentação animal como fonte de energia tem merecido grande destaque no cenário mundial. Porém, para que essa medida seja nutricional e economicamente viável, faz-se necessário a condução de pesquisas, avaliando sua composição energética, a fim de obter valores confiáveis e padronizados que permitam as aves expressarem todo seu potencial genético.

O objetivo deste trabalho foi determinar a composição química e o valor energético do glicerol vegetal bruto e do glicerol vegetal semipurificado para codornas de corte em fase de crescimento.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR. Para determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), foram utilizadas 75 codornas da espécie *Coturnix coturnix sp*, de 20 dias de idade.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (ração referência + duas rações testes) contendo níveis de substituição de 10% de glicerol vegetal bruto ou 10% de glicerol vegetal semipurificado e cinco repetições de cinco codornas por unidade experimental. A ração referência (Tabela 1) foi à base de milho e farelo de soja, formuladas de acordo com as exigências de lisina e energia (Scherer, 2009) e de Ca e P (Silva, 2008) determinadas anteriormente, e os valores de composição química dos alimentos de acordo com Rostagno et al. (2005).

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

Ingrediente, kg	Ração referência
Milho	54,46
Farelo de soja	38,04
Fosfato bicálcico	1,59
Calcário	0,32
Óleo de soja	2,89
L-Lisina	0,88
DL-Metionina	0,65
L-Treonina	0,43
L-Triptofano	0,03
Sal comum	0,40
Premix ¹	0,30
BHT ²	0,01
Total	100,00
Valores calculados	
Proteína bruta, %	23,00
Cálcio, %	0,65
Fósforo disponível, %	0,41
EM, kcal/kg	3.036
Metionina+cistina digestível, %	1,24
Lisina, %	1,75
Treonina, %	1,14
Triptofano, %	0,28
Sódio, %	0,17

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).

O período experimental teve duração de dez dias (cinco dias de adaptação + cinco dias de coleta total das excretas) e, nesse período, as aves receberam ração e água à vontade. As rações foram pesadas no início e no final do período total da coleta com a finalidade de obter o consumo médio de ração. Foi utilizado o método tradicional de

coleta total de excretas, tendo o óxido férrico (2%) como marcador do início e do fim da coleta.

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

As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas por repetição e armazenadas em congelador após cada coleta. No final do período experimental, foram determinadas as quantidades de ração consumida e de excretas produzidas por repetição. As excretas foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas e mantidas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Após a pré-secagem, foram moídas e realizadas as análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), energia bruta (EB) e nitrogênio total.

As análises laboratoriais das rações, dos alimentos e das excretas foram feitas conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Os valores de EB foram determinados por meio de uma bomba calorimétrica adiabática (Parr Instruments Co.). Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) do glicerol foram calculados utilizando-se a equação de Matterson et al. (1965).

A análise estatística dos coeficientes de metabolizabilidade foi realizada utilizando-se o programa Sistema para Análises Estatísticas – SAEG (1997), da Universidade Federal de Viçosa, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = Coeficiente de metabolizabilidade do tratamento i , da repetição j ;

μ = constante geral;

T_i = efeito do tipo de alimento i , sendo i = GVB e GVS;

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

Resultados e discussão

Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), sódio (Na^+), cloro (Cl^-), potássio (K^+) e energia bruta (EB) (Tabela 2) foram superiores para o glicerol vegetal bruto (GVB).

Os teores de MS do GVB e do GVS foram maiores do que o valor de 90,37%, determinados por Dozier et al. (2008) para o glicerol bruto.

A quantidade de matéria mineral do GVB e do GVS está abaixo dos verificados por Berenchtein (2008) para o glicerol bruto.

Os valores de sódio, de 1,62 e 0,87%, respectivamente, para o GVB e GVS podem ser considerados elevados. Esses teores são variados e dependem do tipo de catalisador utilizado quando da obtenção do biodiesel (Expedito, 2008).

Tabela 2. Composição química e valores de energia bruta (EB) do glicerol vegetal bruto (GVB) e do glicerol vegetal semipurificado (GVS), com base na matéria natural

	GVB	GVS
Nutrientes		
MS, %	97,46	95,62
MM, %	4,57	2,56
MO, %	92,89	93,06
Na^+ , %	1,62	0,87
K^+ , %	0,17	0,12
Cl^- , %	0,46	0,36
EB, kcal/kg	5.275	3.585

Os coeficientes de metabolizabilidade da MS, MO e EB não diferiram ($P > 0,05$) entre o GVB e o GVS (Tabela 3).

O CMMS foi superior a 65,3%, determinado por Gianfelici (2009), quando utilizou 10% de inclusão de glicerol bruto em dietas para frango de corte. Resultado semelhante foi observado para o CMEB, sendo superior, quando comparado com o valor de 75,4% obtido pelo mesmo autor. Entretanto, os CMEB com valores de 86,97 e de 85,61%, para GVB e GVS, respectivamente, foram inferiores ao valor de 95% determinado por Dozier et al. (2008) quando utilizou glicerina bruta para frangos de corte. De acordo com Bartlet & Schneider (2002), o aproveitamento da EB do glicerol pelo animal pode variar, dependendo da percentagem de glicerol empregada na dieta.

Tabela 3. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da matéria orgânica (CMMO), da energia bruta (CMEB), teores de energia metabolizável aparente (EMA) e teores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn)) do glicerol vegetal bruto (GVB) e do glicerol vegetal semipurificado (GVS), na matéria natural

Coeficientes de Metabolizabilidade	Coleta Total		
	GVB	GVS	CV
CMMS, %	83,54 ± 3,39	88,44 ± 3,39	6,831
CMMO, %	87,77 ± 3,49	90,99 ± 3,49	6,761
CMEB, %	86,97 ± 3,68	85,61 ± 3,68	7,393
EMA, kcal/kg MN	4.112 ± 542,57	2.994 ± 542,57	25,574
EMAn, kcal/kg MN	4.564 ± 138,63 ^a	3.069 ± 138,63 ^b	6,085

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste F (P<0,05)

A EMAn diferiu (P<0,05) entre o GVB e o GVS. O valor de EMAn do GVB de 4.564 Kcal/Kg foi superior aos de 3.621, 3.331 e 3.349 kcal/kg, respectivamente determinados para o glicerol bruto para frangos de corte de quatro a 11, 17 a 24 e 38 a 45 dias de idade (Dozier et al., 2008)

Os diferentes valores energéticos verificados na literatura devem-se, principalmente aos diferentes tipos de glicerol existentes no mercado, com diferentes teores de água e de gordura. De acordo com Lammers et al. (2007) as diferenças observadas no valor da energia do glicerol podem ser em razão a pureza da amostra, pois a presença metanol ou etanol, cloreto de sódio e cloreto do potássio, encontrados em diferentes concentrações, como consequência das atuais técnicas utilizadas na produção do biodiesel, são também responsáveis pelas variações verificadas. Outros fatores, como a idade e espécie podem influenciar nos valores energéticos obtidos para o glicerol.

As diferenças entre a EMA e EMAn foi maior para o GVB do que aquela obtida para o GVS. Essa diferença pode ter ocorrido em função da maior quantidade de energia bruta contida no GVB.

Conclusão

O glicerol vegetal bruto e o glicerol vegetal semipurificado apresentaram bons valores energéticos. Os conteúdos de energia metabolizável aparente, corrigida para o balanço de nitrogênio foram, respectivamente, de 4.564 e 3.069 kcal/kg MN.

Literatura citada

- ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; SANT'ANNA, R. et al. Determinação dos valores de aminoácidos metabolizável e proteína digestiva de alimentos para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.6, p.1059-1068, 1992.
- BARRETO, S.L.T.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T. et al. Exigência nutricional de lisina para codornas européias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p. 750–753, 2006.
- BERENCHTEIN, B. **Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 45p. 2008.
- BARTLET, 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** v.17, p.15-36, 2002.
- DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A. et al. Apparent Metabolizable Energy of Glycerin for Broiler Chickens. **Poult. Sci.**, v.87, p.317-322, 2008.
- EXPEDITO, J.S. **Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado**. Rede Baiana de Biocombustíveis, Salvador - BA, 2003.
- GIANFELICI, M.F. Uso do glicerol como fonte de energia para frangos de corte. 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 129p. 2009.
- LAMMERS, P.; HONEYMAN, M.; KERR, B.J. et al. **Growth and performance of nursery pigs fed crude glycerol**. Ames: Iowa State University Animal Industry Report, 2007. (Supplement).
- LAMMERS, P.J; HONEYMAN, M.S; BREGENDAHL, K. [2007]. Energy Value of Crude Glycerol Fed to Pigs. **Iowa State University Anima Industry Report**, 2007. Disponível em: <<http://www.ans.iastate.edu/report/air/2007pdf/R2225.pdf>> Acesso em: 29 de outubro de 2008
- LAMMERS, P.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, n.1, p.104-107, 2008b.
- 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9 ed., Washington: University Press, 1994. 155p.
- 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; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jabotical: Funep, 2007. 283p.
- SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Canadian Journal of animal science**, v.62, p.983-1048, 1982.

- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 138p., 2009.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SILVA, R.M. **Exigência nutricional de cálcio de fósforo de codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) em crescimento**. 2008. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 67p., 2008.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistemas de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150p.

IV - Desempenho de codornas de corte, de um a 14 dias de idade, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal

RESUMO – O experimento foi conduzido com o objetivo de verificar o desempenho e características de carcaça de codornas de corte de um a 14 dias de idade alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal e, a viabilidade econômica da inclusão do glicerol nas rações. Foram utilizadas 1.152 codornas de corte de um dia de idade, não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com nove tratamentos, quatro repetições com 32 aves em cada repetição. Os tratamentos foram: uma ração controle (RC), quatro rações com inclusão de níveis crescentes de GVB (4, 8, 12 e 16%) e quatro rações com inclusão de níveis crescentes de GVS (4, 8, 12 e 16%). A conversão alimentar piorou linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de GVS. Considerando a análise econômica, pode-se concluir que o glicerol vegetal bruto pode ser incluído nas rações até o nível de 16% e, a sua utilização dependerá da relação de preço entre os ingredientes.

Palavras chave: *Coturnix coturnix sp*, desempenho, digestibilidade, rendimento de carcaça

IV – Performance of meat type quail of 1 to 14 days of age, fed with diets containing increasing levels of glycerol from vegetable fat

ABSTRACT – The experiment were carried out to verify the performance and carcass yeild of meat type quail of 1 to 14 days of age, fed with diets containing increasing levels of glycerol from vegetable fat and, also the economic feasibility of including glycerol in the diet. There were used 1.152 meat type quails, one day age, non-sexed, distributed in a completely randomized design, with nine treatments, four replications with 32 birds per replication. The treatments were: a control diet (CD), four diets with levels increasing inclusion (4, 8, 12 and 16%) of CVG and four diets with levels increasing inclusion (4, 8, 12 and 16%) of VSG. The feed:gain ratio decrease linearly ($P<0,05$) as the levels of VSG increase. Considering the economic analysis, can be conclude that CVG it was included in diets until 16% levels and, it use will depend on the price ratio between the ingredients.

