

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GLICERINA DE BIODIESEL NA ALIMENTAÇÃO
DE COELHOS EM CRESCIMENTO

Autora: Marciana Retore
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello

MARINGÁ
Estado do Paraná
novembro – 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GLICERINA DE BIODIESEL NA ALIMENTAÇÃO
DE COELHOS EM CRESCIMENTO

Autora: Marciana Retore
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração: Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
novembro – 2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

R438 Retore, Marciana
Avaliação nutritiva da glicerina de biodiesel na
alimentação de coelhos em crescimento / Marciana
Retore. -- Maringá: [s.n.], 2010.
61 f.

Orientador : Prof° Dr° Claudio Scapinello.
Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia. Universidade Estadual de Maringá.

1. Coelhos - Alimentação - Coproduto do biodiesel.
2. Coelhos - Alimentação - Ganho de peso. 3. Coelhos -
Alimentação - Inclusão de glicerina - Viabilidade
econômica. I. TÍTULO

CDD 21. ed. 636.9322



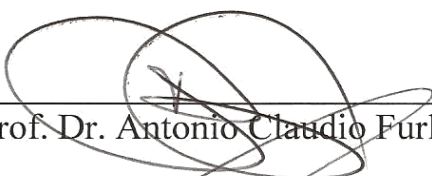
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GLICERINA DE BIODIESEL NA ALIMENTAÇÃO DE COELHOS EM CRESCIMENTO

Autora: Marciana Retore
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello

TITULAÇÃO: Doutora em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal


APROVADA em 17 de novembro de 2010.



Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan




Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza



Profª Drª Márcia Aparecida
Andreazzi



Profª Drª Andréia Fróes
Galuci Oliveira



Prof. Dr. Cláudio Scapinello
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, gostaria de agradecer a Deus, por ter me dado forças para chegar até aqui, não me deixando desistir nos momentos de dificuldade.

Ao Prof. Dr. Claudio Scapinello, por ter me recebido de braços abertos, acolhendo-me como filha. Agradeço-lhe muito pelo carinho, amizade, paciência e ensinamentos transmitidos. Orgulho-me muito em ter sido sua orientada, pois é um exemplo de profissional e pessoa.

Aos meus colegas de setor e, sobretudo, amigos, que me ajudaram muito para que este trabalho se concretizasse, Ivan Graça Araújo e Bruna Ponciano Neto. Meus sinceros agradecimentos.

Às estagiárias da CUNI, que auxiliaram no desenvolvimento do experimento, Karla dos Santos Felssner, Joyce Sato, Caroline Stanquevis e Livian Furuta. Muito obrigada.

À Fernanda Catelan, pela ajuda e, principalmente, amizade desde que entrei no doutorado. Companheira para o chimarrão, festas e lamentações.

À Andréia Fróes Galuci Oliveira, Josianny Limeira Figueira e Ana Carolina Monteiro, que sempre se mostraram prontas a ajudar no que fosse preciso.

Aos funcionários do Setor de Cunicultura, Pedro Barizão e, especialmente, Antônio Parma, que me auxiliaram muito desde o início do experimento até o seu final.

Aos chefes e demais funcionários da FEI que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que este trabalho se concretizasse.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos transmitidos e amizade construída.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelo carinho e atenção a mim dedicados, principalmente com relação à defesa desta tese.

Ao Denilson dos Santos Vicentin e Rose Mary Pepinelli, funcionários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela disposição e atenção em organizar os documentos, às vezes, em situações urgentes.

Aos funcionários do LANA, Cleuza Volpato, Creusa de Azevedo e Hermógenes Augusto Neto, pelo auxílio nas técnicas de laboratório.

À minha família, que sempre me apoiou e incentivou para que eu buscase o melhor para mim. Sem vocês, eu jamais teria chegado aqui. Muito obrigada. Amo vocês.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa, auxiliando para a concretização deste estudo.

BIOGRAFIA

MARCIANA RETORE, filha de Luiz Retore e Inês Zorzo Retore, nasceu em Três de Maio, Rio Grande do Sul, no dia 31 de janeiro de 1983.

Em setembro de 2006, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM/RS.

Em março de 2007, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, pela Universidade Federal de Santa Maria - RS.

Em fevereiro de 2009, defendeu Dissertação, na área de Produção Animal, pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM/RS.

Em março de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – UEM/PR, em nível de Doutorado, na área de Produção Animal.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT	xii
I – INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 Caracterização do trato gastrintestinal do coelho	1
1.2 Amido na dieta	2
1.3 Definição da glicerina	3
1.4 Produção mundial e nacional de glicerina	5
1.5 Tipos de glicerina	5
1.6 Metabolismo do glicerol	5
1.7 Glicerina na alimentação de animais não-ruminantes	6
1.8 Utilização da glicerina para coelhos	8
Literatura Citada	9
II – OBJETIVOS GERAIS	12
III – AVALIAÇÃO NUTRITIVA DA GLICERINA BRUTA VEGETAL E MISTA NA DIETA DE COELHOS EM CRESCIMENTO	13
Resumo	13
Abstract	14
Introdução	15
Material e Métodos	16
Resultados e Discussões	21

Conclusões	34
Literatura Citada	35
IV – UTILIZAÇÃO DA GLICERINA SEMIPURIFICADA VEGETAL E MISTA NA ALIMENTAÇÃO DE COELHOS EM CRESCIMENTO ...	37
Resumo	37
Abstract	39
Introdução	41
Material e Métodos	42
Resultados e Discussões	47
Conclusões	59
Literatura Citada	60

LISTA DE TABELAS

		Página
III – Avaliação nutritiva da glicerina bruta vegetal e mista na dieta de coelhos em crescimento		
Tabela 1	Composição percentual e química da dieta referência utilizada no ensaio de digestibilidade	16
Tabela 2	Composição química da glicerina bruta vegetal e mista	17
Tabela 3	Composição percentual e química das rações experimentais para coelhos, dos 32 aos 70 dias de idade	18
Tabela 4	Médias estimadas das medidas de desempenho e custo da ração por quilo de ganho de peso vivo de coelhos alimentados, dos 32 aos 50 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta vegetal (GBV) e mista (GBM)	23
Tabela 5	Médias estimadas das medidas de desempenho e custo da ração por quilo de ganho de peso vivo de coelhos alimentados, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta vegetal (GBV) e mista (GBM)	26
Tabela 6	Médias estimadas dos pesos da carcaça e cortes comerciais de coelhos alimentados, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta vegetal (GBV) e mista (GBM)	28
Tabela 7	Médias estimadas do rendimento das vísceras comestíveis de coelhos alimentados, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta vegetal (GBV) e mista (GBM), abatidos aos 70 dias de idade	30
Tabela 8	Relação carne/osso, lipídios, perdas por cozimento (PCOZ), matéria seca (MS), cinzas (CZ) e proteína bruta (PB) da carne de coelhos, abatidos aos 70 dias, alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta vegetal (GBV) e mista (GBM) na ração	32

IV – Utilização da glicerina semipurificada vegetal e mista na alimentação de coelhos em crescimento

Tabela 1	Composição percentual e química da dieta referência utilizada no ensaio de digestibilidade	42
Tabela 2	Composição química da glicerina semipurificada vegetal e mista	43
Tabela 3	Composição percentual e química das rações experimentais para coelhos dos 32 aos 70 dias de idade	45
Tabela 4	Médias estimadas das medidas de desempenho e custo da ração por quilo de ganho de peso vivo de coelhos alimentados, dos 32 aos 50 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina semipurificada vegetal (GBV) e mista (GBM)	49
Tabela 5	Médias estimadas das medidas de desempenho e custo da ração por quilo de ganho de peso vivo de coelhos alimentados, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina semipurificada vegetal (GBV) e mista (GBM)	51
Tabela 6	Médias estimadas dos pesos da carcaça e cortes comerciais de coelhos alimentados, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina semipurificada vegetal (GSV) e mista (GSM)	54
Tabela 7	Médias estimadas do rendimento das vísceras comestíveis de coelhos alimentados, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina semipurificada vegetal (GBV) e mista (GBM), abatidos aos 70 dias de idade	56
Tabela 8	Relação carne/osso, lipídios, perdas por cozimento (PCOZ), matéria seca (MS), cinzas (CZ) e proteína bruta (PB) da carne de coelhos, abatidos aos 70 dias, alimentados com diferentes níveis de glicerina semipurificada vegetal (GBV) e mista (GBM) na ração	58

LISTA DE FIGURAS

	Página
I – Introdução geral	
Figura 1 Representação esquemática da reação de transesterificação	3
Figura 2 Diagrama da obtenção do biodiesel e da glicerina	4
III – Avaliação do milho para coelhos em crescimento	
Figura 1 Estimativa da energia digestível das glicerinas	21
Figura 2 Estimativa da matéria seca digestível das glicerinas	22
IV – Avaliação do milho ensilado com ou sem inculante para coelhos em crescimento	
Figura 1 Estimativa da energia digestível das glicerinas semipurificadas	47
Figura 2 Estimativa da matéria seca digestível das glicerinas semipurificadas ...	48

RESUMO

Este trabalho teve por objetivos determinar a composição química de duas glicerinas brutas e duas semipurificadas, oriundas da produção de biodiesel, determinar a energia digestível e avaliar diferentes níveis de inclusão nas dietas de coelhos. No ensaio de digestibilidade, foram utilizados 108 coelhos Nova Zelândia Branco, com 45 dias de idade, distribuídos ao acaso em nove tratamentos, sendo uma ração referência mais oito dietas teste em que as glicerinas brutas e semipurificadas foram incluídas nos níveis de 4, 8, 12 e 16%, substituindo o volume da ração referência. No ensaio de desempenho foram utilizados 180 coelhos da mesma raça, com 32 dias de idade inicial, distribuídos, ao acaso, em nove tratamentos com rações contendo níveis crescentes (0, 3, 6, 9 e 12%) de cada glicerina, bruta e semipurificada, e dez repetições com dois animais por unidade experimental. A glicerina bruta vegetal e a glicerina bruta mista apresentaram energia digestível de 5.099 e 4.953 kcal/kg MS, respectivamente. Apesar do consumo de ração ter decrescido linearmente com a inclusão crescente de ambos os tipos de glicerina nos dois períodos avaliados, de 32 a 50 e de 32 a 70 dias de idade, os prejuízos no desempenho ocorreram apenas com a inclusão da glicerina bruta vegetal com redução linear no peso vivo aos 50 e 70 dias e no ganho de peso nos períodos de 32 a 50 e de 32 a 70 dias. O maior ganho de peso diário observado para os animais que receberam as dietas contendo glicerina bruta mista permitiu a obtenção dos melhores índices de conversão alimentar e, conseqüentemente, o menor custo de ração por kg de peso vivo ganho. A inclusão de até 12% de glicerina bruta mista permitiu desempenho dos animais, até os 50 dias de idade, semelhante ao da dieta testemunha, ao contrário da glicerina bruta vegetal, em que inclusões superiores a 6% na dieta resultaram em pior desempenho em relação aos obtidos com a dieta testemunha. No período total do experimento, não foram observadas diferenças no peso vivo e ganho de peso diário dos animais alimentados com ambas as

glicerinas. O peso de carcaça e dos cortes comerciais reduziu linearmente com a inclusão de ambas as glicerinas, com valores mais baixos em relação à testemunha apenas para os dois níveis mais altos de inclusão das glicerinas. Não foram observados prejuízos nas características da carcaça. Para as glicerinas utilizadas neste trabalho, conclui-se que a glicerina bruta mista pode ser incluída até o nível máximo estudado (12%), enquanto a glicerina bruta vegetal até 6% na dieta de coelhos em crescimento. As glicerinas semipurificadas vegetal e mista apresentaram energia digestível de 4.048 e 3.697 kcal/kg MS, respectivamente. Para a fase dos 32 aos 50 dias de idade, embora o consumo de ração tenha sido semelhante entre os tratamentos, foi verificado comportamento quadrático para todas as variáveis de desempenho dos animais que consumiram as dietas com inclusão somente da glicerina semipurificada mista, com pontos de mínima e máxima entre 5,74 e 5,90%. Apenas a dieta com o nível máximo de inclusão de glicerina semipurificada mista (12%) apresentou resultados piores à dieta testemunha para as características acima mencionadas. Para o período total, dos 32 aos 70 dias de idade, todas as variáveis apresentaram comportamento quadrático para ambas as glicerinas, com pontos de mínima e máxima variando entre 6 e 7%. O peso vivo e ganho de peso diário dos animais alimentados com 12% de inclusão de glicerina semipurificada mista na dieta foram inferiores ao observado nos animais que receberam a ração testemunha, piorando a conversão alimentar nesse nível. Com 9% de adição do coproduto, a conversão alimentar e o custo por kg de peso vivo ganho foram melhores que os da testemunha. Para a glicerina semipurificada vegetal, a maior viabilidade econômica em relação à testemunha foi no nível de 12% de adição da glicerina. Os pesos de carcaça, lombo e região tóraco-cervical dos animais que receberam a dieta com glicerina semipurificada vegetal, foram inferiores aos apresentados pelos animais alimentados com a dieta testemunha nos níveis de 6 e 9% de inclusão. Para peso de quarto posterior, o pior resultado foi encontrado com o nível de 9% de adição de glicerina semipurificada vegetal. Para a glicerina semipurificada mista, todas as variáveis, com exceção do peso dos membros anteriores, apresentaram valores inferiores aos da testemunha, em nível de 12% de inclusão. A glicerina semipurificada vegetal pode ser incluída em nível de 12% da dieta e a semipurificada mista até o nível de 9%, neste estudo, sem afetarem o desempenho dos animais, peso de carcaça e cortes comerciais, além de reduzirem o custo de produção.

Palavras-chave: coproduto do biodiesel, ganho de peso diário, coelhos, viabilidade econômica

ABSTRACT

The goals of this study were to determine the chemical composition of two crude and two semipurified glycerins, from biodiesel production, as well as to determine the digestible energy and evaluate different inclusion levels in rabbit diets. In the digestibility assay, 108 New Zealand White rabbits were used, 45 days old, assigned in a completely randomized design into nine treatments with one reference diet and eight test diets, where the glycerins, crude and semipurified, were included at levels of 4, 8, 12 and 16%, replacing the reference diet volume. In the performance assay, 180 New Zealand White rabbits were utilized, 32 days old, distributed in a completely randomized design into nine treatments, with diets containing increased levels of crude and semipurified glycerin (0, 3, 6, 9 and 12%) and 10 replications with two animals per experimental unit. The vegetal and mixed crude glycerin showed digestible energy of 5,099 and 4,953 kcal/kg DM, respectively. Despite of feed intake having decreased linearly with the increased inclusion of both kinds of glycerin, the two evaluated periods, from 32 to 50 and 32 to 70 days of age, the reduced performance occurred only with the inclusion of vegetal crude glycerin with linear reduction of live weight at 50 and 70 days and daily weight gain in the periods from 32 to 50 and 32 to 70 days. The higher daily weight gain observed to the animals fed with diets containing mixed crude glycerin allowed to obtain better feed conversion and, consequently, lower cost per kg of live weight gain. The inclusion of mixed crude glycerin up to 12% allowed similar performance of animals to the reference diet until the 50 days, in contrast to the vegetal crude glycerin, where inclusions over 6% in the diet resulted in worst performance in relation to those obtained with the control diet. In the total period, differences were not observed on live weight and daily weight gain of animals fed with both glycerines. Carcass and retail cuts weight linearly reduced with the inclusion of both glycerines,

with lower values in relation to the control diet only to the two higher levels of glycerin inclusion. Losses were not observed to carcass characteristics. To the glycerines used in this work, it is concluded that the crude mixed glycerin can be included up to the maximum level evaluated (12%), while the vegetal one till 6% in the diet of growing rabbits. The vegetal and mixed semipurified glycerins presented digestible energy of 4,048 and 3,697 kcal/kg DM, respectively, showing to be a highly energetic source. To the period from 32 to 50 days of age, even than the feed intake has been similar among treatments, it was verified a quadratic behavior to all performance variables of the animals fed diets with only mixed semipurified glycerin, with minimal and maximum points between 5.74 and 5.90%. Only the diet with the maximum inclusion level of mixed semipurified glycerin (12%) presented the worst results compared to the control diet to the characteristics above mentioned. To the total period, from 32 to 70 days, all variables showed a quadratic behavior to both glycerines, with minimum and maximum points ranging between 6 and 7%. Live weight and daily weight gain of the animals fed 12% of mixed semipurified glycerin in the diet were lower than observed to the animals receiving control diet, increasing the feed conversion at this level. With 9% of coproduct addition, the feed conversion and cost per kg of live weight gain were better than those from the control diet. To the vegetal semipurified glycerin the better economic viability in relation to the control was at the level of 12% of glycerin addition. The weights of carcass, loin and thoraco-cervical region of the animals fed with diet containing vegetal semipurified diet were worst to those showed by the animals receiving the control diet at the levels of 6 and 9% of inclusion. To hindquarters weight, the worst result was obtained with 9% of vegetal semipurified glycerin inclusion. To the mixed one, all variables, except forelegs weight, showed lower values in relation to the control diet, at the inclusion level of 12%. The vegetal semipurified glycerin can be included at 12% in the diet and the mixed one up to 9%, in this study, without affecting animal performance, carcass and retail cuts weights, beyond reducing the production cost.

Key Words: biodiesel coproduct, daily weight gain, economic viability, rabbits

I – INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Caracterização do trato gastrintestinal do coelho

O sistema digestório do coelho é caracterizado pela relativa importância do ceco quando comparado com outras espécies animais. Como consequência, a atividade microbiana desse compartimento é fundamental para os processos de digestão e utilização de nutrientes. Para Ferreira et al. (2007), a cecotrofia é uma das características mais importantes da fisiologia digestiva dos coelhos, que consiste na produção e consumo voluntário de cecotrofos, ou “fezes moles”. A parte distal do intestino, em particular o cólon, apresenta atividade antiperistáltica, o que lhe permite selecionar e eliminar as partículas de maior tamanho, mais fibrosas e lignificadas (fezes duras), no entanto, permite manter por longos períodos no ceco as partículas mais solúveis e fermentáveis (cecotrofos). Após a separação dessas partículas, o material entra no ceco, onde se mistura continuamente, permanecendo várias horas sendo fermentado pelos microrganismos e gerando, como produtos, nutrientes tais como proteína microbiana, ácidos graxos voláteis e vitaminas C, K e do complexo B.

Os cecotrofos são excretados de acordo com o ritmo circadiano, o qual é oposto ao consumo de ração e excreção de fezes. A cecotrofia ocorre, principalmente, durante o período diurno, enquanto que o consumo de ração e excreção de fezes ocorre durante a noite (Bellier & Gidenne, 1996; El-Adawy, 1996). Esse processo não ocorre como resposta a um desbalanço nutricional, mas representa uma estratégia digestiva especializada. Inicia na terceira semana de idade, quando os coelhos começam a consumir alimentos sólidos e atinge a máxima produção entre 63 e 77 dias de idade, período que corresponde à exigência máxima para crescimento e ao maior incremento no consumo de ração (Carabaño & Piquer, 1998). Como resultado da separação mecânica da digesta no ceco e cólon proximal, a

composição química dos cecotrofos é semelhante a do conteúdo cecal, porém muito diferente das fezes propriamente ditas.

Muitas diferenças também ocorrem na atividade das diferentes enzimas digestivas durante a vida pós-natal de coelhos, em especial até 40 a 50 dias de idade, e estão relacionadas com o padrão nutricional, tanto qualitativa quanto quantitativamente, e com a maturação dos processos digestivos (Gidenne, 1996), com destaque para a atividade da amilase. A atividade desta enzima aumenta rapidamente entre a quarta e sexta semanas de vida do coelho, e seu nível é maior quando a ingestão de amido aumenta (Blas, 1986).

1.2 Amido na dieta

Segundo Cheeke (1995), a microflora intestinal, o padrão fermentativo, a motilidade do ceco-cólon, a dualidade da excreção fecal (cecotrofia) e o rendimento produtivo destes animais podem ser influenciados ao alterar excessivamente a recomendação nutricional de fibra e amido, podendo atuar como agente permissivo a distúrbios digestivos. A redução na proporção dietética entre fibra/amido geralmente promove redução no consumo, maior atividade fermentativa e, conseqüentemente, maior tempo de retenção em função da atividade antiperistáltica no ceco-cólon, induzida pela entrada de maior quantidade de conteúdo intestinal no ceco que, possivelmente, leva ao desequilíbrio microbiano, associado aos colibacilos e clostrídios subdominantes, principais agentes causadores de diarreias e enterotoxemias em coelhos (Gidenne, 1996; De Blas & Wiseman, 1998). O amido é digerido, quase que na sua totalidade, no intestino delgado e a amilase pancreática é a principal enzima envolvida nesse processo. Com isso, a excreção fecal de amido é geralmente inferior a 2% do ingerido, embora, em alguns casos, a excreção possa representar 10 a 12% do ingerido, dependendo da fonte do amido e da idade do coelho (Blas & Gidenne, 1998).

A inclusão de cereais na alimentação de coelhos em crescimento impõe limitações no balanceamento de rações, especialmente a fração amilácea, visto que a atividade enzimática específica para a sua digestão aumenta com a idade do animal. Muitos experimentos têm sido realizados para obter os respectivos efeitos de fibra e amido sobre a incidência de diarreia em coelhos em crescimento, particularmente logo após o desmame (Colin et al., 1976; De Blas et al., 1986; Blas et al., 1994; Bennegadi et al., 2001). Esse período é crítico, pois há grande incidência de problemas digestivos, uma vez que está ocorrendo a maturação digestiva e o aumento drástico no consumo de alimentos.

Um aumento da proporção dietética de amido/fibra (menor que 30% de fibra em detergente neutro, menor que 15% de fibra em detergente ácido e maior que 20% de amido) poderia conduzir tanto a um menor fluxo ileal de matéria seca, quanto a redução na produção da biomassa de microrganismos no ceco do coelho jovem. O milho é uma das principais fontes de energia nas dietas para animais não-ruminantes, pela sua composição, predominantemente de carboidratos (amido) e lipídios (óleo). Apresentando somente ligações α -glicosídicas, o amido é potencialmente digerível pelas enzimas amilolíticas secretadas no trato digestório do animal. No entanto, níveis elevados deste componente na dieta de coelhos podem causar disfunções digestivas, tais como diarreias, alterações no padrão de fermentação cecal (Faria et al., 2004), modificações na produção dos ácidos graxos voláteis, desidratação por mudanças na pressão osmótica intestinal, desequilíbrios microbianos e altas taxas de mortalidade na fase de crescimento (Arruda et al., 2003). Na tentativa de reduzir a quantidade de amido proveniente do milho ou de outros cereais, sem alterar a concentração energética da ração, óleos ou gorduras são adicionados. No entanto, os níveis de inclusão são baixos, com máximo de 4%, por razões de custo e qualidade de pellet.

1.3 Definição da glicerina

Com a produção de biodiesel vem crescendo a oferta de glicerina no mercado, obtida por reação de transesterificação catalítica dos triacilglicerois de diferentes oleaginosas (Figura 1), assim como de óleo utilizado em frituras e de gordura animal, na presença de metanol ou etanol, durante a produção do biodiesel (Expedito, 2003). A glicerina é o principal coproduto gerado na produção de biodiesel (Figura 2) e, aproximadamente, 10% do volume total de biodiesel produzido correspondem à glicerina (Dasari et al., 2005).

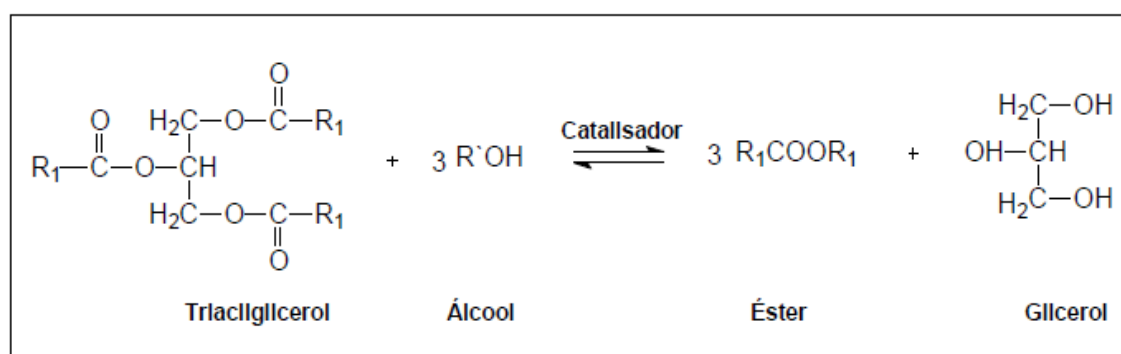


Figura 1 – Representação esquemática da reação de transesterificação.

Fonte: Morin et al. (2007).

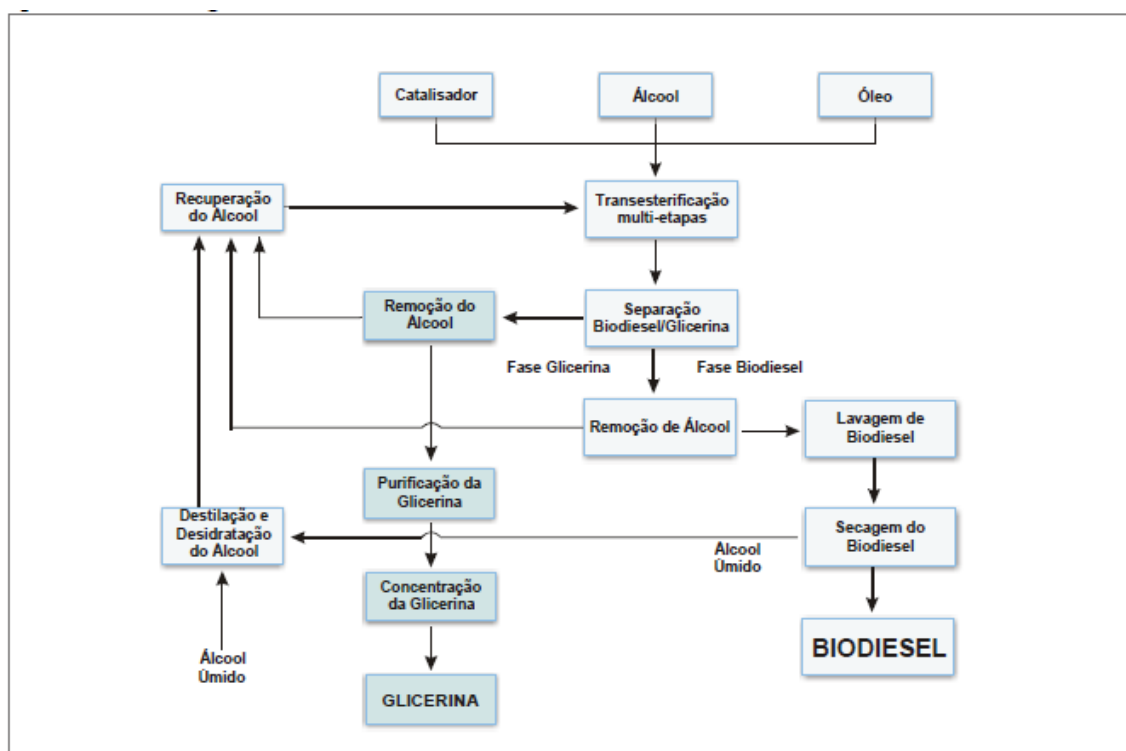


Figura 2 – Diagrama da obtenção do biodiesel e da glicerina.

Fonte: Parente (2003).

Antes de tudo, é importante esclarecer a diferença entre os termos glicerol e glicerina. O termo glicerol aplica-se, geralmente, ao composto puro, ou seja, ao 1,2,3-propanotriol, enquanto o termo glicerina aplica-se aos produtos comerciais que contenham 95%, ou mais, de glicerol na sua composição (Felizardo et al., 2006).

O glicerol, na sua forma pura, apresenta-se como um líquido viscoso, incolor, inodoro e higroscópico, com sabor doce, solúvel em água e álcool, insolúvel em éter e em clorofórmio (Rivaldi et al., 2008). O glicerol bruto apresenta-se na forma de líquido viscoso pardo escuro, que contém quantidades variáveis de sabão, álcool (metanol ou etanol), monoacilglicerol, diacilglicerol, oligômeros de glicerol, polímeros e água (Ooi et al., 2004). A glicerina obtida na transesterificação pode sofrer apenas uma neutralização ácida e ser enviada para armazenamento. Contudo, se não existir escoamento para a glicerina tal qual ela é recuperada do processo de produção do biodiesel, ou se não for economicamente atrativa sua venda, pode ser necessário proceder a sua purificação (Felizardo et al., 2006). Esse processo de purificação envolve a recuperação dos sais presentes na glicerina para posterior utilização como fertilizantes, e a recuperação do álcool e da água por evaporação, de forma a produzir uma glicerina com 80 a 88% de glicerol (Felizardo, 2003).