Key words: carcass yield, *Coturnix coturnix sp*, digestibility, performance

Introdução

A coturnicultura vem se destacando no mercado agropecuário brasileiro como excelente atividade produtiva, principalmente por requerer baixos custos com investimento inicial e mão de obra, utilizando pequenas áreas e proporcionando rápido retorno de capital. Atualmente, a maioria das criações é destinada à produção de ovos, porém, observa-se demanda crescente por sua carne, considerada exótica e reconhecida por sua alta qualidade e palatabilidade (Santos et al., 2005).

Na criação de codornas, a ração representa cerca de 65 a 70% do custo de produção, sendo o milho o principal alimento energético da ração e o responsável pela maior parte dos custos com a produção de rações. Com isso, há um crescente interesse na busca de alimentos que possam otimizar os índices produtivos e econômicos nos sistemas de exploração pecuários sem comprometer o desempenho animal. Dentre tais alimentos destaca-se o uso de glicerol na alimentação animal como fonte de energia.

O glicerol é um co-produto da produção do biodiesel, que pode ser obtido de óleos vegetais ou gorduras animais e é um combustível alternativo com propriedades similares ao diesel convencional. Neste processo, a produção de biodiesel é de aproximadamente 86%, 8-10% é de glicerol e 4% de álcool. Só para atender à demanda interna de biodiesel para a adição obrigatória de 2% ao diesel comum, o Brasil produzirá 720 milhões de litros do biocombustível por ano, gerando mais de 60 mil toneladas de glicerol bruto (ABIQUIM, 2007).

Segundo Lammers et al. (2007) o glicerol bruto apresenta 86,95% de glicerol, 9,63% de umidade, 0,41% de PB, 0,12% gordura bruta, 3,19% de cinzas, 1,26% de sódio, 1,86% de cloro e menos que 0,005% de potássio. Para leitões, estes autores determinaram valores de energia digestível (ED) do glicerol bruto de 3.386 kcal/kg e para suínos em terminação, de 3.772 kcal/kg.

Simon et al. (1996) compararam o desempenho de pintos de corte alimentados com dietas contendo 0; 5; 10 e 25% de glicerol e verificaram que a adição de 5 e 10%, pode ser incluída sem redução no desempenho e, pode ter efeito benéfico na absorção de água da carcaça por causa do fácil acúmulo de glicerol no músculo do frango.

Cerrate et al. (2006), utilizando dietas contendo 2,5 e 5% de glicerol verificaram aumento no rendimento de peito sugerindo que o glicerol pode melhorar a deposição de proteína.

Waldroup (2007), utilizando 0; 5 e 10% de glicerol para frangos de corte até 42 dias de idade, verificou que as aves com dietas com 5% de glicerol apresentaram o

mesmo desempenho que o controle. Houve melhora significativa no rendimento de peito dos frangos com dietas com 5 e 10% de glicerol. As dietas contendo 10% de glicerol não fluíram bem nos comedouros dificultando a ingestão de alimento, resultando em menor crescimento e pior conversão alimentar. As excretas das aves alimentadas com 10% de glicerol eram visivelmente mais líquidas e, após análise, constatou-se que as dietas continham ao redor de 0,15% de potássio.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho e características de carcaça de codornas de corte, de um a 14 dias de idade, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal e, a viabilidade econômica da inclusão do glicerol nas rações.

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 1152 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) de um dia de idade não sexadas, por um período experimental de um a 14 dias, alojadas num galpão convencional, com cobertura de telha de cimento amianto, piso de terra batida e paredes laterais de alvenaria com 0,50m de altura completadas com tela de arame até o telhado. O galpão foi dividido em 45 boxes de 2,5 m². Foi utilizada cama do tipo casca de arroz sobre o piso.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com nove tratamentos, quatro repetições e 32 codornas por unidade experimental.

Os tratamentos experimentais (Tabela1) consistiram de uma ração controle (RC), à base de milho e farelo de soja, quatro rações com inclusão de níveis crescentes de glicerol vegetal bruto (4, 8, 12 e 16%) e outras quatro rações com inclusão de níveis crescentes de glicerol vegetal semipurificado (4, 8, 12 e 16%), totalizando nove tratamentos.

As rações experimentais foram isoenergéticas, isocálcicas e isofosfóricas. Os teores de metionina + cistina, treonina e triptofano digestíveis das rações foram calculados de acordo com a relação proposta por Rostagno et al. (2005) para frangos de corte na fase inicial de um a 21 dias de idade, correspondendo à relação de lisina digestível:metionina + cistina, treonina e triptofano digestíveis de 0,71, 0,65 e 0,16, respectivamente. Após o alojamento as codornas receberam as dietas experimentais até

o final do experimento. Todas as rações foram suplementadas com aminoácidos sintéticos em quantidades suficientes para se obter o padrão de proteína ideal desejado. As rações foram à base de milho e farelo de soja, formuladas de acordo com as exigências de lisina e energia (Scherer, 2009) e de Ca e P (Silva, 2008) determinadas anteriormente, e os valores de composição química dos alimentos de acordo com Rostagno et al. (2005).

TABELA 1. Composição centesimal e química das rações experimentais das codornas de corte em fase inicial (1 a 14 dias de idade)

Ingredientes, kg	RT	GVB				GVS			
		4	8	12	16	4	8	12	16
Farelo de soja (45%)	50,59	51,35	52,12	52,89	53,64	51,62	52,65	53,68	54,71
Milho grão	40,24	36,21	32,17	28,13	24,10	34,78	29,31	23,84	18,38
Óleo de soja	4,84	4,12	3,40	2,69	1,97	5,28	5,73	6,18	6,65
Glicerol	-	4,00	8,00	12,00	16,00	4,00	8,00	12,00	16,00
Fosfato bicálcico	1,55	1,56	1,57	1,58	1,59	1,56	1,58	1,59	1,60
DL-Metionina	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	0,66	0,67	0,67	0,68
L-Lisina HCL	0,65	0,64	0,62	0,61	0,60	0,63	0,61	0,59	0,58
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L-Treonina	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,34	0,34
Calcário	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,34	0,33	0,32	0,31
Premix ¹	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
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Valores calculados									
Prot. bruta%	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52
Cálcio, %	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Fósforo disp., %	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
EM, kcal/kg	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Met.+cist.dig., %	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Lisina dig., %	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88
Treonina dig., %	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Tript. dig., %	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sódio, %	0,18	0,24	0,30	0,37	0,43	0,21	0,24	0,28	0,31
Cloro, %	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Potássio, %	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04

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).

Os comedouros utilizados foram tipo bandeja até aos 10 dias, sendo substituído por comedouros tubulares, e os bebedouros utilizados foram tipo infantil até aos 10 dias, sendo substituídos por bebedouros pendulares. O fornecimento de água e ração foi à vontade por todo o período experimental. As rações foram acondicionadas em baldes plásticos com tampa com capacidade para 10 kg, devidamente identificados por tratamento e repetição para controle do consumo de ração, que foi avaliado semanalmente.

O programa de iluminação utilizado foi o de luz artificial por 24 horas até o 7º dia de idade, sendo que após este período o programa de iluminação adotado foi de luz natural até o final do experimento, de acordo com as condições ambientais. Em todos os box foram utilizados círculos de proteção para evitar oscilação de temperatura, uma campânula como fonte de aquecimento para os pintinhos e a cama foi forrada com papelão ondulado até o sétimo dia de idade para absorção de umidade.

Durante todo período experimental, os dados de temperatura foram registrados ao início da manhã e ao final da tarde, por intermédio de termômetros de bulbo seco de máxima e mínima em dois pontos distintos do galpão.

As temperaturas (mínima e máxima) médias registradas durante o período experimental foram, respectivamente, de 20,71 e 30,07°C pela manhã e 23,21 e 30,36°C à tarde.

As codornas foram pesadas semanalmente e, simultaneamente, foram realizadas às pesagens das rações experimentais fornecidas para determinação do respectivo 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 animal. 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.

Para a determinação da composição química corporal, aos 14 dias, foram utilizadas cinco codornas por unidade experimental, que após seis horas de jejum, foram sacrificadas por decapitação entre os ossos occipital e atlas, feito com tesoura. As aves foram sangradas por dois minutos em cone adaptado ao abate de codornas e escaldadas por 20 a 40 segundos a uma temperatura de 53 a 55°C. A depena foi manual e

posteriormente, foram evisceradas por meio de corte abdominal, realizado com tesoura, de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Maringá.

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.

As carcaças foram moídas, pesadas e homogeneizadas, e levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem e posteriormente, moída em moinho tipo bola e conduzida ao laboratório para as determinações analíticas. As composições de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram obtidos conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Para a determinação da taxa de deposição de proteína corporal (g/dia), taxa de deposição de gordura corporal (g/dia) e eficiência de deposição de proteína (g), foi utilizada a metodologia descrita por Fraga (2002). Já para o cálculo de energia retida na carcaça (kcal/dia), utilizou-se 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 aquelas codornas abatidas ao término do período experimental.

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

$$TDP = (QP_{cf} - QP_{ci})/PE,$$

em que, QP_{cf} foi a quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final; QP_{ci} foi a quantidade de proteína na carcaça inicial e PE foi o período experimental, em dias. QP_{cf} foi obtida multiplicando-se o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto QP_{ci} foi obtida pelo peso do respectivo indivíduo, ao início do experimento, multiplicando pelo rendimento médio de carcaça e pela PBC média de seu grupo adicional (média das 50 codornas abatidas inicialmente).

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

$$TDG = (QG_{cf} - QG_{ci})/PE,$$

em que, QG_{cf} foi a quantidade, em gramas, de gordura na carcaça final; QG_{ci} foi a quantidade de gordura na carcaça inicial e PE foi o período experimental, em dias. QG_{cf}

e QP_{ci} foram obtidas de modo similar às QP_{cf} e QP_{ci} , utilizando-se os valores de extrato etéreo da carcaça ao invés de proteína bruta da carcaça.

A eficiência de deposição de proteína (EDP) foi calculada pelo uso da fórmula:

$$EDP = TDP/CDL,$$

em que, TDP foi a taxa de deposição de proteína, em gramas e CDL foi o consumo diário de lisina, em gramas.

A energia retida na carcaça (ERC) foi calculada pelo uso da fórmula:

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

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

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

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

Em que:

Y_i = custo da ração por quilograma de peso vivo 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

C_{Tei} = custo do tratamento i considerado.

Os preços dos ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais foram: farelo de soja, R\$ 0,77/kg; milho grão, R\$ 0,30/kg; óleo de soja R\$ 1,84/g; fosfato bicálcico, R\$ 2,34/kg; calcário, R\$ 0,20/kg; L-Lisina, R\$ 8,54/kg; DL-Metionina, R\$ 18,23/kg; L-Treonina, R\$ 12,40/kg; premix mineral e vitamínico R\$

17,00/g; sal comum, R\$ 0,43/kg; BHT, R\$ 11,20/kg; glicerol bruto e semipurificado, R\$ 0,09/kg.

As variáveis de desempenho e de carcaça foram submetidas à análise de regressão polinomial utilizando os dados dos níveis 4, 8, 12 e 16% de inclusão dos dois tipos de glicerol. Adicionalmente foi aplicado o teste de Dunnett para comparar os diferentes níveis de inclusão (4, 8, 12 e 16% de glicerol vegetal bruto e 4, 8, 12 e 16% de glicerol vegetal loira) com a ração testemunha (0% de inclusão de glicerol).

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 glicerol vegetal bruto ou semipurificado;

b_0 = constante geral;

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

Gi = nível de glicerol: $GVB_1 = 4$; $GVB_2 = 8$; $GVB_3 = 12$; $GVB_4 = 16$; $GVS_5 = 4$; $GVS_6 = 8$; $GVS_7 = 12$ e $GVS_8 = 16\%$ de inclusão;

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

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.

Resultados e Discussão

Não foram observadas diferenças para o consumo de ração e ganho de peso para os dois tipos de glicerol (Tabela 2). Contudo, a conversão alimentar (Figura 1) das aves piorou linearmente ($P < 0,05$) em função do aumento dos níveis de glicerol vegetal semipurificado ($CA = 1,412 + 0,0245GVS$, $R^2 = 0,85$).

Esse trabalho discorda do recente estudo de Berenchtein (2008), que evidenciou que a glicerina semipurificada pode ser utilizada como ingrediente energético das rações de suínos em crescimento e terminação até o nível de 9%, sem afetar o desempenho.

Tabela 2. Valores médios de peso vivo (PV), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e biomassa corporal acumulada (BCA) das codornas de corte em fase inicial em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB) e glicerol vegetal semipurificado (GVS)

Variável	GVB					GVS					CV ^a
	RC	4	8	12	16	4	8	12	16		
PV, g											
PV 1 dia	9,45 ± 0,11	9,52 ± 0,11	9,43 ± 0,11	9,30 ± 0,12	9,23 ± 0,13	9,29 ± 0,11	9,24 ± 0,11	9,38 ± 0,11	9,54 ± 0,11	2,798	
PV 14 dias	78,72 ± 0,11	77,80 ± 4,22	78,78 ± 4,18	73,78 ± 4,66	74,40 ± 4,77	80,61 ± 4,23	79,28 ± 4,16	80,83 ± 4,23	71,65 ± 4,44	10,179	
CR, g/ave	108,44 ± 5,54	108,51 ± 5,53	107,67 ± 5,48	112,36 ± 6,11	111,36 ± 6,26	112,61 ± 5,54	109,66 ± 5,45	121,19 ± 5,54	113,86 ± 5,82	9,259	
GP, g	69,27 ± 4,21	68,47 ± 4,20	69,34 ± 4,17	64,49 ± 4,64	65,17 ± 4,75	71,31 ± 4,21	70,04 ± 4,14	71,45 ± 4,21	62,12 ± 4,42	11,512	
CA, g/g ^b	1,56 ± 0,73	1,58 ± 0,73	1,73 ± 0,72	1,75 ± 0,81	1,72 ± 0,82	1,58 ± 0,73	1,57 ± 0,72	1,69 ± 0,73	1,85 ± 0,77	8,868	
BCA, %	733,25 ± 44,40	719,63 ± 44,33	732,52 ± 43,96	695,19 ± 49,02	706,50 ± 50,17	767,13 ± 44,40	759,85 ± 43,73	763,00 ± 44,43	650,61 ± 46,67	11,349	
Equação de Regressão											
CA = 1,682 + 0,0245GVS R ² = 0,85											

^aCoefficiente de variação; ^bEfeito linear do GVS

$$CA = 1,412 + 0,0245GVS (R^2 = 0,85)$$

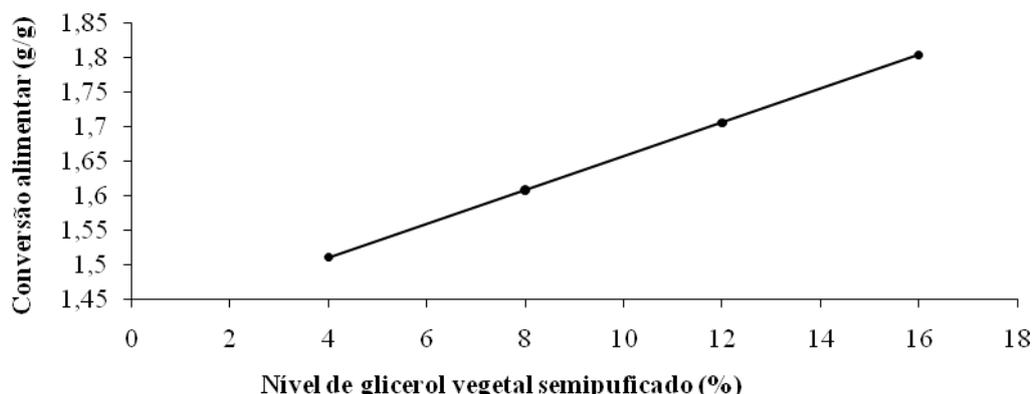


Figura 1. Conversão alimentar de codornas de corte no período de 1 a 14 dias

Trabalhando com frangos de corte Waldroup (2007), verificou que a conversão alimentar só piorou com níveis acima de 10% e que tal fato, deve-se à dificuldade de fluidez da ração nos comedouros. Essa dificuldade também foi observada neste experimento, em que as rações contendo glicerol formavam grumos nos comedouros, sendo necessário manejá-las para facilitar o fluxo.

Cerrate et al. (2006) confirmaram as observações de Waldroup (2007) quando verificaram que a inclusão de 10% de glicerol comprometeu o desempenho de frangos Cobb 500. Entretanto, quando os autores empregaram 2,5 e 5% de glicerol, não observaram perda no desempenho dos animais.

Outro fato a ser considerado para a piora na conversão alimentar é o alto teor de sódio presente nas rações contendo glicerol, que promoveu a presença de excretas com maior teor de umidade. Neste experimento a adição de 10% de GVB e GVS foi responsável pelo aumento de 0,16% e 0,09% de sódio, respectivamente, nas rações, excedendo as recomendações nutricionais de sódio para frangos de corte, de 0,19 a 0,22%, propostas por Rostagno et al. (2005).

Maior umidade nas excretas também foi observada por Lammers et al. (2008b) quando a ração de galinhas poedeiras contendo 0,21% de sódio foi formulada com 15% de glicerina bruta contendo 1,26% de sódio.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre o tipo de glicerol e o nível de inclusão para as variáveis de CQC, TDP, TDG, EDP e ERC das codornas de corte aos 14 dias de idade (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios da composição química corporal (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP) e de gordura (TDG), eficiência de deposição de proteína (EDP) e energia retida na carcaça (ERC), em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB) e glicerol vegetal semipurificado (GVS)

Variável	GVB (%)					GVS (%)				CV ^a
	RC	4	8	12	16	4	8	12	16	
CQC										
Água, %	73,55 ± 0,40	73,46 ± 0,45	72,96 ± 0,39	73,60 ± 0,43	73,69 ± 0,44	73,66 ± 0,40	74,37 ± 0,45	73,78 ± 0,56	72,96 ± 0,39	1,218
PB,%	17,38 ± 0,28	17,34 ± 0,31	17,10 ± 0,27	16,94 ± 0,30	17,34 ± 0,31	16,91 ± 0,28	16,39 ± 0,31	17,03 ± 0,40	16,80 ± 0,29	3,043
EE,%	4,24 ± 0,36	4,32 ± 0,36	4,76 ± 0,31	4,30 ± 0,35	3,98 ± 0,36	4,56 ± 0,32	4,32 ± 0,36	4,58 ± 0,46	4,34 ± 0,36	15,935
MM,%	3,11 ± 0,06	3,10 ± 0,07	3,13 ± 0,06	3,16 ± 0,07	3,11 ± 0,07	3,05 ± 0,06	3,02 ± 0,07	3,06 ± 0,09	3,14 ± 0,06	3,802
TDP, g/d	0,61 ± 0,02	0,57 ± 0,02	0,58 ± 0,02	0,56 ± 0,02	0,56 ± 0,02	0,58 ± 0,02	0,53 ± 0,02	0,59 ± 0,02	0,54 ± 0,02	7,162
TDG, g/d	0,14 ± 0,01	0,14 ± 0,02	0,16 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,15 ± 0,01	0,14 ± 0,02	0,16 ± 0,02	0,13 ± 0,01	21,258
EDP, g/d	0,04 ± 0,002	0,04 ± 0,002	0,04 ± 0,002	0,04 ± 0,002	0,04 ± 0,002	0,04 ± 0,002	0,04 ± 0,002	0,04 ± 0,003	0,03 ± 0,002	10,584
ERC, kcal/g	4,77 ± 0,19	4,52 ± 0,22	4,77 ± 0,19	4,49 ± 0,21	4,34 ± 0,22	4,69 ± 0,19	4,28 ± 0,22	4,83 ± 0,28	4,30 ± 0,20	9,070

^aCoefficiente de variação

Também não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) para estas variáveis com a inclusão de níveis crescentes de GVB e GVS nas rações. A falta de diferença estatística nestas variáveis deve-se, provavelmente, ao alto coeficiente de variação como o observado para o EE e TDG.

O custo da ração por quilograma de peso vivo ganho (Tabela 4), aumentou linearmente ($P<0,05$) com o aumento da inclusão do GVS (Figura 2). Este aumento no custo deve-se ao menor teor de energia metabolizável do glicerol semipurificado em relação ao glicerol bruto, ocorrendo à necessidade da inclusão de óleo vegetal às rações, encarecendo as mesmas. O mesmo não ocorreu com o GVB (Tabela 5).