1.4 Produção mundial e nacional de glicerina

Até 2003, a produção mundial de glicerina era inferior a um milhão de toneladas/ano. Para 2010, a estimativa é de 2,5 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 é superior ao que pode absorver o mercado tradicional da glicerina, que não passa das 30 mil toneladas/ano (ABIQUIM, 2007).

1.5 Tipos de glicerina

Atualmente, as empresas produtoras de biodiesel têm trabalhado com fontes de gordura de origem vegetal, o óleo de soja, e de origem animal, a gordura de frango. Além disso, pode-se realizar a associação destas duas fontes, produzindo, desta forma, a glicerina mista. As glicerinas diferenciam-se pelo grau do processamento industrial, na forma bruta (alto conteúdo de ácidos graxos) ou semipurificada, a qual apresenta baixo conteúdo de ácidos graxos.

As características físicas, químicas e nutricionais da glicerina bruta dependem do tipo de ácido graxo (gordura animal ou óleo vegetal) e do tipo de catálise empregada na produção de biodiesel. Segundo Lammers et al. (2008), a glicerina bruta possui 86,95% de glicerol; 9,22% de umidade; 0,028% de metanol; 0,41% de proteína bruta; 0,12% de gordura; 3,19% de matéria mineral; 1,26% de sódio; 1,86% de potássio e 3.625 kcal/kg de energia bruta.

Segundo Südekum (2008), a glicerina pode apresentar teores variáveis de glicerol, água, metanol e ácidos graxos, sendo classificada como de baixa pureza (50 a 70% de glicerol), média pureza (80 a 90% de glicerol) e de alta pureza (acima de 99% de glicerol). De acordo com os autores, a glicerina de baixa pureza possui 26,8% de água, 63,3% de glicerol e 26,7% de metanol, e a de média pureza, 1,1% de água, 85,3% de glicerol e 0,04% de metanol, e ambas podem ser aproveitadas na alimentação animal.

1.6 Metabolismo do glicerol

O glicerol é um componente estrutural importante dos triacilgliceróis e fosfolípidios. É o precursor para o gliceraldeído-3-fosfato, um intermediário na via da

lipogênese e gliconeogênese, e fornece energia através da via glicolítica e do ciclo do ácido cítrico (Brisson et al., 2001). O glicerol pode ser convertido à glicose pelo fígado (Krebs et al., 1966) e rins (Krebs & Lund, 1996) e fornece energia para o metabolismo celular. Durante a digestão, os triacilglicerois são hidrolisados pela lipase pancreática para formar ácidos graxos livres e glicerol (Brody, 1994). O glicerol resultante é solúvel em água e entra livremente na veia porta (Sambrook, 1980).

Uma vez absorvido, o glicerol pode ser convertido à glicose (Emmanuel et al., 1983) via gliconeogênese ou oxidado para a produção de energia via glicólise e ciclo do ácido cítrico (Rosebrough et al., 1980), que podem contar com 60% do destino metabólico do glicerol em condições basais (Robergs & Griffin, 1998). Antes que possa entrar na glicólise ou gliconeogênese (dependendo das condições fisiológicas), precisa ser convertido em gliceraldeído-3-fosfato. Como fonte de energia, o glicerol pode também ser oxidado rendendo 18,5 moles de ATP/mol.

Outra característica é seu papel como osmorregulador, importante mecanismo que ocorre nas células como reação a fatores ambientais, como por exemplo, o aumento da pressão osmótica (Arruda et al., 2007). Assim, em resposta a estas alterações e como forma de manutenção da estabilidade celular, esta responde por meio de mecanismos de osmorregulação, como no caso a produção de glicerol pela célula, o que acarreta em diminuição da permeabilidade da membrana e restabelecimento da atividade celular (Nevoight & Stahl, 1997; Rep et al., 1999).

Pelo pequeno tamanho molecular, o glicerol pode ser facilmente absorvido no intestino dos animais; é passivamente absorvido, ao invés de formar micela, como os ácidos graxos de cadeia média e longa, com sais biliares (Guyton, 2002). Em tecidos adiposos, o glicerol 3-fosfato é obtido da dihidroxiacetona fosfato pela ação da enzima glicerol-3-fosfato desidrogenase (Leningher, 2006).

1.7 Glicerina na alimentação de animais não-ruminantes

O uso da glicerina na alimentação animal foi alvo de estudos no passado (Bernal et al., 1978; Wagner, 1994; Simon et al., 1996). Com o recente estímulo à produção de biodiesel, e a consequente disponibilidade de glicerina bruta, houve novo interesse no uso desse coproduto nas dietas. No entanto, Tyson et al. (2004) salientaram que o sal e as impurezas nos óleos reciclados e os reagentes usados na transesterificação são os principais problemas da glicerina oriunda do biodiesel, pois podem limitar o consumo.

A legislação norte-americana atribui à glicerina o status GRAS (geralmente reconhecido como seguro) para uso na alimentação animal. No entanto, uma regulamentação recente do Food and Drug Administration (FDA, 2006) indica que níveis de metanol superiores a 150 ppm na dieta podem ser considerados perigosos para a alimentação animal. Porém, um aspecto que deve ser salientado é que o potencial efeito prejudicial do metanol incorporado às rações pode ser desprezado quando a ração for peletizada, uma vez que a temperatura atingida na peletização é mais alta que a temperatura de vaporização do glicerol.

Lammers et al. (2008) avaliaram a toxicidade em suínos alimentados por 138 dias após o desmame com rações suplementadas com 5% ou 10% de glicerina bruta, a qual continha 3.200 ppm de metanol. Mesmo com nível elevado de metanol, os autores não encontraram nenhuma indicação de toxicidade, seja por sinais clínicos ou lesão macroscópica ou histológica no fígado, rins e olhos dos suínos. Groesbeck et al. (2008), avaliando os efeitos da inclusão de 3 e 6% de glicerina bruta (90,7% de glicerol e 136 ppm de metanol) e 6 e 12% de glicerina bruta associada com óleo de soja, sobre o desempenho de leitões na fase de creche, observaram efeito linear positivo no ganho de peso diário dos leitões que receberam glicerina bruta na dieta sem, no entanto, afetar o consumo diário de ração e a conversão alimentar.

Em frangos de corte, 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. Mais recentemente, Cerrate et al. (2006) avaliaram a inclusão de 5 e 10% de glicerina bruta, proveniente da produção do biodiesel (contendo alto nível residual de potássio), em rações de frangos de corte e relataram que o nível de 10% afetou negativamente o consumo de ração, o peso final e, conseqüentemente, a conversão alimentar dos frangos. Quanto às características de carcaça, o mesmo tratamento ainda reduziu o peso (absoluto e relativo à carcaça) do peito das aves.

Testando a inclusão de até 15% de glicerina bruta na dieta de galinhas poedeiras, Lammers et al. (2008b) não observaram qualquer efeito sobre o consumo de ração diário ou na produção de ovos, peso dos ovos e massa dos ovos produzidos. No entanto, Simon et al. (1996) e Cerrate et al. (2006) observaram que dietas contendo mais de 10% de glicerina influenciaram negativamente o crescimento e rendimento da carne de frangos de corte, o que pode ter ocorrido em função da fluidez da ração associado ao consumo de ração.

1.8 Utilização da glicerina para coelhos

Os estudos sobre a adição de glicerina na alimentação animal foram estimulados pela possibilidade de reduzir os custos da dieta pela grande oferta do produto no mercado mundial (Pinto et al., 2005). Além disso, o glicerol nela contido, por possuir elevado valor energético e sabor adocicado, torna-se uma alternativa promissora para substituir alimentos energéticos tradicionalmente utilizados nas dietas de coelhos, reduzindo o nível de amido da mesma e, conseqüentemente, os riscos de distúrbios digestivos, geralmente presentes do desmame até os 50 dias de idade dos animais.

A literatura mostra vários estudos utilizando glicerina para aves e suínos. No entanto, dados com coelhos são praticamente inexistentes, havendo a necessidade de experimentos com esta espécie animal, a fim de determinar o melhor nível de inclusão e tipo de glicerina na dieta.

O presente trabalho visou desenvolver estudos integrando os vários tipos de glicerina com a nutrição de coelhos, a fim de reduzir o nível de amido da dieta, além de converter os nutrientes presentes nesse coproduto agroenergético em fonte alimentar de qualidade.

Literatura Citada

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA - ABIQUIM. São Paulo, 2007. 1 CD ROM.
- ARRUDA, A.M.V.; LOPES, D.C.; FERREIRA, W.M. et al. Atividade microbiana cecal e contribuição nutricional da cecotrofia em coelhos alimentados com rações contendo diferentes fontes de fibra e níveis de amido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.891-902, 2003.
- ARRUDA, P.V.; RODRIGUES, R.C.L.B.; FELIPE, M.G.A. Glicerol: um subproduto com grande capacidade industrial e metabólica. **Revista Analytica**, n.26, p.56-62, 2007.
- BELLIER, R.; GIDENNE, T. Consequences of reduced fibre intake on digestion, rate of passage and caecal microbial activity in the young rabbit. **British Journal of Nutrition**, v.75, n.2, p.353-363, 1996.
- BENNEGADI, N.; GIDENNE, T.; LICOIS, L. Impact of fibre deficiency and health status on non-specific enteropathy of the growing rabbit. **Animal Research**, v.50, p.401-413, 2001.
- BERNAL, G.; GARZA, J.D.; VIANA, M. et al. Effect of inclusion of glycerol or vegetable oil in diets with molasses for growing pigs and poultry. **Veterinaria México**, v.9, p.91-94, 1978.
- BIODIESEL.BR. [2008]. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/glicerina/biodieselglicerina.htm>>. Acesso em: 04/08/2009.
- BLAS, E. **El almidón en la nutrición del conejo**: utilización digestiva e implicaciones prácticas. 1986. Thesis (Doctoral) - Universidad de Zaragoza, Spain, 1986.
- BLAS, E.; CERVERA, C.; FERNANDEZ CARMONA, J. Effect of two diets with varied starch and fibre levels on the performance of 4-7 weeks old rabbits. **World Rabbit Science**, v.2, p.117-121, 1994.
- BLAS, E.; GIDENNE, T. Digestion of starch and sugars. In: DE BLAS, C.; WEISEMAN, J. (Ed.) **The nutrition of rabbit**. Wallingford: CABI Publishing, 1998. p.17-38.
- BRISSON, D.; VOHL, M.C.; ST-PIERRE, J. et al. Glycerol: A neglected variable in metabolic processes? **Bioessays**, v.23, p.534-542. 2001.
- BRODY, T. **Nutritional biochemistry**. San Diego: Academic Press Inc, 1994. .
- CARABAÑO, R.; PIQUER, J. The digestive system of the rabbit. In: BLAS, C.; WEISEMAN, J. (Ed.) **The nutrition of the rabbit**. Wallingford: CABI Publishing, 1998. p.1-16.

- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.11, p.1001-1007, 2006.
- CHEEKE, P.R. **Alimentación y nutrición del conejo**. Zaragoza: Acribia, 1995.
- COLIN, M.; MAIRE, C.; VAISSAIRE, J. et al. Experimental study on replacement of crude fibre by mineral ballasts (sand and mica) in rabbit diets. **Recherche Médicales Vétérinaires**, v.152, p.457-465, 1976.
- DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis. A. General**, v.281, p.225-231, 2005.
- DE BLAS, J.C.; SANTOMÁ, G.; CARABAÑO, R. et al. Fiber and starch level in fattening rabbit diets. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1897-1904, 1986.
- DE BLAS, C.; WISEMAN, J. **The nutrition of the rabbit**. Cambridge: University Press - CAB International, 1998.
- EL-ADAWY, M.M. The influence of caecotomy on composition and excretion rate of soft and hard faeces, feed and water intake in rabbits. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6., 1996, Toulouse. **Proceedings...** Lempdes: Association Française de Cuniculture, 1996.p.145-149.
- EMMANUEL, B.; BERZINS,R.; ROBBLEE, A.R. Rates of entry of alanine and glycerol and their contribution to glucose synthesis in fasted chickens. **British Poultry Science**, v.24, p.565-571, 1983.
- EXPEDITO, J.S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Salvador: Rede Baiana de Biocombustíveis, 2003.
- FARIA, H.G.; SCAPINELLO, C.; PERALTA, R.M. et al. Digestibilidade e desempenho de coelhos oriundos de quatro padrões de alimentação até a desmama alimentados com dietas contendo diferentes níveis de amido após a desmama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1172-1180, 2004.
- FDA - Code of Federal Regulations, Title 21, v.6, n.21, CFR582.1320, 2006.
- FELIZARDO, P.M.G. **Produção de biodiesel a partir de óleos usados de fritura**. Lisboa: Instituto Técnico, 2003.
- FELIZARDO, P.; CORREIA, M.J.N.; RAPOSO, I. et al. Production of biodiesel from waste frying oils. **Waste Management**, v.26, n.5, p.487-494, 2006.
- FERREIRA, W.M.; HERRERA, A.P.N.; SCAPINELLO, C. et al. Digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas simplificadas baseadas em forragens para coelhos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.451-458, 2007.
- GIDENNE, T. . Nutritional and antigenic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6., 1996, Toulouse. **Proceedings...** Lempdes: Association Française de Cuniculture, 1996. v.1, p.13-28.
- GROESBECK, C.N.; MCKINNEY, L.J.; DeROUCHEY, J.M. et al. Effect of crude glycerol on pellet mill production and nursery pig growth performance. **Journal of Animal Science**, v.85, suppl.1, p.201-202, 2008.
- GUYTON, A.C. **Tratado de fisiologia médica**. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2002.
- KREBS, H.A.; LUND, P. Formation of glucose from hexoses, pentoses, polyols and related substances in kidney cortex. **Biochemistry Journal**, v.98, p.210-214, 1996.
- KREBS, H.A.; NOTTON, B.M.; HEMS,R. Gluconeogenesis in mouse-liver slices. **Biochemistry Journal**, v.101, p.607-617, 1966.

- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; WEBER, T.E. et al. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.86, p.602-608, 2008.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.S. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal of Animal Science**, v.87, n.1, p.104-107, 2008b.
- LENINGHER, A.L. **Princípios de bioquímica**. 4.ed. São Paulo: Savier; 2006.
- MORIN, P.; HAMAD, B.; SAPALY, G. et al. Transesterification of rapeseed oil with ethanol. **Applied Catalysis. A. General**, v.330, p.69-76, 2007.
- NEVOIGT, E.; STAHL, U. Osmoregulation and glycerol metabolism in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. **FEMS Microbiology Reviews**, v.21, p.231-241, 1997.
- OOI, T.L.; YONG, K.C.; HAZIMAH, A.H. et al. Glycerol residue – a rich source of glycerol and medium chain fatty acids. **Journal of Oleo Science**, v.53, n.1, p.29-33, 2004.
- PARENTE, E.J. de S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Editora: Fortaleza: Unigráfica, 2003.
- PINTO, A.C.; GUARIEIRO, L.L.N.; RESENDE, M.J.C. et al. Biodiesel: an overview. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.16, n.6, p.1313-1330, 2005.
- REP, M.; ALBERTYN, J.; THEVELEIN, J.M. et al. Different signaling pathways contribute to the control of GPD1 gene expression by osmotic in *Saccharomyces cerevisiae*. **Microbiology**, v.145, p.715-727, 1999.
- RIVALDI, J.D.; SARROUH, B.F.; FIORILO, R. et al. Estratégias biotecnológicas para o aproveitamento do glicerol gerado da produção de biodiesel. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, v.37, p.44-51, 2008.
- ROBERGS, R.A.; GRIFFIN, S.E. Glycerol: biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. **Sports Medicine**, v.3, p.145-167, 1998.
- ROSEBROUGH, R.W.; GEIS, E.; JAMES, P. et al. Effects of dietary energy substitutions on reproductive performance, feed efficiency and lipogenic enzyme activity on large white turkey hens. **Poultry Science**, v.59, p.1485-1492, 1980.
- SAMBROOK, I.E. Digestion and absorption of carbohydrate and lipid in the stomach and the small intestine of the pig. In: LOW, A. G; PARTRIDGE, I. G. (Ed.) **Current concepts of digestion and absorption in pigs**. Reading: Natl. Inst. Res. Dairying, 1980. p.78-93.
- SIMON, A.; BERGNER, H.; SCHWABE, M. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v.49, n.2, p.103-112, 1996.
- SÜDEKUM, K.H. Co-products from biodiesel production. In: GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J. (Ed.) **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, 2008. p.210-219.
- TYSON, K.S.; BOZELL, J.; WALLACE, R. et al. **Biomass oil analysis: research needs and recommendations**. Colorado: Technical Report National Renewable Energy Laboratory Golden, [2004]. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/34796.pdf>> Acesso em: 29/08/2009.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Feed situation and outlook yearbook: FDS-2007**. Washington, DC, [2007].
- WAGNER, H. Glycerol in animal feeding: a byproduct of alternative fuel production. **MühleMischfüttertechnik**, v.131, p.621-622, 1994.

II – OBJETIVOS GERAIS

Diante do exposto, os objetivos deste trabalho foram:

- a) determinar a composição química das glicerinas brutas e semipurificadas, vegetal e mista;
- b) determinar o valor nutritivo das glicerinas, por meio de ensaio de digestibilidade, para coelhos em crescimento;
- c) estabelecer o melhor nível de inclusão de glicerina em dietas para coelhos;
- d) avaliar peso de carcaça e cortes comerciais, características da carne nos seus aspectos de retenção de água, perdas por cozimento, relação carne/osso, proteína bruta, matéria seca, cinzas e lipídios.

III – Avaliação nutritiva da glicerina bruta vegetal e mista na dieta de coelhos em crescimento

RESUMO - Este trabalho teve por objetivos determinar a composição química da glicerina bruta vegetal e mista, oriundas da produção de biodiesel, a energia digestível e avaliar diferentes níveis de inclusão nas dietas de coelhos. No ensaio de digestibilidade foram utilizados 108 coelhos Nova Zelândia Branco, com 45 dias de idade, distribuídos ao acaso em nove tratamentos, sendo uma ração referência mais oito dietas teste em que as glicerinas foram incluídas nos níveis de 4, 8, 12 e 16%, substituindo o volume da ração referência. No ensaio de desempenho foram utilizados 180 coelhos da mesma raça, com 32 dias de idade inicial, distribuídos, ao acaso, em nove tratamentos com rações contendo níveis crescentes de cada glicerina (0, 3, 6, 9 e 12%) e dez repetições com dois animais por unidade experimental. A glicerina bruta vegetal e a glicerina bruta mista apresentaram energia digestível de 5.099 e 4.953 kcal/kg MS. Apesar do consumo de ração ter decrescido linearmente com a inclusão crescente de ambos os tipos de glicerina nos dois períodos avaliados, de 32 a 50 e de 32 a 70 dias de idade, os prejuízos no desempenho ocorreram apenas com a inclusão da glicerina bruta vegetal com redução linear no peso vivo aos 50 e 70 dias e no ganho de peso diário nos períodos de 32 a 50 e de 32 a 70 dias. O maior ganho de peso diário observado para os animais que receberam as dietas contendo glicerina bruta mista permitiu a obtenção dos melhores índices de conversão alimentar e, conseqüentemente, o menor custo de ração por kg de peso vivo ganho. A inclusão de até 12% de glicerina bruta mista permitiu desempenho dos animais, até os 50 dias de idade, semelhante ao da dieta testemunha, ao contrário da glicerina bruta vegetal em que inclusões superiores a 6% na dieta resultaram em pior desempenho em relação aos obtidos com a dieta testemunha. No período total do experimento, não foram observadas diferenças no peso vivo e ganho de peso diário dos animais alimentados com ambas as glicerinas. O peso de carcaça e dos cortes comerciais reduziu linearmente com a inclusão de ambas as glicerinas, com valores mais baixos em relação à testemunha apenas para os dois níveis mais altos de inclusão das glicerinas. Não foram observados prejuízos nas características da carcaça. Para as glicerinas utilizadas neste trabalho, conclui-se que a glicerina bruta mista pode ser incluída até o nível máximo estudado (12%), enquanto a glicerina bruta vegetal até 6% na dieta de coelhos em crescimento.

Palavras-chave: coelhos, coproduto do biodiesel, energia digestível, níveis de inclusão

Nutritive evaluation of vegetal and mixed crude glycerin in the diet of growing rabbits

ABSTRACT - The goals of this study were to determine the chemical composition of vegetal and mixed crude glycerin, from biodiesel production, as well as to determine the digestible energy and evaluate different inclusion levels in rabbit feeding. In the digestibility assay, 108 New Zealand White rabbits were used, 45 days old, assigned in a completely randomized design into nine treatments, one reference diet plus eight test diets, where the glycerines were included at levels of 4, 8, 12 and 16%, replacing the reference diet volume. In the performance assay, 180 New Zealand White rabbits were utilized, 32 days old, distributed in a completely randomized design into nine treatments, with diets containing increasing levels of the glycerines (0, 3, 6, 9 and 12%) and 10 replications with two animals per experimental unit. The vegetal and mixed crude glycerin showed digestible energy of 5,099 and 4,953 kcal/kg DM, respectively. Despite of feed intake having decreased linearly with the increased inclusion of both kinds of glycerin, the two evaluated periods, from 32 to 50 and 32 to 70 days of age, the reduced performance occurred only with the inclusion of vegetal crude glycerin with linear reduction of live weight at 50 and 70 days and daily weight gain in the periods from 32 to 50 and 32 to 70 days. The higher daily weight gain observed to the animals fed with diets containing mixed crude glycerin allowed to obtain better feed conversion and, consequently, lower cost per kg of live weight gain. The inclusion of mixed crude glycerin up to 12% allowed similar performance of the animals to the reference diet until 50 days, in contrast to the vegetal crude glycerin, where inclusions over 6% in the diet resulted in worst performance in relation to those obtained with the control diet. In the total period, differences were not observed on live weight gain and daily weight gain of animals fed with both glycerines. Carcass and retail cuts weight linearly reduced with the inclusion of both glycerines, with lower values in relation to the control diet only to the two higher levels of glycerin inclusion. Losses were not observed to carcass characteristics. To the glycerines used in this work, it is concluded that the mixed crude glycerin can be included up to the maximum level studied (12%), while the vegetal one until 6% in the diet of growing rabbits.

Key Words: biodiesel coproduct, digestible energy, inclusion level, rabbits

Introdução

O peculiar sistema digestório do coelho tem permitido a inclusão de inúmeros coprodutos agroindustriais nas dietas desta espécie (Mateos & Vidal, 1996), pois, diferentemente da maioria dos animais não-ruminantes, o ceco do coelho é funcional. A inclusão de cereais na alimentação desses animais, na fase de crescimento, especialmente até os 50 dias de idade, impõe limitações no balanceamento de rações completas, especialmente a fração amilácea, visto que a atividade enzimática específica para a digestão deste componente pelo animal aumenta com a idade.

Muitas pesquisas na área de nutrição animal têm sido direcionadas com o objetivo de avaliar fontes alimentares alternativas, visando, principalmente, ao conhecimento de seu valor nutritivo e a otimização do seu uso nas rações. Com a indústria do biodiesel, surge como coproduto a glicerina, obtida por reação de transesterificação catalítica dos triacilgliceróis de diferentes oleaginosas, assim como de óleo de fritura usado e de gordura animal na presença de metanol ou etanol (Expedito, 2003), e que representa, aproximadamente, 10% do volume total de biodiesel (Dasari et al., 2005). As glicerinas diferenciam-se pelo grau do processamento industrial, onde a glicerina bruta apresenta alto conteúdo de ácidos graxos e resíduos, como sódio e potássio, ao contrário da semipurificada.

Os estudos sobre a adição de glicerina na alimentação animal foram estimulados pela possibilidade de reduzir os custos da dieta pela grande oferta do produto no mercado mundial (Pinto et al., 2005). Além disso, o glicerol nela contido, por possuir elevado valor energético e sabor adocicado, incluindo a quantidade considerável de ácidos graxos, torna-se uma alternativa promissora para substituir alimentos energéticos tradicionalmente utilizados nas dietas de coelhos, reduzindo o nível de amido e, conseqüentemente, os riscos de distúrbios digestivos, geralmente presentes do desmame até os 50 dias de idade dos animais. No entanto, Tyson et al. (2004) observaram que o sódio e as impurezas nos óleos reciclados e os reagentes usados na transesterificação são os principais problemas da glicerina oriunda do biodiesel, pois podem limitar o consumo de ração.

O presente trabalho teve por objetivos determinar a composição química da glicerina bruta vegetal e bruta mista, oriundas da produção de biodiesel, assim como, determinar a energia digestível e avaliar diferentes níveis de inclusão na dieta sobre o

desempenho, cortes comerciais e características quali-quantitativas da carcaça de coelhos em crescimento.

Material e Métodos

Dois experimentos, um ensaio de digestibilidade e outro de desempenho, foram conduzidos no Setor de Cunicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Estado do Paraná, nos meses de abril e outubro/novembro de 2009, respectivamente.

Para o ensaio de digestibilidade, foram utilizados 108 coelhos, metade machos e metade fêmeas, com 45 dias de idade, da raça Nova Zelândia Branco, alojados, individualmente, em gaiolas de metabolismo, providas de bebedouro automático tipo chupeta, comedouro semi-automático de chapa galvanizada e dispositivo para coleta de fezes. As gaiolas estavam instaladas em galpão de alvenaria, com cobertura de telha de fibro-amianto, pé direito de 3,8m, piso de alvenaria, paredes laterais de 0,3m em alvenaria e o restante em tela e cortina de plástico para controle de ventos.

As glicerinas utilizadas foram fornecidas pela empresa Biopar, de Rolândia - PR, e suas composições químicas são apresentadas na Tabela 1. Para obtenção da glicerina bruta vegetal, obtida da produção de biodiesel, foi utilizado o óleo de soja e para a glicerina bruta mista, a associação de óleo de soja com gordura animal.

Tabela 1 – Composição química da glicerina bruta vegetal e mista, com base na matéria seca

Parâmetro	Glicerina Bruta Vegetal	Glicerina Bruta Mista
Matéria seca ¹ , %	97,46	94,55
Cinzas ¹ , %	4,58	4,89
Ácidos graxos totais ² , %	23,30	21,50
Glicerol ² , %	54,59	68,37
Energia bruta ¹ , kcal/kg	5.586	5.552
Sódio ² , %	1,66	2,10
Cloro ² , %	0,47	0,37
Potássio ² , %	0,17	0,02
Cálcio ² , %	0,08	0,09
Fósforo ² , %	0,21	0,18
Proteína bruta ¹ , %	0,05	0,05

¹Análises realizadas no LANA.

²Análises realizadas no Laboratório de Química da UEM.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com nove tratamentos, sendo uma dieta referência (Tabela 2) e oito dietas testes, em que a glicerina bruta vegetal e bruta mista foram incluídas nos níveis de 4, 8, 12 e 16% em substituição à matéria natural (MN) da dieta referência, com 12 repetições.

Tabela 2 – Composição percentual e química da dieta referência utilizada no ensaio de digestibilidade

Ingrediente	Ração Referência (%)
Milho moído	21,85
Feno de capim estrela	25,60
Feno de alfafa	15,00
Farelo de trigo	23,38
Farelo de soja	12,00
Calcário calcítico	0,60
Fosfato bicálcico	0,40
Sal comum	0,40
Suplemento mineral+vitamínico ¹	0,50
DL-Metionina	0,06
L-Lisina HCl	0,15
Coccidiostático ²	0,06
Nutriente	Composição na % MS
Amido ³	21,00
Energia bruta, kcal/kg ⁴	2.450
Energia digestível, kcal/kg	2.375
Fibra em detergente neutro ⁴	44,40
Fibra em detergente ácido ⁴	22,25
Proteína bruta ⁴	17,25
Cálcio	0,75
Fósforo	0,50
Lisina	0,80
Metionina+cistina	0,60
Extrato etéreo ⁴	2,75

¹Nuvital, composição por kg do produto: vit. A - 600.000 UI; vit. D - 100.000 UI; vit. E - 8.000 mg; vit. K3 - 200 mg; vit. B1 - 400 mg; vit. B2 - 600 mg; vit. B6 - 200 mg; vit. B12 - 2.000 mcg; ácido pantotênico - 2.000 mg; colina - 70.000 mg; Fe - 8.000 mg; Cu - 1.200 mg; Co - 200 mg; Mn - 8.600 mg; Zn - 12.000 mg; I - 64 mg; Se - 16 mg; Metionina - 120.000 mg; antioxidante -20.000 mg.

²Princípio ativo à base de robenidina (6,6%).

³Análise realizada pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos, de Campinas.

⁴Análises realizadas no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UEM.

O ensaio teve duração de 14 dias, sendo dez dias para adaptação às gaiolas e à ração e quatro dias para a coleta de fezes, segundo o Método de Referência Europeu para experimento de digestibilidade “in vivo” (Perez et al., 1995). Durante todo o experimento, os animais foram alimentados à vontade e tiveram livre acesso à água.