Tabela 4. Custo do quilograma da ração (CR), custo da ração por quilo de peso vivo produzido (Yi), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC), em função dos níveis de glicerol vegetal semipurificado (GVS)

Variável	RC	GVS (%)				CV ^a
		4	8	12	16	
CR, R\$/kg	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	-
Yi, R\$/kg ^b	1,44 ± 0,57	1,45 ± 0,57	1,45 ± 0,56	1,58 ± 0,57	1,65 ± 0,60	7,677
IEE, %	100,00	98,94	99,38	91,38	87,18	-
IC, %	100,00	101,07	100,62	109,44	114,71	-

^aCoefficiente de variação; ^bEfeito linear do GVS

Os melhores IEE e IC para o GVB foram obtidos quando se usou o nível de 16% de inclusão de GVB. Entretanto, os IEE e IC das rações contendo GVS foram piores quando comparados aos índices da ração controle.

$$CR = 1,306 + 0,0191GVL (R^2 = 89)$$

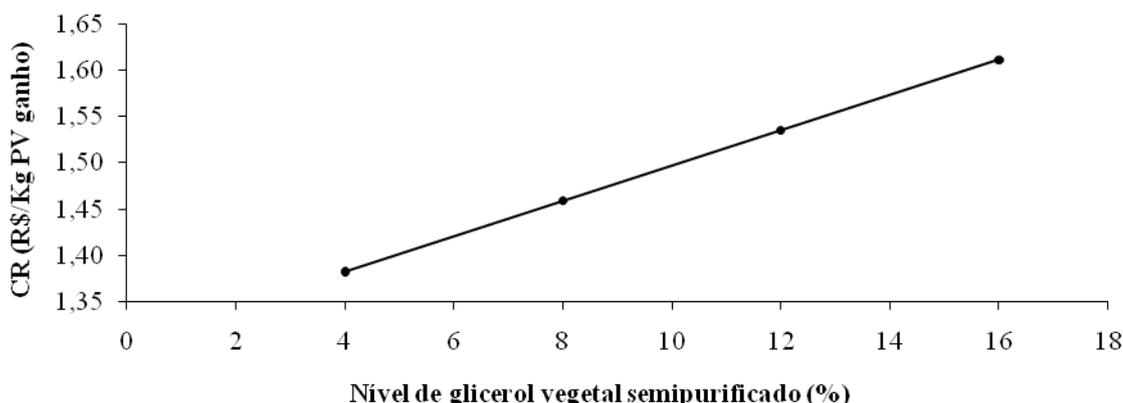


Figura 2. Custo da ração por quilograma de peso vivo de codornas de corte no período de 1 a 14 dias

Tabela 5. Custo do quilograma da ração (CR), custo da ração por quilo de peso vivo produzido (Yi), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC), em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB)

Variável	RC	GVB (%)				CV ^a
		4	8	12	16	
CR, R\$/kg	0,92	0,90	0,89	0,87	0,85	-
Yi, R\$/kg	1,44 ± 0,57	1,44 ± 0,57	1,53 ± 0,57	1,51 ± 0,63	1,45 ± 0,65	7,677
IEE, %	99,15	99,75	93,97	96,23	100,00	-
IC, %	100,86	100,25	106,42	103,92	100,00	-

^aCoefficiente de variação

Conclusão

Considerando a análise econômica, pode-se concluir que o glicerol vegetal bruto pode ser incluído nas rações até o nível de 16% e, a sua utilização dependerá da relação de preço entre os ingredientes.

Literatura citada

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA – **ABIQUIM**. (CD ROM), São Paulo, 2007.
- BERENCHTEIN, B. **Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 45p. 2008.
- 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.
- CERRATE, S. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **Int.J.Poult.Sci.** v.11, p.1001-1007, 2006.
- 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. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 46p., 2002.
- 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).
- LAMMERS, P.; HONEYMAN, M.; KERR, B.J. et al. **Growth and performance of nursery pigs fed crude glycerol**. Ames: Iowa State University Animal Industry Report, 2007. (Supplement).
- LAMMERS, P.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, n.1, p.104-107, 2008b.
- 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.
- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 138p., 2009.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SILVA, R.M. **Exigência nutricional de cálcio de fósforo de codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) em crescimento**. 2008. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 67p., 2008.
- SIMON, A.; Bergner, H.; Schwabe, M. Glycerol - feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v.49, p.103-112, 1996.

SANTOS, G.G.; CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A. et al. Avaliação de carcaça de codornas GSS1 para corte alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina + cistina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2005]. CD-ROM.

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

WALDROUP, P. W. 2007. **Biofuels and Broilers. Competitors or Cooperators?** Proceedings of the 5th Mid-Atlantic Nutrition Conference. p.25-34.

V - Desempenho de codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal

RESUMO – O experimento foi conduzido com o objetivo de verificar o desempenho e características de carcaça de codornas de corte em crescimento (15 – 35 dias) alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal e, a viabilidade econômica da inclusão do glicerol nas rações. Foram utilizadas 792 codornas distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com nove tratamentos, quatro repetições com 22 aves em cada repetição. Os tratamentos utilizados foram: uma ração controle (RC), quatro rações com inclusão de níveis crescentes de GVB (4, 8, 12 e 16%) e quatro rações com inclusão de níveis crescentes de GVS (4, 8, 12 e 16%), sendo formuladas com base nas exigências nutricionais para essa fase. O consumo de ração aumentou linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de GVS, concluindo que os gliceróis, bruto e semipurificado, podem ser utilizados como fonte energética nas dietas experimentais até o nível de 16% de inclusão sem afetar o desempenho das codornas de corte, ficando o uso na dependência do custo do glicerol.

Palavras chave: *Coturnix coturnix sp*, desempenho, energia, rendimento de carcaça

V - Performance of meat type quail of 15 to 35 days of age, fed with diets containing increasing levels of glycerol from vegetable fat

ABSTRACT – The experiment were carried out to verify the performance and carcass yield of meat type quail of 15 to 35 days of age, fed with diets containing increasing levels of glycerol from vegetable fat and, also the economic feasibility of including glycerol in the diet. There were used 792 meat type quails distributed in a completely randomized design, with nine treatments, four replications with 22 birds per repetition. The treatments were: a control diet (CD), four diets with levels increasing inclusion (4, 8, 12 and 16%) of CVG and four diets with levels increasing inclusion (4, 8, 12 and 16%) of VSG) being formulated based on nutritional requirements for this phase. The feed intake increased linearly ($P>0,05$) as increased the levels of VSG, concluding that, the crude and semi-purified glycerol, can be used as an energy source in the experimental diets until 16% of inclusion with no effects on meat type quails performance, getting use depending on the cost of glycerol.

Key words: carcass yield, *Coturnix coturnix sp*, digestibility, energy, performance

Introdução

As condições mundiais atuais vêm privilegiando explorações que não necessitam de grandes investimentos, que ocupem pouco espaço e não precisem de grande quantidade de mão-de-obra para sua manutenção e ainda forneçam retorno financeiro adequado em curto ou médio prazo (Fugikura, 2002).

De acordo com De Paulo et al., (2005) e Murakami & Furlan, (2002), a criação de codornas surge como uma das mais promissoras criações de aves, adaptadas às condições de exploração doméstica, proporcionando uma alternativa para os produtores de aves em virtude de seu crescimento rápido, maturidade sexual precoce, pequeno intervalo de gerações, alta taxa de produção de ovos, pequenas exigências de espaço e nutricionais.

A coturnicultura de corte, semelhante a outros monogástricos, tem a sua alimentação baseada no consumo de milho e farelo de soja. São ainda adicionados aminoácidos, minerais, vitaminas, dentre outros, para compor as dietas de cada fase produtiva dos animais, conforme suas exigências nutricionais.

Visto que na criação de aves comerciais, a alimentação representa cerca de 70% do custo de produção (Araujo, 2005) e, que a energia é o componente mais caro destas rações, há uma necessidade de encontrar alimentos energéticos que possam substituir principalmente o milho de forma eficiente sem interferir no desenvolvimento dos animais.

A produção de biodiesel se encontra dentre as fontes renováveis de combustível que vem recebendo grande atenção. Com o aumento da produção de biodiesel haveria uma grande produção de glicerol, uma fonte de energia que se encontrará disponível para diferentes usos e aplicações, dentre elas a alimentação animal.

Recentemente no Brasil, os estudos de Menten et al. (2008) e Berenchtein (2008) demonstraram que o glicerol pode se constituir em um ingrediente energético com potencial, para uso em dietas de frangos de corte e suínos em crescimento e terminação, respectivamente.

Simon et al. (1996) avaliando 5, 10, 15, 20 e 25% de glicerina pura na dieta, concluíram que a inclusão de até 10% deste produto pode ser utilizado sem afetar o desempenho dos animais.

Em estudos realizados por Cerrate et al. (2006) avaliando a inclusão de 5 e 10% de glicerina bruta, proveniente da produção do biodiesel, em rações de frangos de corte relataram que o nível de 10% afetou negativamente o consumo de ração, o peso final e

consequentemente a conversão alimentar dos frangos. Quanto às características de carcaça, o mesmo tratamento reduziu o peso do peito das aves.

Waldroup (2006) demonstrou que em frangos de corte com até 16 dias de idade, o glicerol pode ser usado em até 10%. Entretanto, quando o glicerol for usado em todas as dietas, até o abate, este nível não deverá ultrapassar 5% pois afeta o consumo da dieta.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho e características de carcaça de codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de glicerol proveniente de gordura vegetal e, a viabilidade econômica da inclusão do glicerol nas rações.

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 792 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*), por um período experimental de 15 a 35 dias, alojadas num galpão convencional, com cobertura de telha de cimento amianto, piso de terra batida e paredes laterais de alvenaria com 0,50m de altura completadas com tela de arame até o telhado. O galpão foi dividido em 45 boxes de 2,5 m². Foi utilizada cama do tipo casca de arroz sobre o piso.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com nove tratamentos, quatro repetições e 22 codornas por unidade experimental.

Os tratamentos experimentais (Tabela 1) consistiram de uma ração controle (RC), à base de milho e farelo de soja, quatro rações com inclusão de níveis crescentes de glicerol vegetal bruto (4, 8, 12 e 16%) e outras quatro rações com inclusão de níveis crescentes de glicerol vegetal semipurificado (4, 8, 12 e 16%), totalizando nove tratamentos.

As rações experimentais foram isoenergéticas, isocálcicas e isofosfóricas. Os teores de metionina + cistina, treonina e triptofano digestíveis das rações foram calculados de acordo com a relação proposta por Rostagno et al. (2005) para frangos de corte na fase inicial de um a 21 dias de idade, correspondendo à relação de lisina digestível:metionina + cistina, treonina e triptofano digestíveis de 0,71, 0,65 e 0,16, respectivamente. Após o alojamento as codornas receberam as dietas experimentais até o final do experimento. Todas as rações foram suplementadas com aminoácidos

sintéticos em quantidades suficientes para se obter o padrão de proteína ideal desejado. As rações foram à base de milho e farelo de soja, formuladas de acordo com as exigências de lisina e energia (Scherer, 2009) e de Ca e P (Silva, 2008) determinadas anteriormente, e os valores de composição química dos alimentos de acordo com Rostagno et al. (2005).

TABELA 1. Composição centesimal e química das rações experimentais para codornas de corte em fase de crescimento (15 a 35 dias de idade)

Ingredientes, kg	GVB					GVS			
	RC	4	8	12	16	4	8	12	16
Milho grão	54,70	50,63	46,60	42,56	38,54	49,20	43,74	38,27	32,80
F. de soja (45%)	37,84	38,60	39,37	40,13	40,88	38,87	39,90	40,93	41,96
Óleo de soja	2,88	2,16	1,44	0,73	0,00	3,32	3,77	4,22	4,66
Glicerol	-	4,00	8,00	12,00	16,00	4,00	8,00	12,00	16,00
Fosfato bicálcico	1,61	1,62	1,63	1,64	1,66	1,62	1,64	1,65	1,67
L-Lisina HCL	0,65	0,85	0,84	0,82	0,81	0,85	0,83	0,81	0,79
DL-Metionina	0,66	0,66	0,66	0,67	0,67	0,66	0,67	0,67	0,68
L-Treonina	0,44	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Sal comum	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	0,26	0,25	0,27	0,26	0,25	0,23
Premix ¹	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
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Valores calculados									
Prot. bruta, %	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2
Cálcio, %	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Fósforo disp., %	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
EM, kcal/kg	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04
Met.+cist.dig., %	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Lisina dig., %	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88
Treonina dig., %	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
Tript. dig., %	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Sódio, %	0,18	0,24	0,31	0,37	0,43	0,21	0,24	0,28	0,31
Cloro, %	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	0,86	0,85	0,85	0,86	0,86

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).

Os comedouros utilizados foram tipo tubular, e os bebedouros utilizados foram tipo pendulares. O fornecimento de água e ração foi à vontade por todo o período experimental. As rações foram acondicionadas em baldes plástico com tampa com

capacidade para 10 kg, devidamente identificadas por tratamento e repetição para controle do consumo de ração, que foi avaliado semanalmente.

O programa de iluminação adotado foi de luz natural por todo o período experimental, de acordo com as condições ambientais. Em todas as unidades experimentais foram utilizadas uma campânula como fonte de aquecimento caso fosse necessário.

Durante todo período experimental, os dados de temperatura foram registrados no início da manhã e no final da tarde, por intermédio de termômetros de bulbo seco de máxima e mínima em dois pontos distintos do galpão.

As temperaturas (mínima e máxima) médias registradas durante o período experimental foram, respectivamente, de 19,77 e 29,68°C pela manhã e 19,14 e 29,77°C à tarde.

As codornas foram pesadas semanalmente e, simultaneamente, foram realizadas as pesagens das rações experimentais fornecidas para determinação do respectivo 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 animal. O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a ração fornecida e as sobras dos 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.

Para a determinação da composição química corporal, aos 35 dias, foram utilizadas três codornas por unidade experimental, que após seis horas de jejum, foram sacrificadas por decapitação entre os ossos occipital e atlas, feito com tesoura. As aves foram sangradas por dois minutos em cone adaptado ao abate de codornas e escaldadas por 20 a 40 segundos a uma temperatura de 53 a 55°C. A depena foi manual e posteriormente, foram evisceradas por meio de corte abdominal, realizado com tesoura, de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Maringá.

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. 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.

As carcaças foram moídas, pesadas e homogeneizadas, e levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem e posteriormente, moída em moinho tipo bola e conduzida ao laboratório para as determinações analíticas. As composições de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram obtidos conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Para a determinação da taxa de deposição de proteína corporal (g/dia), taxa de deposição de gordura corporal (g/dia) e eficiência de deposição de proteína (g), foi utilizada a metodologia descrita por Fraga (2002). Já para o cálculo de energia retida na carcaça (kcal/dia), utilizou-se 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 aquelas codornas abatidas ao término do período experimental.

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

$$TDP = (QP_{cf} - QP_{ci})/PE,$$

em que, QP_{cf} foi a quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final; QP_{ci} foi a quantidade de proteína na carcaça inicial e PE foi o período experimental, em dias. QP_{cf} foi obtida multiplicando-se o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto QP_{ci} foi obtida pelo peso do respectivo indivíduo, ao início do experimento, multiplicando pelo rendimento médio de carcaça e pela PBC média de seu grupo adicional (média das 50 codornas abatidas inicialmente).

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

$$TDG = (QG_{cf} - QG_{ci})/PE,$$

em que, QG_{cf} foi a quantidade, em gramas, de gordura na carcaça final; QG_{ci} foi a quantidade de gordura na carcaça inicial e PE foi o período experimental, em dias. QG_{cf} e QP_{ci} foram obtidas de modo similar às QP_{cf} e QP_{ci} , utilizando-se os valores de extrato etéreo da carcaça ao invés de proteína bruta da carcaça.

A eficiência de deposição de proteína (EDP) foi calculada pelo uso da fórmula:

$$EDP = TDP/CDL,$$

em que, TDP foi a taxa de deposição de proteína, em gramas e CDL foi o consumo diário de lisina, em gramas.

A energia retida na carcaça (ERC) foi calculada pelo uso da fórmula:

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

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

Para as análises da qualidade da carne foram abatidas 10% das codornas de cada repetição, totalizando 15 aves/tratamento. As aves foram abatidas após jejum de 6 horas, com sangria.

As medidas de pH foram realizadas diretamente no filé com auxílio do potenciômetro de contato após 24 horas *post mortem*, conforme descrito por Boulianne e King (1995) e adaptado por Olivo et al (2001).

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

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

Em que:

Y_i = custo da ração por quilograma de peso vivo 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):

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

Em que:

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

C_{Tei} = custo do tratamento i considerado.

Os preços dos ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais foram: farelo de soja, R\$ 0,77/kg; milho grão, R\$ 0,30/kg; óleo de soja R\$ 1,84/g; fosfato bicálcico, R\$ 2,34/kg; calcário, R\$ 0,20/kg; L-Lisina, R\$ 8,54/kg; DL-

Metionina, R\$ 18,23/kg; L-Treonina, R\$ 12,40/kg; premix mineral e vitamínico R\$ 17,00/g; sal comum, R\$ 0,43/kg; BHT, R\$ 11,20/kg; glicerol bruto e semipurificado, R\$ 0,09/kg.

As variáveis de desempenho e de carcaça foram submetidas à análise de regressão polinomial utilizando os dados dos níveis 4, 8, 12 e 16% de inclusão dos dois tipos de glicerol. Adicionalmente foi aplicado o teste de Dunnett para comparar os diferentes níveis de inclusão (4, 8, 12 e 16% de glicerol vegetal bruto e 4, 8, 12 e 16% de glicerol vegetal loira) com a ração testemunha (0% de inclusão de glicerol).

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 glicerol vegetal bruto ou semipurificado;

b_0 = constante geral;

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

Gi = nível de glicerol: $GVB_1 = 4$; $GVB_2 = 8$; $GVB_3 = 12$; $GVB_4 = 16$; $GVS_5 = 4$; $GVS_6 = 8$; $GVS_7 = 12$ e $GVS_8 = 16\%$ de inclusão;

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

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.

Resultados e discussão

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para o ganho de peso e para conversão alimentar das codornas alimentadas com os dois tipos de glicerol no período de 15 a 35 dias de idade (Tabela 2). Contudo, os níveis de glicerol semipurificado (Figura 1) promoveram aumento linear ($P < 0,05$) no consumo ($CR = 371,122 + 4,174GVS$ $R^2 = 0,97$). Tal fato pode estar associado ao aumento no teor de sódio com a inclusão do glicerol.

Groesbeck et al. (2008), testando níveis de 3, 6 e 12% de glicerol bruto, em dietas para leitões na fase de creche, obtiveram aumento no consumo de ração.

Tabela 2. Valores médios de peso vivo (PV), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e biomassa corporal acumulada (BCA) das codornas de corte em fase inicial em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB) e glicerol vegetal semipurificado (GVS)

Variável	RC	GVB (%)				GVS (%)				CV ^a
		4	8	12	16	4	8	12	16	
PV, g										
15 dias	76,04 ± 0,48	75,95 ± 0,48	75,10 ± 0,47	75,76 ± 0,53	75,51 ± 0,54	75,43 ± 0,48	75,89 ± 0,47	76,52 ± 0,48	75,38 ± 0,50	1,265
35 dias	219,83 ± 5,92	224,47 ± 5,89	212,06 ± 0,71	221,43 ± 9,37	227,61 ± 6,87	221,18 ± 8,02	224,07 ± 6,58	221,70 ± 5,92	223,35 ± 6,39	8,005
CR, g/ave ^b	385,47 ± 15,21	399,01 ± 15,22	406,84 ± 15,60	394,42 ± 18,76	401,93 ± 15,24	404,34 ± 15,23	423,70 ± 15,24	452,55 ± 15,36*	450,66 ± 15,36*	6,315
GP, g	143,33 ± 9,04	148,52 ± 9,02	136,96 ± 9,94	145,67 ± 9,97	152,10 ± 10,21	145,75 ± 9,03	148,18 ± 8,90	145,18 ± 9,04	147,97 ± 9,50	11,895
CA, g/g	2,51 ± 0,16	2,77 ± 0,16	2,87 ± 0,16	2,90 ± 0,19	2,83 ± 0,16	2,87 ± 0,16	2,99 ± 0,16	3,12 ± 0,16	3,13 ± 0,16	9,122
BCA, %	184,47 ± 11,54	202,56 ± 11,51	196,00 ± 11,42	196,11 ± 12,73	207,18 ± 13,03	181,33 ± 11,53	196,84 ± 11,36	205,75 ± 11,54	181,91 ± 12,12	11,500