As fezes de cada animal foram coletadas, na sua totalidade, uma vez ao dia, no período da manhã, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer à

temperatura de -10°C . Posteriormente, as fezes de cada animal foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55°C , durante 72h. Em seguida, após homogeneizadas, parte da amostra foi moída em moinho com peneira de 1,0 mm para as análises de matéria seca, de acordo com Silva & Queiroz (2002). Os valores de energia bruta foram determinados por meio de calorímetro adiabático (Parr Instrument Co. AC720), segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

A matéria seca digestível e energia digestível das glicerinas foram obtidas aplicando-se o método de Matterson et al. (1965) e o método de regressão de Adeola & Ileleji (2009).

No experimento de desempenho, foram utilizados 180 coelhos da raça Nova Zelândia Branco, machos e fêmeas, no período de 32 a 70 dias de idade, alojados em gaiolas de arame galvanizado, providas de bebedouro automático e comedouro semi-automático de chapa galvanizada, localizadas em galpão de alvenaria, com cobertura de telha francesa, pé direito de 3,2m, piso de alvenaria, paredes laterais de 0,5m de alvenaria e o restante em tela e cortina de plástico para controle de ventos. A temperatura mínima média foi de $19,7^{\circ}\text{C}\pm 2,15$ e a máxima média de $25,9^{\circ}\text{C}\pm 3,58$.

Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos e dez repetições, com dois animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma dieta testemunha, formulada de acordo com as exigências para coelhos em crescimento (De Blas & Wiseman, 1998) e outras oito dietas, incluindo a glicerina bruta vegetal e mista, nos níveis de 3, 6, 9 e 12% na ração (Tabela 3). As rações experimentais foram peletizadas a seco e, durante todo o experimento, os animais foram alimentados à vontade e tiveram livre acesso à água.

As rações e os animais foram pesados no início do experimento, aos 32 dias de idade, aos 50 dias e no final do experimento, aos 70 dias de idade. As características de desempenho avaliadas foram o peso vivo, ganho de peso diário, consumo de ração diário, conversão alimentar e custo por quilo de peso vivo ganho.

O abate dos animais foi realizado sem jejum prévio, com atordoamento e posterior corte da jugular. Foram avaliados, também, o peso da carcaça, dos quartos posteriores, lombo, membros anteriores, região tóraco-cervical, coração, fígado e rins. Para a determinação do peso da carcaça, considerou-se a carcaça quente com a cabeça e sem vísceras comestíveis (coração, fígado e rins).

Para a obtenção da relação carne/ossos, foram pesados, após a desossa, a carne e os ossos da perna traseira direita. Em seguida, a carne foi identificada, embalada em filme plástico e papel alumínio e congelada a -10°C para as análises de matéria seca e proteína

bruta, de acordo com Silva & Queiroz (2002) e lipídios, segundo Bligh & Dyer (1959), com mistura de metanol/clorofórmio. Retirou-se também o músculo *Longissimus dorsi*, do lado direito da carcaça, para determinar as perdas pelo cozimento, conforme metodologia de Piles et al. (2000).

Tabela 3 – Composição percentual e química das rações experimentais para coelhos, dos 32 aos 70 dias de idade

Ingrediente	RT	Glicerina Bruta Vegetal (%)				Glicerina Bruta Mista (%)			
		3	6	9	12	3	6	9	12
Milho moído	22,10	17,58	13,05	8,52	4,00	17,58	13,05	8,52	4,00
Glicerina	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00	3,00	6,00	9,00	12,00
Feno c. estrela	22,60	22,81	23,02	23,23	23,44	23,45	24,30	25,15	26,00
Feno de alfafa	15,00	15,50	16,00	16,50	17,00	15,50	16,00	16,50	17,00
Farelo de trigo	23,00	23,25	23,50	23,75	24,00	23,25	23,50	23,75	24,00
Farelo de soja	13,00	13,62	14,25	14,87	15,50	13,50	14,00	14,50	15,00
Calcário calcít.	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,74	0,67	0,60	0,54
Fosfato bicálc.	0,40	0,43	0,45	0,48	0,50	0,42	0,45	0,47	0,50
Sal comum	0,40	0,37	0,35	0,32	0,30	0,37	0,35	0,33	0,30
Supl. Min+Vit ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-Metionina	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10
L-Lisina HCl	0,05	0,04	0,03	0,02	0,00	0,04	0,03	0,02	0,00
Coccidiostático ²	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Óleo de soja	2,00	1,50	1,00	0,50	0,00	1,50	1,00	0,50	0,00
Inerte	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nutriente	Composição calculada com base na % MS								
Amido ³	21,10	18,95	16,80	13,60	10,40	18,20	15,30	12,45	9,60
ED, kcal/kg	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
FDN ⁴	42,00	42,40	42,75	43,75	44,75	43,90	45,75	45,30	44,90
FDA ⁴	20,00	22,00	24,00	23,90	23,80	21,60	23,25	23,20	23,15
PB	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Cálcio	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Lisina	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Met+Cis	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Extrato etéreo ⁴	4,50	4,75	5,05	5,50	5,95	4,80	5,10	5,15	5,25
Sódio	0,19	0,23	0,26	0,30	0,34	0,24	0,29	0,35	0,40
Cloro	0,42	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Potássio	1,13	1,15	1,17	1,19	1,20	1,15	1,17	1,20	1,22
BCAD	25,40	27,94	29,76	32,00	34,00	28,37	31,06	34,44	37,12
Custo/kg (R\$)	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,58	0,57	0,56	0,55

RT: ração testemunha; ED: energia digestível; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; PB: proteína bruta; BCAD: balanço cátion-aniónico da dieta (meq/kg).

¹Nuvital, composição por kg do produto: vit. A - 600.000 UI; vit. D - 100.000 UI; vit. E - 8.000 mg; vit. K3 - 200 mg; vit. B1 - 400 mg; vit. B2 - 600 mg; vit. B6 - 200 mg; vit. B12 - 2.000 mcg; ácido pantotênico - 2.000 mg; colina - 70.000 mg; Fe - 8.000 mg; Cu - 1.200 mg; Co - 200 mg; Mn - 8.600 mg; Zn - 12.000 mg; I - 64 mg; Se - 16 mg; Metionina - 120.000 mg; antioxidante -20.000 mg.

²Princípio ativo à base de robenidina (6,6%).

³Análise realizada pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos, de Campinas.

⁴Análises realizadas no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UEM.

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão de glicerina, utilizou-se a equação descrita por Bellaver et al. (1985), em que é calculado o custo médio da ração por quilograma de peso vivo ganho. Para calcular os custos das rações experimentais, foram utilizados os preços dos insumos da região de Maringá - PR, durante o mês de julho de 2010: gliceras, R\$ 0,04/kg; milho, R\$ 0,25/kg; farelo de soja, R\$ 0,54/kg; feno de capim estrela, R\$ 0,35/kg; feno de alfafa, R\$ 0,90/kg; óleo de soja, R\$ 1,77/kg; fosfato bicálcico, R\$ 1,82/kg; calcário, R\$ 0,22/kg; sal comum, R\$ 0,48/kg; DL-Metionina, R\$ 14,10/kg; L-lisina HCl, R\$ 6,30/kg; coccidiostático, R\$ 10,35/kg; suplemento vitamínico-mineral, R\$ 14,90/kg e inerte (areia), R\$ 0,05/kg.

Os resultados das variáveis estudadas no ensaio de desempenho foram analisados pelo programa estatístico SAEG (2007), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = b_0 + G_i + b_1N_j + b_2N_j^2 + FA + G_iN_j + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = variável medida na unidade experimental k, alimentada com dieta contendo o nível j e do tipo i de glicerina bruta vegetal ou mista;

b_0 = constante geral;

G_i = efeito dos tipos de glicerina i, sendo i_1 = glicerina bruta vegetal e i_2 = glicerina bruta mista;

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

N_j = nível de glicerina: $GBV_1 = 3$; $GBV_2 = 6$; $GBV_3 = 9$; $GBV_4 = 12$; $GBM_5 = 3$; $GBM_6 = 6$; $GBM_7 = 9$ e $GBM_8 = 12\%$ de inclusão;

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

FA = falta de ajuste do modelo de regressão;

G_iN_j = interação entre os tipos e níveis de glicerina;

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

O efeito dos níveis de inclusão de cada uma das gliceras nas dietas foi desdobrado em polinômios. Para a comparação dos resultados obtidos com a ração testemunha e aqueles obtidos com cada um dos níveis de inclusão de glicerina foi aplicado o teste de Dunnett ($P < 0,05$). As médias obtidas para cada glicerina foram comparadas pelo teste de F ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

Aplicando-se o Método de Adeola & Ileleji (2009), as equações de regressão para obtenção dos valores de energia digestível da glicerina bruta vegetal e da glicerina bruta mista foram, respectivamente, $Y = -1,6792 + 5098,5X$, $R^2 = 0,98$ e $Y = 4,1581 + 4953,1X$, $R^2 = 0,98$ (Figura 1), indicando que os valores de energia digestível para as glicerinas estudadas foram, respectivamente, 5.099 e 4.953 kcal/kg de matéria seca. Os coeficientes de digestibilidade da energia bruta para as glicerinas foram, respectivamente, de 91,27 e 89,22%.

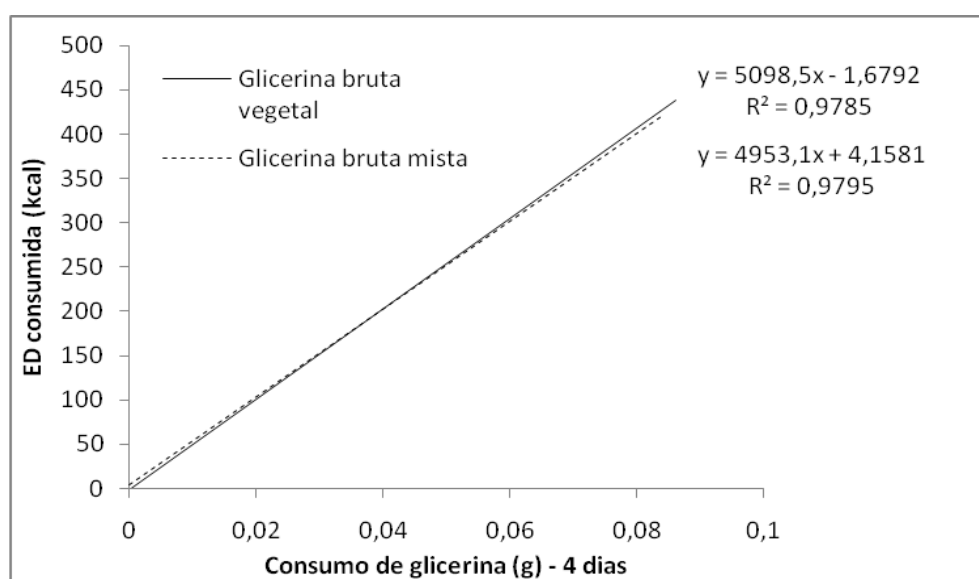


Figura 1 – Estimativa da energia digestível das glicerinas.

Para obtenção dos valores de matéria seca digestível, para ambas as glicerinas, as equações foram, respectivamente, $Y = -0,0871 + 87,769X$, $R^2 = 0,94$ e $Y = 0,0723 + 86,153X$, $R^2 = 0,98$ (Figura 2), mostrando que os valores de matéria seca digestível foram, respectivamente, 87,77 e 86,15%, e o coeficiente de digestibilidade da matéria seca de 90,06 e 91,12%, respectivamente.

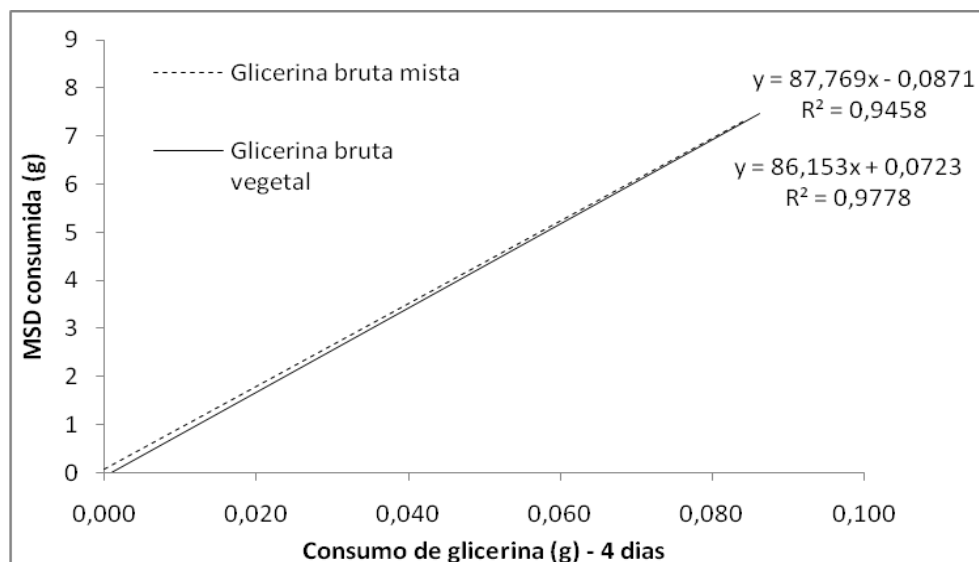


Figura 2 – Estimativa da matéria seca digestível das glicerinas.

Para coelhos em crescimento, a inclusão de glicerina tem como principal objetivo a substituição de parte do milho presente na dieta para evitar que grande quantidade de amido entre no ceco. O milho apresenta energia bruta de 3.925 kcal/kg (Rostagno et al., 2005) e coeficiente de digestibilidade da energia bruta para coelhos próximo a 100% (Blas & Gidenne, 1998). No entanto, apesar do elevado coeficiente de digestibilidade da energia deste cereal, as glicerinas brutas vegetal e mista avaliadas no presente trabalho, possuem maior valor energético, mesmo com menor coeficiente de digestibilidade, tornando-se matérias-primas em potencial para uso na alimentação desta espécie animal, pois proporcionam valores de energia digestível de 5.099 e 4.953 kcal/kg MS, respectivamente. Segundo Südekum (2008), as glicerinas avaliadas neste estudo podem ser consideradas como de baixa pureza, pois apresentam teor de glicerol entre 50 e 70% (Tabela 1).

Em relação ao desempenho dos coelhos, dos 32 aos 50 dias de idade (Tabela 4), alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerinas brutas vegetal e mista, foi verificada interação ($P < 0,05$) entre os tipos e níveis de glicerina incluídos nas dietas apenas para o peso vivo aos 50 dias de idade e o ganho de peso diário, dos 32 aos 50 dias de idade.