Equação de Regressão

$$CR = 371,122 + 4,174GVL \quad R^2 = 0,97$$

^aCoefficiente de variação; ^bEfeito linear do GVS; *Teste de Dunnett

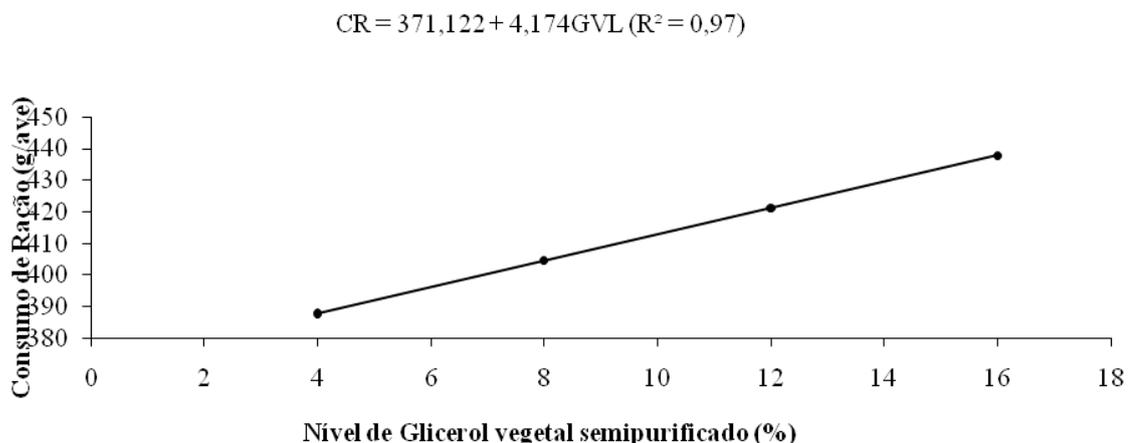


Figura 1. Consumo de ração de codornas de corte no período de 15 a 35 dias

Waldroup (2007), só evidenciou piora no desempenho com níveis superiores a 10% de inclusão de glicerol. O autor ressalta que as dietas não fluíram bem nos comedouros dificultando o consumo de ração, resultando em menor crescimento e pior conversão alimentar. Da mesma forma que na primeira fase foram verificadas dificuldades no fluxo de ração nos comedouros, havendo a necessidade de manejá-las para facilitar o fluxo.

Aplicando-se o teste de Dunnett, para comparar a ração testemunha com cada um dos níveis do glicerol semipurificado, observou-se diferença ($P < 0,05$) somente para os níveis de 12 e 16% de inclusão.

O teor de água (Tabela 3) contida na carcaça dos animais alimentados com glicerol vegetal semipurificado foi influenciado de forma quadrática ($P < 0,05$), com o maior teor, de 67,33%, com 9,76% de inclusão (Figura 2). O mesmo efeito não foi verificado para o glicerol bruto. Simon et al. (1996) compararam o desempenho de pintos de corte alimentados com dietas contendo 0; 5; 10 e 25% de glicerol e verificaram que a adição de 5 e 10% pode ter efeito benéfico na absorção de água da carcaça em razão do fácil acúmulo de glicerol no músculo do frango.

Em dietas para suínos em crescimento e terminação, utilizando 5% de glicerol, oriundo de sebo ou óleo vegetal, Mourot et al. (1994) observaram aumento da capacidade de retenção água no músculo *Longissimus dorsi*, proporcionando uma carne de qualidade superior.

Tabela 3. Valores médios da composição química corporal (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG), eficiência de deposição de proteína (EDP) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte, em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB) e glicerol vegetal semipurificado (GVS)

Variável	RC	GVB (%)				GVS (%)				CV ^a
		4	8	12	16	4	8	12	16	
CQC										
Água, % ^b	66,80 ± 0,90	65,59 ± 0,89	65,38 ± 0,89	65,88 ± 1,08	65,56 ± 1,02	66,08 ± 0,89	67,08 ± 1,01	67,21 ± 0,90	63,64 ± 1,05	2,973
PB, %	17,58 ± 0,38	17,89 ± 0,38	17,44 ± 0,38	17,84 ± 0,46	17,45 ± 0,44	17,39 ± 0,38	17,76 ± 0,43	16,79 ± 0,38	18,38 ± 0,45	4,416
EE, %	10,26 ± 0,65	11,03 ± 0,65	11,60 ± 0,64	10,75 ± 0,78	12,01 ± 0,73	10,97 ± 0,65	10,22 ± 0,72	10,66 ± 0,65	12,63 ± 0,76	13,16
MM, %	3,64 ± 0,15	3,58 ± 0,15	3,51 ± 0,15	3,57 ± 0,18	3,33 ± 0,17	3,55 ± 0,15	3,54 ± 0,17	3,52 ± 0,15	3,62 ± 0,18	7,833
TDP, g/d	0,47 ± 0,01	0,48 ± 0,01	0,46 ± 0,01	0,50 ± 0,02	0,48 ± 0,02	0,47 ± 0,01	0,48 ± 0,01	0,46 ± 0,01	0,49 ± 0,02	6,012
TDG, g/d	0,28 ± 0,02	0,30 ± 0,02	0,32 ± 0,02	0,30 ± 0,02	0,34 ± 0,02	0,31 ± 0,02	0,28 ± 0,02	0,30 ± 0,02	0,33 ± 0,02	14,717
EDP, g/d	0,02 ± 0,001	0,01 ± 0,001	0,01 ± 0,001	0,01 ± 0,001	0,01 ± 0,001	0,02 ± 0,001	0,01 ± 0,001	0,01 ± 0,002	0,01 ± 0,001	13,223
ERC, kcal/kg	5,33 ± 0,24	5,50 ± 0,24	5,61 ± 0,24	5,68 ± 0,29	5,92 ± 0,28	5,55 ± 0,24	5,35 ± 0,28	5,42 ± 0,24	6,09 ± 0,29	9,300
pH ^c	5,82 ± 0,03	5,92 ± 0,03	5,85 ± 0,03	5,87 ± 0,03	5,91 ± 0,03	5,85 ± 0,03	5,89 ± 0,03	5,86 ± 0,03	5,84 ± 0,03	0,995

Equação de Regressão

$$\text{Água} = 60,497 + 1,400\text{GVS} - 0,071\text{GVS}^2 \quad (9,76\%) \quad R^2 = 0,94$$

$$\text{pH} = 6,061 - 0,0415 + 0,019\text{GVB} + 0,0019\text{GVB}^2 \quad (10,92\%) \quad R^2 = 0,96$$

^aCoeficiente de variação; ^bEfeito linear do GVS; ^cEfeito quadrático do GVB

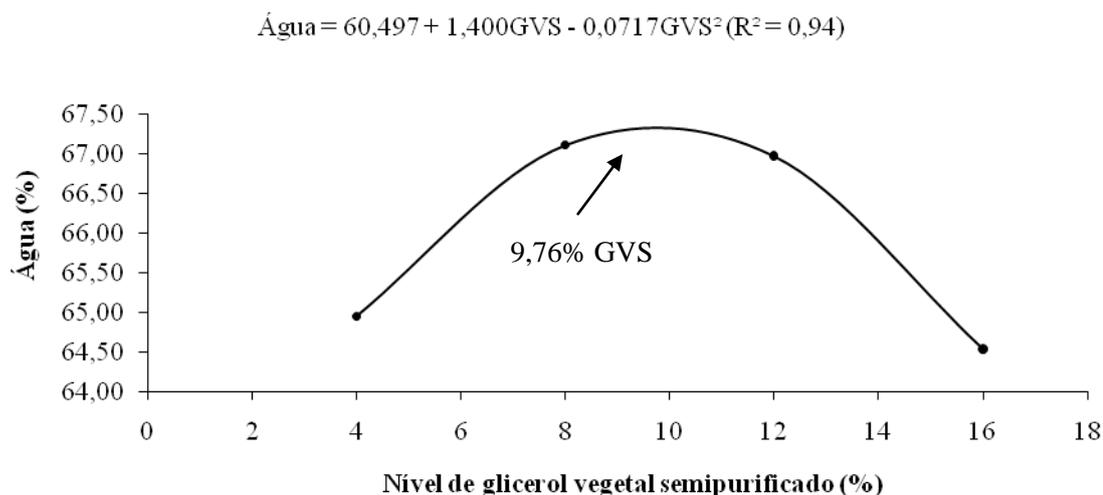


Figura 2. Quantidade de água presente na carcaça de codornas de corte no período de 15 a 35 dias

O glicerol possui forte poder higroscópico. Essa propriedade é atribuída a materiais e substâncias com capacidade de absorver água.

Nos estudos feitos por Cerrate et al. (2006), utilizando dietas contendo 2,5 ou 5% de glicerol, verificaram aumento no rendimento de peito sugerindo que o glicerol pode melhorar a absorção de água na carcaça.

A capacidade de retenção de água está entre as propriedades funcionais mais importantes da carne (Anadón, 2002), pois influencia seu aspecto, sua palatabilidade e está diretamente relacionada às perdas de água antes e durante o cozimento (Bressan, 1998).

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) em função dos níveis de GVB sobre as medidas de pH com a menor resposta no nível 10,92% e o menor valor de 5,83 (Figura 3).

A conversão do músculo em carne ocorre durante a instalação do *rigor mortis* (Hedrick et al., 1993). O conjunto dessas reações acarreta no abaixamento do pH muscular, sendo este o principal fenômeno da transformação, em que a velocidade de abaixamento do pH e seu valor final serão determinantes para a sua qualidade final (Olivo, 2006). Segundo Sams e Mills (1993), os valores de pH final, isto é, após a resolução do *rigor mortis*, são em torno de 5,60 a 5,80.

De acordo com Lara et al. (2002), o fenômeno PSE (carne pálida, flácida e exsudativa) em frangos pode ser detectado pela combinação dos valores de pH (abaixo de 5,8) aferidos em 24 horas após o abate. A carne se caracteriza como DFD (escura, dura e seca), caso o pH se encontre superior a 6,2.

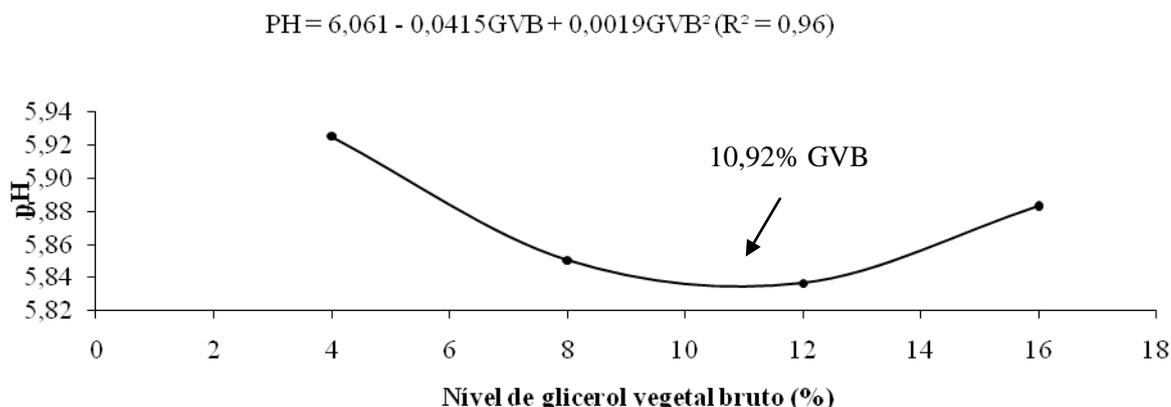


Figura 3. pH peitoral de codornas de corte no período de 15 a 35 dias

A adição de níveis crescentes de GVS (Tabela 4) nas rações promoveu aumento linear ($P < 0,05$) no RPER (Figura 4). Esse resultado discorda com os encontrados por Waldroup (2006) que verificou piora no rendimento de perna de frangos Cobb 500 com a inclusão de 10% de glicerol nas rações.

De acordo com Cerrate et al. (2006), além de servir como fonte de energia, o glicerol também pode ter efeitos positivos sobre a retenção de aminoácidos ou nitrogênio. A ação do glicerol inibindo a atividade das enzimas fosfoenolpiruvato carboxiquinase e glutamato desidrogenase pode resultar em economia dos aminoácidos gluconeogênicos e favorecer a deposição de proteína corporal.

Tabela 4. Valores médios de peso vivo (PV), peso de carcaça (PCA), peso de cortes (peito e pernas) (PPEI e PPER), peso de gordura abdominal (PGA), rendimento de carcaça (RCA), de cortes (peito, coxa) (RPEI e RPER) e porcentagem de gordura abdominal (POGA) das codornas de corte em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB) e glicerol vegetal semipurificado (GVS)

Variáveis	GVB (%)					GVS (%)					CV ^a
	RT	4	8	12	16	4	8	12	16		
PV, g	219,83 ± 5,92	224,47 ± 5,89	212,06 ± 6,71	212,43 ± 9,37	227,61 ± 6,87	221,18 ± 8,02	224,07 ± 6,58	221,70 ± 5,92	223,35 ± 6,39	5,605	
PCA, g	148,33 ± 4,55	150,41 ± 4,53	140,37 ± 5,16	143,05 ± 7,20	147,36 ± 5,49	152,83 ± 6,17	151,26 ± 5,06	152,80 ± 4,55	149,41 ± 5,82	5,905	
RCA, %	67,67 ± 0,90	67,03 ± 0,89	66,22 ± 1,02	64,44 ± 1,42	64,78 ± 1,08	69,11 ± 1,21	67,57 ± 1,00	68,91 ± 0,90	66,99 ± 1,15	2,666	
PPEI, g	62,33 ± 2,59	61,58 ± 2,58	59,11 ± 2,93	62,80 ± 4,10	63,19 ± 3,12	67,33 ± 5,51	63,74 ± 2,88	66,13 ± 2,59	61,80 ± 3,81	7,612	
RPEI, %	41,99 ± 0,88	41,21 ± 0,87	41,97 ± 0,99	43,75 ± 1,39	42,98 ± 1,05	44,06 ± 1,19	42,11 ± 0,97	43,28 ± 0,88	41,33 ± 1,12	3,961	
PPER, g	33,92 ± 0,94	33,82 ± 0,94	33,12 ± 1,07	36,12 ± 1,49	35,55 ± 1,13	33,30 ± 1,27	32,69 ± 1,09	34,64 ± 0,94	34,55 ± 1,20	4,862	
RPER, % ^b	22,82 ± 0,50	22,48 ± 0,16	23,59 ± 0,56	25,32 ± 0,79	24,20 ± 0,60	21,70 ± 0,67	21,71 ± 0,55	22,69 ± 0,50	23,17 ± 0,64	4,277	
PGA, g ^{bc}	1,90 ± 0,16	2,50 ± 0,16	1,62 ± 0,18	1,94 ± 0,25	3,27 ± 0,29*	3,18 ± 0,21*	2,29 ± 0,18	2,21 ± 0,16	1,53 ± 0,20	13,868	
POGA, % ^{bc}	1,29 ± 0,11	1,66 ± 0,12	1,15 ± 0,13	1,33 ± 0,18	2,24 ± 0,14*	2,08 ± 0,16*	1,51 ± 0,13	1,45 ± 0,11	1,01 ± 0,15	15,295	

Equação de Regressão

$$\text{RPER} = 20,835 + 0,200\text{GVS } R^2 = 0,90$$

$$\text{PGA} = 4,971 - 0,735\text{GVB} + 0,039\text{GVB}^2 \quad R^2 = 1,00$$

$$\text{PGA} = 3,470 - 0,106\text{GVS} \quad R^2 = 0,87$$

$$\text{POGA} = 3,254 - 0,479\text{GVB} + 0,026\text{GVB}^2 \quad R^2 = 0,99$$

$$\text{POGA} = 2,283 - 0,067\text{GVS} \quad R^2 = 0,88$$

^aCoefficiente de variação; ^bEfeito linear do GVS; ^cEfeito quadrático do GVB; *Teste de Dunnett

$$\text{RPER} = 20,835 + 0,1998\text{GVS} \quad (R^2 = 0,90)$$

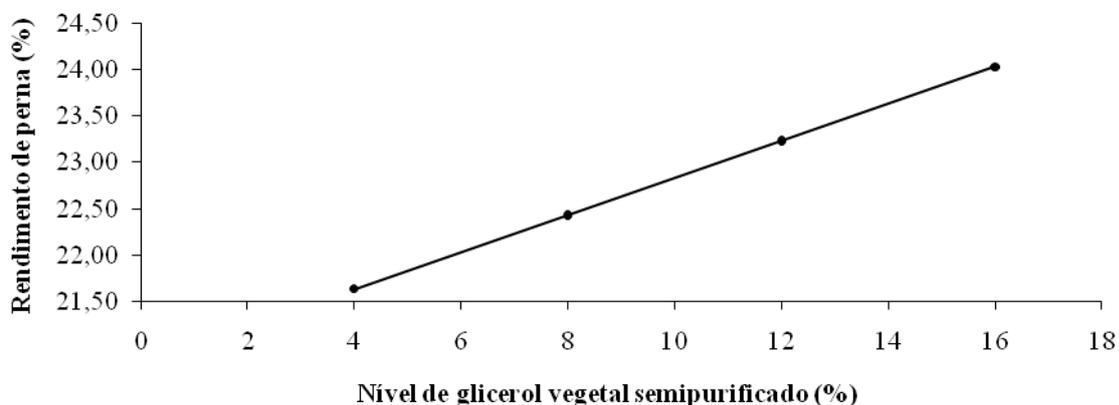


Figura 4. Rendimento de perna de codornas de corte no período de 15 a 35 dias

O PGA apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) com a suplementação de GVB, com estimativa de menor peso de 1,52g com nível de inclusão de 9,40% (Figura 5). Entretanto, o PGA reduziu linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão de GVS (Figura 6).

$$\text{PGA} = 4,971 - 0,735\text{GVB} + 0,0391\text{GVB}^2 \quad (R^2 = 1,00)$$

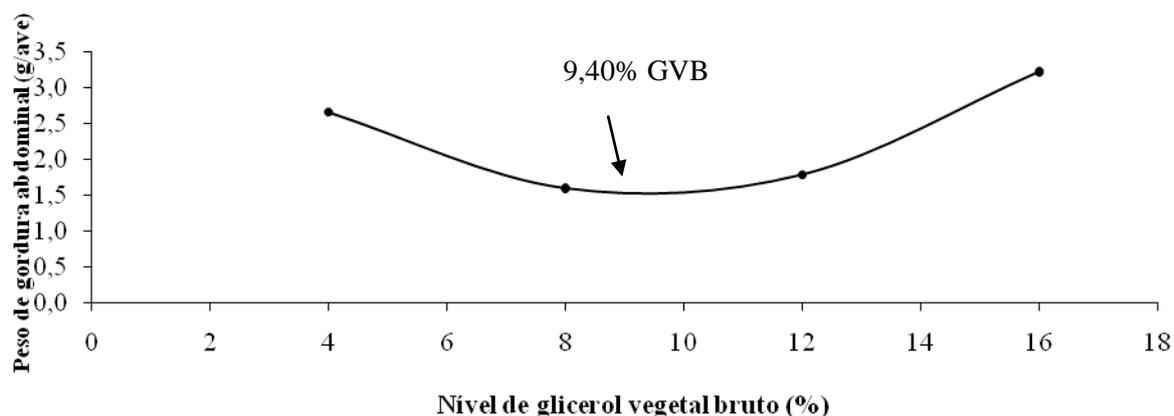


Figura 5. Peso de gordura abdominal de codornas de corte no período de 15 a 35 dias

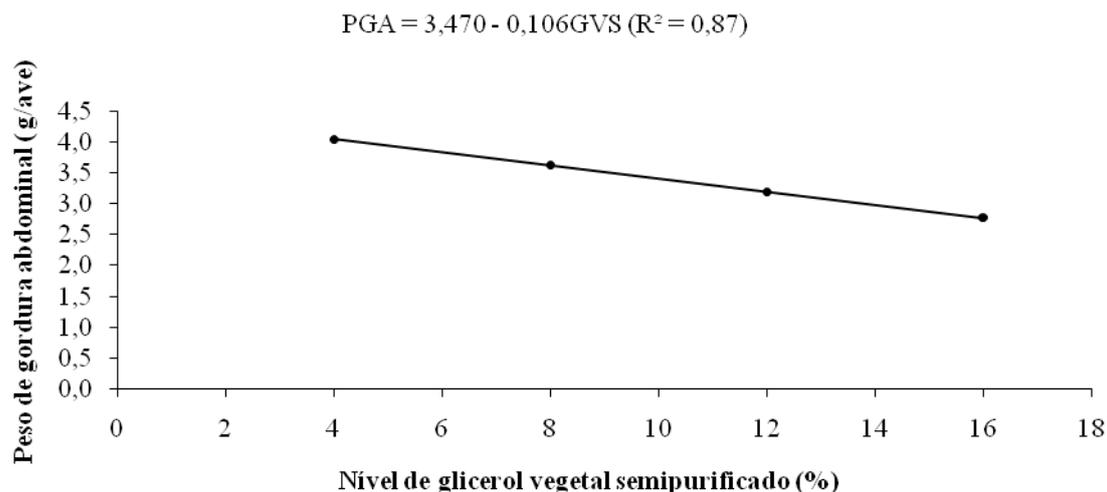


Figura 6. Peso de gordura abdominal de codornas de corte de no período 15 a 35 dias

Aplicando-se o teste de Dunnett, para comparar a ração testemunha com cada um dos níveis do glicerol bruto e do semipurificado, observou-se diferença ($P < 0,05$) para o nível de 16% e 4% de inclusão, respectivamente.