Tabela 4 – Médias estimadas das características de desempenho e custo da ração por quilo de ganho de peso vivo de coelhos alimentados, dos 32 aos 50 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta vegetal (GBV) e mista (GBM)

Glicerina (%)	PV 50 (g)			GPD 32-50 (g)			CRD 32-50 (g)			CA 32-50			Custo/kg GP 32-50		
	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média
RT	1497			39,42			112,14			2,87			1,69		
3	1445	1468	1456	36,53	37,83	37,18	114,46	107,31	110,88	3,21	2,86	3,03	1,85	1,66	1,75
6	1506	1454	1480	39,88	37,03	38,46	112,84	108,76	110,80	2,84	2,94	2,89	1,62	1,68	1,65
9	1404*	1482	1443	34,27*	38,58	36,42	107,23	109,43	108,33	3,18	2,86	3,02	1,79	1,60	1,69
12	1391*	1471	1431	33,52*	38,00	35,76	101,81	104,68	103,24*	3,11	2,78	2,94	1,71	1,56	1,63
Média	1436 ^b	1469 ^a		36,05 ^b	37,86 ^a		109,08	108,47		3,08 ^b	2,86 ^a		1,74 ^b	1,62 ^a	
Interação	**			**			ns			ns			ns		
Regressão	Linear		ns	Linear		ns	Linear			ns			ns		
CV	6,58			12,35			9,02			13,24			12,95		

RT: ração testemunha; PV50: peso vivo 50 dias; GPD 32-50: ganho de peso diário 32-50 dias; CRD 32-50: consumo de ração diário 32-50 dias; CA 32-50: conversão alimentar 32-50 dias; Custo/kg GP32-50: custo das rações, em reais, para cada quilo de ganho de peso dos 32 aos 50 dias de idade dos animais; CV: coeficiente de variação

Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de F (P<0,05).

*Diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05).

**Interação significativa (P<0,05).

ns= não significativo.

PV 50: $Y = 1500,69 - 8,7112X$, $R^2 = 0,44$.

GPD 32-50: $Y = 39,6330 - 0,4839X$, $R^2 = 0,44$.

CRD 32-50: $Y = 114,5227 - 0,8358X$, $R^2 = 0,83$.

A adição crescente apenas da glicerina bruta vegetal reduziu linearmente ($P < 0,05$) o peso vivo e o ganho de peso diário dos animais. Apesar do consumo de ração também ter decrescido linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão crescente de ambos os tipos de glicerina, os prejuízos no desempenho ocorreram apenas com a inclusão da glicerina bruta vegetal. Possivelmente, esses resultados sejam devido a maior quantidade de glicerol apresentada pela glicerina bruta mista em relação à bruta vegetal, o que permitiu maior aporte energético metabólico.

Apesar destes resultados, observa-se que os animais submetidos às dietas com inclusão de 9 e 12% de glicerina bruta vegetal apresentaram peso vivo e ganho de peso diário inferiores ($P < 0,05$) àqueles obtidos com os animais alimentados com a dieta testemunha. Também foi observado que o peso vivo e o ganho de peso diário dos animais alimentados com a glicerina bruta mista foram melhores em relação aos alimentados com a glicerina bruta vegetal, possivelmente em virtude da maior quantidade de glicerol presente na glicerina bruta mista.

Para o consumo diário de ração, observou-se que os animais alimentados com 12% de glicerina na dieta tiveram consumo inferior ($P < 0,05$) em relação aos animais alimentados com a dieta testemunha. Apesar de as rações com inclusão de glicerina terem sido formuladas com adição decrescente de sal comum, isso não foi suficiente para evitar o excesso de sódio nas dietas, uma vez que as glicerinhas possuem grande quantidade deste mineral em sua composição (Tabela 2). Neste caso, os animais com 12% de inclusão de glicerina na dieta foram os que mais sentiram esse efeito. Além do excesso de sódio, notou-se piora na qualidade dos pellets com a adição de 12% das glicerinhas nas dietas.

O maior ganho de peso diário observado para os animais que receberam as dietas contendo glicerina bruta mista permitiu a obtenção dos melhores índices de conversão alimentar ($P < 0,05$) e, conseqüentemente, o menor custo de ração por kg de peso vivo ganho neste período ($P < 0,05$), uma vez que não houve alteração no consumo de ração entre os tipos de glicerina utilizados. Isso mostra que a glicerina bruta mista foi mais eficiente em relação à bruta vegetal, por razões já explicadas anteriormente.

Tanto para a conversão alimentar quanto para o custo de ração por kg de peso vivo ganho, não foram observadas diferenças ($P < 0,05$) com a adição crescente de ambas as glicerinhas na dieta. No entanto, houve melhor índice de conversão alimentar e menor custo por kg para os animais alimentados com a glicerina bruta mista, uma vez que o consumo de ração não diferiu entre os tipos de coproduto utilizados, porém o ganho de

peso diário foi maior para os animais que consumiram as dietas com glicerina bruta mista.

Groesbeck et al. (2008), testando níveis de 3, 6 e 12% de glicerina bruta em dietas para leitões na fase de creche, obtiveram aumento no consumo de ração, o que não foi verificado no presente trabalho. Já Lammers et al. (2007), incluindo 5 e 10% de glicerina bruta na dieta de leitões na fase de creche, não observaram qualquer efeito no desempenho dos animais.

No presente estudo, a inclusão de até 12% de glicerina bruta mista permitiu desempenho dos animais, até os 50 dias de idade, semelhante ao da dieta testemunha, ao contrário da glicerina bruta vegetal. A grande quantidade de sódio presente nas glicerinias (Tabela 1) pode ter sido a causa da redução linear do consumo de ração dos animais. Além disso, com a adição de 12% de ambas as glicerinias na dieta, foi verificada piora na qualidade dos pellets da ração. Por isso, Menten et al. (2008), avaliando o farelo de soja suplementado com 10% de glicerina (81,47% de glicerol e 2,40% de sódio) na dieta de frangos de corte, recomendam devidos ajustes nutricionais, em termos de energia, aminoácidos e sódio, para que a mesma possa ser utilizada durante o período de criação, sem afetar o desempenho das aves.

As variáveis de desempenho dos coelhos, durante o período total do experimento, dos 32 aos 70 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão das glicerinias brutas vegetal e mista, são apresentadas na Tabela 5.

Da mesma forma que o observado para o período de 32 a 50 dias de idade, foi verificada interação ($P < 0,05$) entre níveis e tipos de glicerina apenas para o peso vivo aos 70 dias e ganho de peso diário no período total do experimento, de 32 a 70 dias de idade. A adição crescente apenas da glicerina bruta vegetal reduziu linearmente ($P < 0,05$) o peso vivo aos 70 dias e o ganho de peso diário dos 32 aos 70 dias de idade.

Apesar do consumo de ração também ter decrescido linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão crescente de ambos os tipos de glicerina, os prejuízos no desempenho ocorreram apenas com a inclusão da glicerina bruta vegetal, o que provavelmente está ligado à menor quantidade de glicerol presente neste tipo de glicerina. Aplicando-se o teste de Dunnett, o peso vivo aos 70 dias, para a dieta com inclusão de 9% de glicerina bruta vegetal, e o ganho de peso diário, dos 32 aos 70 dias de idade, para as dietas com inclusão de 9% e 12% de glicerina bruta vegetal, apresentaram valores inferiores ($P < 0,05$) àqueles obtidos com os animais alimentados com a dieta testemunha.

Tabela 5 – Médias estimadas das características de desempenho e custo da ração por quilo de ganho de peso vivo de coelhos alimentados, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta vegetal (GBV) e mista (GBM)

Glicerina (%)	PV 70 (g)			GPD 32-70 (g)			CRD 32-70 (g)			CA 32-70			Custo/kg GP 32-70		
	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média
RT	2079			34,00			123,13			3,65			2,15		
3	2044	2052	2048	33,06	33,29	33,17	126,25	120,38	123,31	3,85	3,63	3,74	2,23	2,11	2,17
6	2088	2029	2058	34,24	32,67	33,45	122,71	118,78	120,74	3,59	3,66	3,62	2,05	2,08	2,06
9	1974*	2059	2016	31,24*	33,47	32,35	119,13	119,85	119,49	3,85	3,61	3,73	2,16	2,02	2,09
12	1978	2045	2011	31,33*	33,11	32,22	111,33	113,68	112,50*	3,59	3,46	3,52	1,97	1,94	1,95*
Média	2021	2046		32,47	33,13		119,85	118,17		3,72 ^b	3,59 ^a		2,10 ^b	2,04 ^a	
Interação	**			**			ns			ns			ns		
Regressão	Linear	ns		Linear	ns		Linear			ns			Linear		
CV	5,94			9,68			6,39			9,57			9,56		

RT: ração testemunha; PV70: peso vivo 70 dias; GPD 32-70: ganho de peso diário 32-70 dias; CRD 32-70: consumo de ração diário 32-70 dias; CA 32-70: conversão alimentar 32-70 dias; Custo/kg GP32-70: custo das rações, em reais, para cada quilo de ganho de peso dos 32 aos 70 dias de idade dos animais; CV: coeficiente de variação

Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de F (P<0,05).

*Diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05).

**Interação significativa (P<0,05).

ns= não significativo.

PV 70: $Y = 2097,34 - 10,2525X$, $R^2 = 0,53$.

GPD 32-70: $Y = 34,4750 - 0,2698X$, $R^2 = 0,53$.

CRD 32-70: $Y = 127,3094 - 1,1137X$, $R^2 = 0,88$.

Custo/kg GP 32-70: $Y = 2,2222 - 0,0203X$, $R^2 = 0,83$.

Embora as dietas com inclusão de 9 e 12% de inclusão de glicerina bruta vegetal tenham proporcionado pior ganho de peso diário dos animais, em relação àqueles que consumiram a dieta testemunha, comparando os dois tipos de glicerinas, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no peso vivo e ganho de peso durante o período total do experimento para os animais alimentados com as duas glicerinas brutas, vegetal e mista.

Para o consumo de ração diário, aplicando-se o teste de Dunnett ($P<0,05$), apenas os animais alimentados com 12% de glicerina na dieta tiveram consumo inferior ($P<0,05$) ao observado para os animais alimentados com a dieta testemunha, mostrando que o excesso de sódio na dieta, associado com a piora da qualidade dos pellets da ração, realmente afetou o consumo dos animais no maior nível de inclusão de glicerina e que, antes da adição do coproduto na dieta, deve-se fazer devidos ajustes nutricionais, a fim de evitar que o excesso deste mineral seja regulador de consumo.

Apesar de não ter havido diferenças no desempenho e no consumo de ração, entre os grupos alimentados com as diferentes glicerinas, os animais que receberam as dietas contendo glicerina bruta mista apresentaram os melhores índices de conversão alimentar ($P<0,05$) e, conseqüentemente, o menor custo de ração por kg de peso vivo ganho neste período ($P<0,05$) comparado aos animais que receberam as dietas com glicerina bruta vegetal.

A adição de níveis crescentes de ambas as glicerinas não alterou a conversão alimentar ($P>0,05$), no entanto, foi observada uma redução linear ($P<0,05$) no custo de ração por kg de ganho de peso para ambas as glicerinas, adicionadas em níveis crescentes nas dietas. Ainda, deve-se salientar que, aplicando-se o teste de Dunnett ($P<0,05$), apenas os animais alimentados com 12% de ambas as glicerinas na dieta apresentaram custo da ração inferior ($P<0,05$) ao observado para os animais alimentados com a dieta testemunha. Esse resultado é justificado pela redução no consumo de ração de ambas as glicerinas em relação aos animais da dieta testemunha sem alteração no ganho de peso dos animais, permitindo um custo de produção menor com a inclusão de 12% de glicerina na dieta.

Cerrate et al. (2006) avaliaram a inclusão de 5 e 10% de glicerina bruta em rações de frangos de corte e relataram que o nível de 10% afetou negativamente o consumo de ração, o peso final e, conseqüentemente, a conversão alimentar dos frangos, o que foi atribuído à menor qualidade dos pellets da ração, o que também foi observado no presente estudo, além do excesso de sódio.

Deve-se ressaltar que durante o período avaliado, dos 32 aos 70 dias de idade, não ocorreu nenhuma morte dos animais.

Os pesos de carcaça e cortes comerciais da carne dos coelhos são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Médias estimadas dos pesos da carcaça e cortes comerciais de coelhos alimentados, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta vegetal (GBV) e mista (GBM)

Glicerina (%)	Peso Carcaça (g)			Peso Posterior (g)			Peso Anterior (g)			Peso Lombo (g)			Peso RTC (g)		
	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média
RT	1200			390			135			301			269		
3	1137	1159	1148	377	378	377	130	129	129	275	287	281	252	264	258
6	1150	1143	1146	375	376	375	131	127	129	279	285	282	257	251	254
9	1056	1120	1088*	345	369	357*	120	126	123*	259	274	266*	234	248	241*
12	1098	1113	1105*	366	368	367*	120	125	122*	268	267	267*	245	246	245*
Média	1110 ^b	1134 ^a		366	373		125	127		270	278		247	252	
Interação	ns			ns			ns			Ns			ns		
Regressão	Linear			Linear			Linear			Linear			Linear		
CV	4,56			5,22			5,28			7,84			6,66		

RT: ração testemunha; RTC: região tóraco-cervical; CV: coeficiente de variação.

Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de F (P<0,05).

*Diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05).

**Interação significativa (P<0,05).

ns= não significativo.

Carcaça: $Y = 1168,74 - 6,2117X$, $R^2 = 0,63$.

Posterior: $Y = 382,2015 - 1,6970X$, $R^2 = 0,49$.

Anterior: $Y = 132,6864 - 0,8903X$, $R^2 = 0,87$.

Lombo: $Y = 287,8877 - 1,7980X$, $R^2 = 0,72$.

RTC: $Y = 262,4046 - 1,6852X$, $R^2 = 0,70$.

Não foi verificada interação ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis avaliadas. Porém, o peso de carcaça foi superior ($P < 0,05$) para os animais que receberam a dieta com inclusão de glicerina bruta mista, apesar do peso final dos animais (70 dias) não ter diferido entre os grupos que receberam as diferentes glicerinas.