Segundo Kessler et al. (2000), o excesso de gordura abdominal é um dos principais problemas que encontra hoje a indústria da carne de aves, não apenas por reduzir o rendimento de carcaça e a eficiência alimentar, mas também por acarretar na rejeição do produto pelo consumidor.

A POGA apresentou efeito semelhante para os dois tipos de glicerol. Efeito quadrático ($P < 0,05$) com a inclusão de GVB com estimativa de menor porcentagem, de 1,01%, com 9,35% de inclusão (Figura 7). Redução linear na porcentagem ($P < 0,05$) foi obtida com a inclusão de GVS nas rações (Figura 8). Esta redução no PGA e POGA não era esperada, haja vista que as rações foram formuladas para serem isoenergéticas.

O mesmo efeito que ocorreu para o PGA também foi observado para o POGA, quando aplicado o teste de Dunnett, para comparar a ração testemunha com cada um dos níveis do glicerol bruto e do semipurificado. Observou-se diferença ($P < 0,05$) para o nível de 16% e 4% de inclusão, respectivamente.

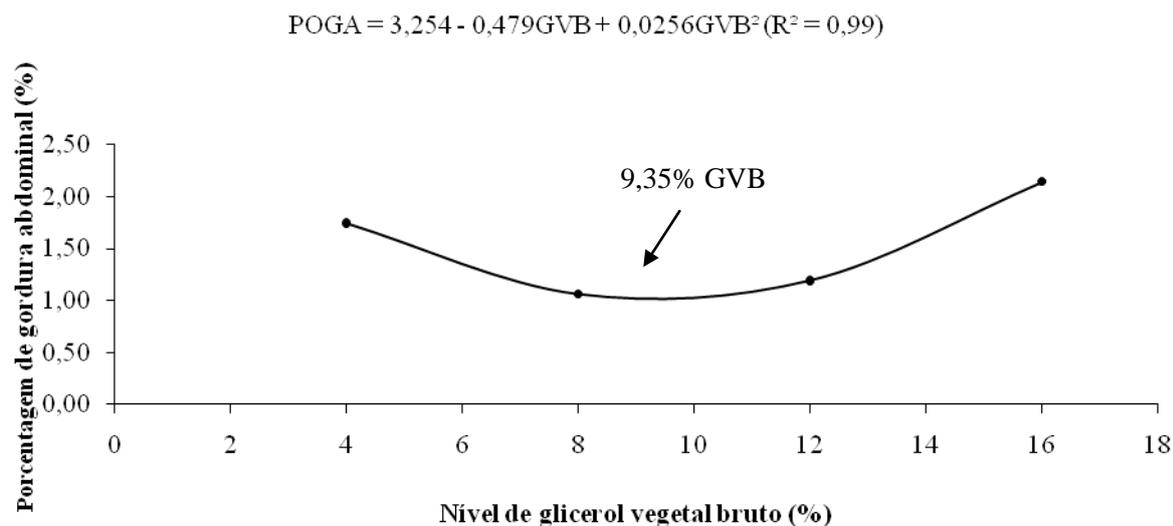


Figura 7. Porcentagem de gordura abdominal de codornas de corte no período de 15 a 35 dias

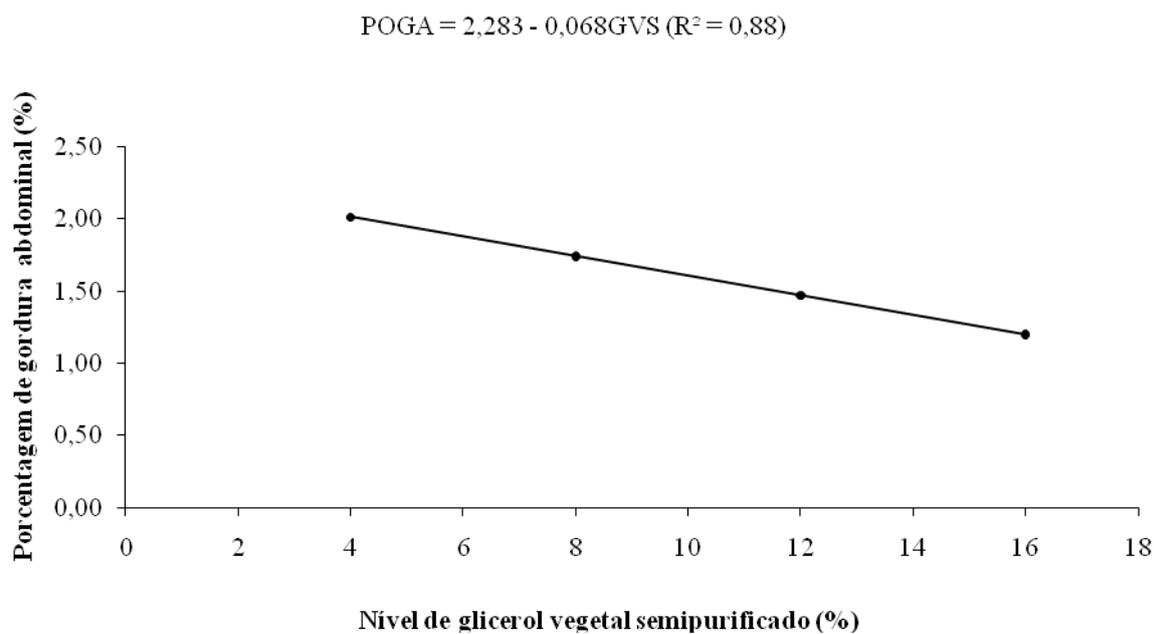


Figura 8. Porcentagem de gordura abdominal de codornas de corte no período de 15 a 35 dias

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para o custo da ração por quilograma de peso vivo ganho das codornas alimentadas com o GVB (Tabela 5) e com o GVS (Tabela 6) no período de 15 a 35 dias de idade.

Os IEE e IC das rações contendo GVB e GVS foram piores quando comparados aos índices da ração controle.

Tabela 5. Custo do quilograma da ração (CR), custo da ração por quilo de peso vivo produzido (Yi), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC), em função dos níveis de glicerol vegetal bruto (GVB)

Variável	GVB (%)					CV ^a
	RC	4	8	12	16	
CR, R\$/kg	0,75	0,84	0,82	0,81	0,79	CV ^a
Yi, R\$/kg P	1,99 ± 0,10	2,24 ± 0,10	2,41 ± 0,10	2,30 ± 0,14	2,20 ± 0,12	7,36
IEE, %	100,00	83,89	75,60	73,27	84,83	-
IC, %	100,00	119,20	132,28	136,49	117,88	-

^aCoefficiente de variação

Tabela 6. Custo do quilograma da ração (CR), custo da ração por quilo de peso vivo produzido (Yi), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC), em função dos níveis de glicerol vegetal semipurificado (GVS)

Variável	GVB (%)					CV ^a
	RC	4	8	12	16	
CR, R\$/kg	0,75	0,86	0,86	0,86	0,83	-
Yi, R\$/kg P	1,99 ± 0,10	2,26 ± 0,10	2,46 ± 0,10	2,51 ± 0,10	2,39 ± 0,10	7,36
IEE, %	100,00	86,97	71,89	73,21	73,28	-
IC, %	100,00	114,98	139,10	136,59	136,47	-

^aCoefficiente de variação

Conclusão

Os gliceróis bruto e semipurificado podem ser utilizados como fonte energética nas dietas experimentais até o nível de 16% de inclusão sem afetar o desempenho das codornas de corte, ficando o uso na dependência do custo do glicerol.

Literatura citada

- ANADÓN, H.L.S. **Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers**. 2002. 171f. Thesis (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences) – Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, 2002.
- ARAÚJO D.M. 2005. **Avaliação do farelo de trigo e enzimas exógenas na alimentação de frangas e poedeiras**. 2002. Dissertação (Dissertação de mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, 66p, 2005.
- BERENCHTEIN, B. **Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 45p. 2008.
- 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.
- BOULIANNE, M.; KING, A.J. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. **Poultry Science**, v.74, n.10, p.1693-1698, 1995.
- BRESSAN, M.C. **Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP. 201p., 1998.
- CERRATE, S. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **Int.J.Poult.Sci.** v.11, p.1001-1007, 2006.
- DE PAULO, A.A.; CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A. et al. Desempenho de codornas para corte alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável durante o período de sete a 42 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2005, Goiânia, Goiás. **Anais...Goiânia: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, [2005] (CD-ROM)**
- 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. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 46p., 2002.
- FUGIKURA, W.S. Situação e perspectivas da coturnicultura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.1.**
- 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).
- HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FOREST, J.C.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. 3.ed. Dubuque: Kendal/Hunt, 1993. 354p.
- GROESBECK, C.N.; MICKINNEY, L.J.; DEROUCHÉY, J.M. Effect of crude glycerol on pellet Mill production and nurse pig growth performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.85, suppl. 1, p.201-201, 2008.
- KESSLER, A. M.; GALLINGER, C.I. **Lipídios na nutrição de aves: digestão e absorção**. Porto Alegre UFRGS, 2000.

- LARA, J.A.F.; NINOV, K.; BONASSI, C.A. et al. Estresse térmico e incidência de carne PSE em frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, n.4, p.15, 2002.
- 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.
- 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. **Anais...**Lavras: UFPA, 2002. p.113-119.
- OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I. et al. Dietary vitamin e inhibits poultry pse and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, v.25, n.4, p.271-283, 2001.
- OLIVO, R., SANTOS, M.N., FRANCO, F.O. Carne de frango e nutrição. In: OLIVO, R. **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango**. Criciúma: do Autor, 2006. cap.55, p.655-663.
- 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.
- SAMS, A.R.; MILLS, K.A. The effect of feed with drall duration on the responsiveness of broiler pectoralis to rigor acceleration. **Poultry Science**, Campaign, v.72, n.9, p.1789-1796, 1993.
- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 138p., 2009.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SILVA, R.M. **Exigência nutricional de cálcio de fósforo de codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) em crescimento**. 2008. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 67p., 2008.
- 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.
- WALDROUP, P. **Glycerine, a byproduct of biodiesel production, can be used as a dietary supplement for growing broiler chickens**. University of Arkansas. Arkansas Agricultural Experiment Station. 2006.
- WALDROUP, P. W. 2007. **Biofuels and Broilers. Competitors or Cooperators?** Proceedings of the 5th Mid-Atlantic Nutrition Conference. p.25-34.