Também foi observada redução linear ($P < 0,05$) para esta variável conforme aumentaram os níveis de inclusão de ambas as glicerinas nas dietas. Apesar desta piora linear no peso da carcaça, aplicando-se o teste de Dunnett ($P < 0,05$), apenas o peso de carcaça dos animais alimentados com as dietas contendo 9 e 12% das glicerinas foram inferiores aos obtidos com a ração testemunha, o que segue o comportamento observado para o peso vivo aos 70 dias nesses mesmos níveis, embora não significativo. Como os pesos dos cortes comerciais têm relação direta com o peso da carcaça, o peso dos quartos posteriores, membros anteriores, lombo e região tóraco-cervical apresentaram, exatamente, o mesmo comportamento do peso da carcaça. Com menor peso de carcaça, o peso dos cortes também será proporcionalmente menor. Os dados estão de acordo com Cerrate et al. (2006) que encontraram redução significativa no peso do peito, asas e quartos posteriores quando as aves foram alimentadas com dieta contendo 10% de inclusão de glicerina, pela pior conversão alimentar. Quando esses autores forneceram menor quantidade de glicerina, 2,5 e 5% na dieta, o peso absoluto do peito e quartos posteriores dessas aves foram maiores em relação à ração controle. No presente trabalho, a inclusão de 3 e 6% de glicerina, valores próximos aos testados pelos autores supracitados, não influenciaram o peso dos cortes, em relação à ração testemunha.

Na Tabela 7 são apresentados os dados das vísceras comestíveis de coelhos alimentados com diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta vegetal e mista na dieta, abatidos aos 70 dias de idade. Apenas foi observada interação entre os tipos de glicerina e níveis de inclusão nas dietas para o rendimento de rins. Apesar desta interação, a inclusão crescente de ambas as glicerinas nas dietas aumentou linearmente ($P < 0,05$) o rendimento deste órgão. No entanto, aplicando-se o teste de Dunnett, observou-se que apenas os animais que receberam as dietas com 9 e 12% de glicerina apresentaram maior rendimento dos rins ($P < 0,05$) em relação aos animais alimentados com a dieta testemunha ($P < 0,05$). Esse aumento no rendimento possivelmente esteja relacionado à grande quantidade de minerais presentes nas glicerinas (Tabela 1), exigindo maior atividade do órgão para manter o equilíbrio eletrolítico, aumentando a retenção de líquidos, uma vez que o balanço cátion-aniônico da dieta aumentou progressivamente com a inclusão das glicerinas na dieta (Tabela 3).

Tabela 7 – Médias estimadas do rendimento das vísceras comestíveis de coelhos alimentados, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta vegetal (GBV) e mista (GBM), abatidos aos 70 dias de idade

Glicerina (%)	Rendimento Fígado (%)			Rendimento Rins (%)			Rendimento Coração (%)		
	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média
RT	5,45			1,07			0,53		
3	5,64	4,76	5,20	1,07	1,13	1,10	0,54	0,55	0,55
6	5,66	5,14	5,40	1,20	1,17	1,19	0,56	0,55	0,56
9	5,78	5,28	5,53	1,39*	1,57*	1,48	0,52	0,56	0,54
12	5,38	4,90	5,14	1,60*	1,46*	1,53	0,59	0,53	0,56
Média	5,62 ^a	5,02 ^b		1,32	1,33		0,55	0,55	
Interação	ns			**			ns		
Regressão	ns			Linear	Linear				ns
CV	14,42			11,92			13,74		

RT: ração testemunha; CV: coeficiente de variação.

Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de F (P<0,05).

*Diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05).

**Interação significativa (P<0,05).

ns= não significativo.

Rins: $Y = 0,8772 + 0,5856GBV$, $R^2 = 0,99$ e $Y = 0,9781 + 0,0468GBM$, $R^2 = 0,69$.

O glicerol é gerado no organismo durante a hidrólise dos triacilgliceróis em ácidos graxos. Assim, além do glicerol presente na dieta do animal, a fonte predominante de glicerol é o tecido adiposo. Dependendo da necessidade energética do animal, o glicerol é tanto metabolizado no fígado, para fornecer energia às células do órgão sempre que necessário quanto entra na via da gliconeogênese, para o fígado produzir glicose para uso pelo resto do corpo (Dasari, 2007). Portanto, qualquer excesso de glicerol fornecido pela dieta ao animal pode induzir adaptações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas, especialmente no fígado, podendo alterar também os rins (Cryer & Bartley, 1973). Isso foi comprovado por Lin et al. (1976), que estudaram o efeito da glicerina na atividade lipogênica em ratos e frangos. Eles notaram que a adição de 20% de glicerina na dieta de ratos, por três semanas, causou aumento do peso de fígado e um aumento marcante na atividade de enzimas lipogênicas nesse órgão. Por outro lado, nos frangos não foi verificada alteração no peso de fígado e ocorreu uma queda na atividade das enzimas lipogênicas.

Kijora et al. (1995), fornecendo até 10% de glicerina na dieta de suínos, não encontraram alterações patológicas no fígado e rins dos animais. No presente trabalho, o fígado não apresentou alteração no rendimento com a inclusão crescente de glicerina na dieta, mostrando que a glicerina pode provocar respostas espécie-específicas e órgão-específicas, porém há necessidade de mais estudos para garantir que a glicerina possa ser considerada um ingrediente de uso geral na alimentação animal.

Para o rendimento do coração, não foi verificada qualquer diferença ($P>0,05$), tanto entre os tipos de glicerina, quanto com a inclusão de níveis crescentes nas dietas.

A relação carne/ossos, perdas por cozimento, teor de lipídios, matéria seca, cinzas e proteína bruta da carne de coelhos abatidos aos 70 dias de idade, alimentados com diferentes tipos e níveis de inclusão de glicerina são apresentados na Tabela 8. Foram verificadas interações ($P<0,05$) entre níveis de inclusão e tipos de glicerina para a relação carne/ossos e perdas por cozimento da carne.

A relação carne/ossos reduziu linearmente ($P<0,05$) apenas com a adição crescente de glicerina bruta mista na dieta. Provavelmente, com a redução crescente da inclusão de milho na dieta, em consequência da adição de glicerina (Tabela 3), tenha ocorrido desbalanço dos demais aminoácidos, reduzindo a deposição proteica na coxa dos animais que consumiram as dietas com glicerina bruta mista, porém fato não verificado com a glicerina bruta vegetal, talvez por esta ter favorecido menor ganho de peso diário dos animais.

Tabela 8 – Relação carne/ossos (C/O), perdas por cozimento (PCOZ), lipídios (%), matéria seca (MS), cinzas (%) e proteína bruta (PB) da carne de coelhos, abatidos aos 70 dias, alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta vegetal (GBV) e mista (GBM) na ração

Glicerina (%)	Relação carne/osso			Perdas cozimento (%)			Lipídios (%)			MS (%)	CZ (%)	PB (%)
	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média	GBV	GBM	Média	Média	Média	Média
RT	5,70			35,42			3,06			26,38	4,16	21,05
3	5,97	6,69	6,33	33,33	37,33	35,33	2,31	3,00	2,65	25,10	4,35	21,37
6	5,65	5,80	5,72	39,30	36,47	37,88	3,58	3,04	3,31	25,49	4,37	20,96
9	6,26	5,63	5,94	39,04	40,41	39,72	2,15	2,33	2,24	25,24	4,70	20,58
12	5,65	5,43	5,54	36,09	37,91	37,00	3,06	2,96	3,01	25,59	4,43	20,59
Média	5,88	5,89		36,94	38,03		2,77	2,83				
Interação	**			**			ns			ns	ns	ns
Regressão	ns	Linear		Quadrático		ns	ns			ns	ns	ns
CV	6,59			3,96			15,73			4,03	5,67	4,76

RT: ração testemunha; CV: coeficiente de variação.

Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de F (P<0,05).

*Diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05).

**Interação significativa (P<0,05).

ns= não significativo.

Relação carne/osso: $Y = 7,0093 - 0,1427GBM$, $R^2 = 0,84$.

Perdas cozimento: $Y = 25,6611 + 3,5442GBV - 0,2234GBV^2$, $R^2 = 0,85$.

Em aves, Simon et al. (1997) encontraram correlação positiva entre o glicerol incluído em até 20% na dieta e a retenção de nitrogênio. Isso porque o glicerol pode poupar os aminoácidos gliconeogênicos pela inibição da fosfoenolpiruvato carboxiquinase (Cryer & Bartley, 1973) ou a atividade da glutamato desidrogenase (Steele et al., 1971). Entretanto, isso não foi verificado no presente estudo, uma vez que as glicerinas adicionadas não alteraram a quantidade de proteína da coxa dos animais em relação à testemunha.

O parâmetro de perdas por cozimento apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de glicerina bruta vegetal nas dietas, com o ponto de máxima com 7,93% de inclusão da referida glicerina. A ingestão de glicerol é acompanhada por uma maior ingestão de líquido, pois há aumento do volume de água do corpo, mantendo maior hidratação em virtude da redução da velocidade de eliminação de água do organismo (Brisson et al., 2001). Assim, a natureza higroscópica da glicerina não foi suficiente para evitar a perda substancial de líquidos da carne, embora as dietas com glicerina, independente do tipo e nível de inclusão, não diferiram do valor apresentado pela carne dos animais que ingeriram a ração testemunha.

O mesmo foi verificado por Lammers et al. (2008) ao relatarem que a adição de até 10% de glicerina na dieta não afetou as perdas por gotejamento da carcaça de suínos e Kijora & Kupsh (2006), os quais também não observaram nenhum efeito nas perdas por gotejamento quando forneceram 10% de glicerol na dieta de suínos. O contrário foi observado por Mourot et al. (1994) que, além da redução nas perdas por gotejamento no músculo *Longissimus dorsi* dos suínos alimentados com 5% de glicerina bruta, também notaram diminuição das perdas por cozimento do músculo. Assim, fazendo um comparativo entre esses autores, podemos concluir que os dados em relação à qualidade da carne dos animais alimentados com glicerol ainda são muito inconsistentes.

Aplicando-se o teste de Dunnett, não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre as dietas com níveis crescentes de ambas as glicerinas comparadas à dieta-testemunha. Também não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre os grupos alimentados com os diferentes tipos de glicerina para qualquer das características ligadas à avaliação da carne.

Oliveira & Lui (2006), trabalhando com coelhos abatidos aos 75 dias de idade, obtiveram relação carne/ossos de 6,47, valor superior ao deste trabalho (5,88). Esses autores, no mesmo trabalho, observaram perdas ao cozimento de 27,56%, semelhante à

Retore (2009), 26,02%, trabalhando com diferentes coprodutos agroindustriais em substituição ao feno de alfafa, valores estes melhores ao do presente trabalho (37,48%).

Para o teor de lipídios da coxa não foi verificada nenhuma diferença, o que demonstra que as glicerinas foram utilizadas, principalmente, como fonte de energia para a manutenção das atividades metabólicas e para o desenvolvimento (ganho de peso) dos animais, não utilizando essa energia para ser depositada como gordura na coxa.

Para as variáveis de matéria seca, cinzas e proteína bruta não foram verificadas diferenças entre as glicerinas, nem entre os níveis. Por esta razão, foram apresentadas apenas as médias gerais de cada variável. Silva et al. (2009), trabalhando com coelhos em crescimento e alimentados com dietas com ou sem óleo de soja, encontraram valores semelhantes ao deste trabalho para proteína bruta e gordura na carne. O mesmo foi observado por Bovera et al. (2008), trabalhando com restrição alimentar no verão para coelhos, que obtiveram valores médios de 21,88 e 3,08% para proteína bruta e gordura na carne, respectivamente. No entanto, o teor médio de matéria seca da carne foi superior (32,40%) ao apresentado neste trabalho (25,59%), embora Bovera et al. (2008), tenham encontrado valor muito semelhante, 26,86%. Para o músculo *Longissimus dorsi* dos coelhos, segundo o USDA (2007), a composição é de 21,80% de proteína bruta e 2,32% de gorduras totais, valores muito próximos aos obtidos neste estudo.

Conclusões

A glicerina bruta vegetal e a glicerina bruta mista apresentaram energia digestível de 5.099 e 4.953 kcal/kg MS, respectivamente, mostrando serem fontes de grande valor energético. Para as glicerinas utilizadas neste trabalho, conclui-se que a glicerina bruta mista pode ser incluída no nível máximo estudado de 12%, enquanto a glicerina bruta vegetal até 6% na dieta de coelhos em crescimento, analisando sempre o custo benefício para avaliar o melhor nível a ser utilizado.

Literatura Citada

- ADEOLA, O.; ILELEJI, K.E. Comparison of two diet types in the determination of metabolizable energy content of corn distillers dried grains with soluble for broiler chickens by the regression method. **Poultry Science**, v.88, p.579-585, 2009.
- 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.
- BLAS, E.; GIDENNE, T. Digestion of starch and sugars. In: DE BLAS, C.; WEISEMAN, J. (Ed.). **The nutrition of rabbit**. Wallingford: CABI Publishing, 1998. p.17-38.
- BLIGH, E.C.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917. 1959.
- BOVERA, F.; PICCOLO, G.; D'URSO, S. et al. Feed restriction during summer: effect on rabbit carcass traits and meat quality. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 9., 2008, Verona. **Proceedings...** Verona: Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche Brescia, 2008. p.1325-1330.
- BRISSON, D.; VOHL, M.C.; ST-PIERRE, J. et al. Glycerol: A neglected variable in metabolic processes? **Bioessays**, v.23, p.534-542. 2001.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.11, p.1001-1007, 2006.
- CRYER, A.; BARTLEY, W. Studies of the adaptation of rats to a diet high in glycerol. **International Journal of Biochemistry**, v.4, p.293-308, 1973.
- DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis. A. General**, v.281, p.225-231, 2005.
- DASARI, M. Crude glycerol potential described. **Feedstuffs Reprint**, v.43, n.79, p.1-3, 2007.
- DE BLAS, C.; WEISEMAN, J. **The nutrition of the rabbit**. London: CabPublishing, 1998. p.241-253.
- EXPEDITO, J.S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Salvador: Rede Baiana de Biocombustíveis, 2003.
- GROESBECK, C.N.; MICKINNEY, L.J.; DEROUCHÉY, J.M. Effect of crude glycerol on pellet Mill production and nursery pig growth performance. **Journal of Animal Science**, v.85, suppl.1, p.201-201, 2008.
- KIJORA, C.; BERGNER, H.; KUPSCH, R.D. et al. Glycerol as a feed component in fattening pigs. **Arch Tierernähr**, v.47, n.4, p.345-360, 1995.
- KIJORA, C.; KUPSCH, R.D. Evaluation of technical glycerols from "biodiesel" production as a feed component in fattening pigs. **Lipid=Fett**, v.98, p.240-245, 2006.
- 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.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.S. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Poultry Science**, v.87, p.104-107, 2008.
- LIN, M.H.; ROMSOS, D.R.; LEVEILLE, G.A. Effect of glycerol on lipogenic enzyme activities and on fatty acids synthesis in the rat and chicken. **Journal of Nutrition**, v.106, p.1668-1677, 1976.

- MATEOS, G.G.; VIDAL, J.P. Diseño de programas alimenticios para conejos: aspectos teóricos y formulación práctica. **Cuniculture**, v.21, n.119, p.27-42, 1996.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report / Storrs Agricultural Experiment Station**, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- MENTEN, J.F.M.; PEREIRA, P.W.Z.; RACANICCI, A.M.C. et al. 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 pigs – consequences on fatty tissues and postmortem muscular parameters. **Livestock Production Science**, v.38, n.3, p.237-244, 1994.
- OLIVEIRA, M.C.; LUI, J.F. Desempenho, características de carcaça e viabilidade econômica de coelhos sexados abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1149-1155, 2006.
- PEREZ, J.M.; LEBAS, F.; GIDENNE, T. et al. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. **World Rabbit Science**, v.3, n.1, p.41-43, 1995.
- PILES, M.; BLASCO, A.; PLA, M. The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbit. **Meat Science**, v.54, p.347-355, 2000.
- PINTO, A.C.; GUARIEIRO, L.L.N.; RESENDE, M.J.C. et al. Biodiesel: an overview. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.16, n.6, p.1313-1330, 2005.
- RETORE, M. **Caracterização da fibra de coprodutos agroindustriais e sua avaliação nutricional para coelhos em crescimento**. 2009. 71f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 1.ed. Viçosa: UFV, 2005.
- SAEG - Sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, W.R.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C. et al. Perfil de ácidos graxos da carcaça de coelhos desmamados em diferentes idades e condições de alimentação, recebendo dietas com ou sem óleo de soja. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, p.257-263, 2009.
- SIMON, A.; SCHWABE, M.; BERGNER, H. Glycerol supplementation to broilers rations with low crude protein content. **Archives of Animal Nutrition**, v.50, p.271-282, 1997.
- STEELE, R.; WINKLER, B.; ALTSZULER, N. Inhibition by infusion glycerol of gluconeogenesis from other precursors. **American Journal of Physiology**, v.221, p.883-888, 1971.
- SÜDEKUM, K.-H. Co-products from biodiesel production. In: GARNSWORTHY, P. C.; Wiseman, J. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, 2008. p.210-219.
- TYSON, K.S.; BOZELL, J.; WALLACE, R. et al. **Biomass oil analysis: research needs and recommendations**. Colorado: Technical Report National Renewable Energy Laboratory Golden, [2004]. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/34796.pdf>>. Acesso em: 29/08/2009.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Food and Nutrition Information Center. Disponível em: <<http://riley.nal.usda.gov/NDL>>. Acesso em: 04/05/2009.

IV – Utilização da glicerina semipurificada vegetal e mista na alimentação de coelhos em crescimento

RESUMO - Este trabalho teve por objetivos determinar a composição química da glicerina semipurificada vegetal e mista, ambas oriundas da produção de biodiesel, determinar a energia digestível e avaliar diferentes níveis de inclusão na dieta de coelhos. No ensaio de digestibilidade, foram utilizados 108 coelhos da raça Nova Zelândia Branco, com idade média de 45 dias, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos, sendo uma ração referência mais oito dietas testes em que as gliceras foram incluídas nos níveis de 4, 8, 12 e 16%, substituindo o volume da ração referência. No ensaio de desempenho, foram utilizados 180 coelhos da mesma raça, com 32 dias de idade inicial, distribuídos, ao acaso, em nove tratamentos com rações contendo níveis crescentes das gliceras (0, 3, 6, 9 e 12%) e dez repetições com dois animais por unidade experimental. As gliceras semipurificadas vegetal e mista apresentaram energia digestível de 4.048 e 3.697 kcal/kg MS, respectivamente, mostrando serem fontes altamente energéticas. Para a fase dos 32 aos 50 dias de idade, embora o consumo de ração tenha sido semelhante entre os tratamentos, foi verificado comportamento quadrático para todas as variáveis de desempenho dos animais que consumiram as dietas com inclusão somente da glicerina semipurificada mista, com pontos de mínima e máxima entre 5,74 e 5,90%. Apenas a dieta com o nível máximo de inclusão de glicerina semipurificada mista (12%) apresentou resultados piores à dieta testemunha para as características acima mencionadas. Para o período total, dos 32 aos 70 dias, todas as variáveis apresentaram comportamento quadrático para ambas as gliceras, com pontos de mínima e máxima variando entre 6 e 7%. O peso vivo e o ganho de peso diário dos animais alimentados com 12% de inclusão de glicerina semipurificada mista na dieta foram inferiores ao observado nos animais que receberam a ração testemunha, piorando a conversão alimentar nesse nível. Com 9% de adição do coproduto, a conversão alimentar e o custo por kg de peso vivo ganho foram melhores que os da testemunha. Para a glicerina semipurificada vegetal, a maior viabilidade econômica em relação à testemunha foi no nível de 12% de adição da glicerina. Os pesos de carcaça, lombo e região tóraco-cervical dos animais, que receberam a dieta com glicerina semipurificada vegetal, foram inferiores aos apresentados pelos animais alimentados com a dieta testemunha nos

níveis de 6 e 9% de inclusão. Para peso de quarto posterior, o pior resultado foi encontrado com o nível de 9% de adição de glicerina semipurificada vegetal. Para a glicerina semipurificada mista, todas as variáveis, com exceção do peso dos membros anteriores, apresentaram valores inferiores aos da testemunha, em nível de 12% de inclusão. A glicerina semipurificada vegetal pode ser incluída em nível de 12% da dieta e a semipurificada mista até o nível de 9%, neste estudo, sem afetarem o desempenho dos animais, peso de carcaça e cortes comerciais, além de reduzirem o custo de produção.

Palavras-chave: coelhos, coproduto, custo de produção, energia digestível

Utilization of vegetal and mixed semipurified glycerin in the feeding of growing rabbits

ABSTRACT - The goals of this study were to determine the chemical composition of vegetal and mixed semipurified glycerin, from biodiesel production, as well as to determine the digestible energy and evaluate different inclusion levels in rabbit feeding. In the digestibility assay, 108 New Zealand White rabbits were used, 45 days old, assigned in a completely randomized design into nine treatments with one reference diet and eight test diets, where the glycerin was included at levels of 4, 8, 12 and 16%, replacing the reference diet volume. In the performance assay, 180 New Zealand White rabbits were utilized, 32 days old, distributed in a completely randomized design into nine treatments, with diets containing increasing levels of glycerins (0, 3, 6, 9 and 12%) in replacement of corn, based on digestible energy, and 10 replications with two animals per experimental unit. The vegetal and mixed semipurified glycerins had a digestible energy of 4,048 and 3,697 kcal/kg DM, respectively, showing to be highly energetic sources. To the period from 32 to 50 days of age, even than the feed intake has been similar among treatments, it was verified a quadratic behavior to all performance variables of the animals fed with diets containing mixed semipurified glycerin, with minimal and maximum points between 5.74 and 5.90%. Only the diet with the maximum inclusion level of mixed semipurified glycerin (12%) presented the worst results compared to the control diet to the characteristics above mentioned. To the total period, from 32 to 70 days, all variables showed quadratic behavior to both glycerines, with minimum and maximum points ranging between 6 and 7%. Live weight and daily weight gain of the animals fed 12% of mixed semipurified glycerin in the diet were lower than the observed to the animals receiving the control diet, increasing the feed conversion at this level. With 9% of coproduct addition, the feed conversion and cost per kg of live weight gain were better than those from the control diet. To the vegetal semipurified glycerin the bigger economic viability in relation to the control was at the level of 12% of glycerin addition. The weights of carcass, loin and thoraco-cervical region of the animals fed with diet containing vegetal semipurified diet were worst to those showed by the animals receiving the control diet at the levels of 6 and 9% of inclusion. To hindquarters weight, the worst result was obtained with 9% of vegetal semipurified glycerin inclusion. To the mixed one, all variables, but forelegs weight, showed lower values in relation to the control diet, at the

inclusion level of 12%. The vegetal semipurified glycerin can be included at 12% in the diet and the mixed one up to 9%, in this study, without affecting animal performance, carcass and retail cuts weights, beyond reducing the production cost.

Key Words: coproduct, digestible energy, production cost, rabbits

Introdução

O milho é uma das principais fontes de energia nas dietas para coelhos, pela sua composição predominantemente de carboidratos e lipídios, apresentando somente ligações α -glicosídicas, sendo potencialmente digerível pelas enzimas amilolíticas secretadas no trato digestório do animal.

Os níveis elevados de amido na dieta de coelhos recém-desmamados podem causar disfunções digestivas graves, podendo levar o animal à morte, visto que a atividade enzimática específica para a sua digestão, a amilase, ainda está imatura. Na tentativa de reduzir a quantidade de amido proveniente do milho, ou de outros cereais, sem alterar a concentração energética da ração, óleos ou gorduras são adicionados, particularmente entre o desmame e os 50 dias de idade dos animais, período onde a atividade da amilase ainda não está estabelecida. Entretanto, os níveis de inclusão restringem-se ao máximo de 4% da dieta, por razões de custo e/ou qualidade de pellet. Além disso, diferentemente da maioria dos animais não-ruminantes, o ceco do coelho é funcional, o que permite a inclusão de inúmeros coprodutos agroindustriais em sua dieta, onde os produtos da fermentação microbiana são disponibilizados e ingeridos na forma de cecotrofos.

Com a produção de biodiesel, vem crescendo no mercado a oferta de glicerina, obtida por reação de transesterificação catalítica dos triacilglicerois de diferentes oleaginosas, assim como de óleo utilizado em frituras e de gordura animal na presença de metanol ou etanol (Expedito, 2003), a qual corresponde a, aproximadamente, 10% do volume de biodiesel produzido (Dasari et al., 2005). As glicerinas diferenciam-se pelo grau do processamento industrial, onde a glicerina semipurificada apresenta baixo conteúdo de ácidos graxos e menor quantidade de resíduos, como sódio e potássio, em relação à glicerina bruta.

O uso da glicerina na alimentação animal foi alvo de estudos no passado (Bernal et al., 1978; Wagner, 1994; Simon et al., 1996). Com o recente estímulo à produção de biodiesel e a consequente disponibilidade de glicerina houve novo interesse no uso deste coproduto nas dietas, majoritariamente, para aves e suínos.

O presente trabalho teve por objetivos determinar a composição química das glicerinas semipurificadas vegetal e mista, oriundas da produção de biodiesel, assim como, determinar a energia digestível e avaliar diferentes níveis de inclusão na dieta

sobre o desempenho, cortes comerciais e características quali-quantitativas da carcaça de coelhos em crescimento.

Material e Métodos

Dois experimentos, um ensaio de digestibilidade e outro de desempenho, foram conduzidos no Setor de Cunicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Estado do Paraná, nos meses de abril e outubro/novembro de 2009, respectivamente.

Para o ensaio de digestibilidade foram utilizados 108 coelhos, metade machos e metade fêmeas, com 45 dias de idade, da raça Nova Zelândia Branco, alojados, individualmente, em gaiolas de metabolismo, providas de bebedouro automático tipo chupeta, comedouro semi-automático de chapa galvanizada e dispositivo para coleta de fezes. As gaiolas estavam instaladas em galpão de alvenaria, com cobertura de telha de fibro-amianto, pé direito de 3,8m, piso de alvenaria, paredes laterais de 0,3m em alvenaria e o restante em tela e cortina de plástico para controle de ventos.

As glicerinas utilizadas foram fornecidas pela empresa Biopar, de Rolândia - PR, e suas composições químicas são apresentadas na Tabela 1. Para obtenção da glicerina semipurificada vegetal, obtida da produção de biodiesel, foi utilizado o óleo de soja e para a glicerina semipurificada mista, a associação de óleo de soja com gordura animal.

Tabela 1 – Composição química da glicerina semipurificada vegetal e mista, com base na matéria seca

Parâmetro	Glicerina Semipurificada Vegetal	Glicerina Semipurificada Mista
Matéria seca ¹ , %	95,62	85,68
Cinzas ¹ , %	2,15	3,76
Ácidos graxos totais ² , %	9,00	5,10
Glicerol ² , %	78,30	68,66
EB ¹ , kcal/kg	4.089	3.751
Sódio ² , %	0,91	1,21
Cloro ² , %	0,38	0,44
Potássio ² , %	0,12	0,01
Cálcio ² , %	0,03	0,09
Fósforo ² , %	0,16	0,76
Proteína bruta ¹ , %	0,06	0,05

¹Análises realizadas no LANA.

²Análises realizadas no Laboratório de Química da UEM.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com nove tratamentos (uma dieta referência mais oito dietas testes) em que a glicerina semipurificada vegetal e mista, obtida do óleo de soja e da mistura do óleo de soja com gordura animal, respectivamente, foram incluídas em níveis de 4, 8, 12 e 16% nas dietas teste em substituição à matéria natural da dieta referência, com 12 repetições. A composição da dieta referência utilizada é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição percentual e química da dieta referência utilizada no ensaio de digestibilidade

Ingrediente	Ração Referência (%)
Milho moído	21,85
Feno de capim estrela	25,60
Feno de alfafa	15,00
Farelo de trigo	23,38
Farelo de soja	12,00
Calcário calcítico	0,60
Fosfato bicálcico	0,40
Sal comum	0,40
Suplemento Mineral+Vitamínico ¹	0,50
DL-Metionina	0,06
L-Lisina HCl	0,15
Coccidiostático ²	0,06
Nutriente	Composição com base na % MS
Amido ³	21,00
Energia bruta, kcal/kg ⁴	2.450
Energia digestível, kcal/kg	2.375
Fibra em detergente neutro ⁴	44,40
Fibra em detergente ácido ⁴	22,25
Proteína bruta ⁴	17,25
Cálcio	0,75
Fósforo	0,50
Lisina	0,80
Metionina+Cistina	0,60
Extrato etéreo ⁴	2,75

¹Nuvital, composição por kg do produto: vit. A - 600.000 UI; vit. D - 100.000 UI; vit. E - 8.000 mg; vit. K3 - 200 mg; vit. B1 - 400 mg; vit. B2 - 600 mg; vit. B6 - 200 mg; vit. B12 - 2.000 mcg; ácido pantotênico - 2.000 mg; colina - 70.000 mg; Fe - 8.000 mg; Cu - 1.200 mg; Co - 200 mg; Mn - 8.600 mg; Zn - 12.000 mg; I - 64 mg; Se - 16 mg; Metionina - 120.000 mg; antioxidante -20.000 mg.

²Princípio ativo à base de robenidina (6,6%).

³Análise realizada pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos, de Campinas.

⁴Análises realizadas no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UEM.

O ensaio teve duração de 14 dias, sendo dez dias para adaptação às gaiolas e à ração e quatro dias para a coleta de fezes, segundo o Método de Referência Europeu

para experimento de digestibilidade “in vivo” (Perez et al., 1995). Durante todo o experimento, os animais foram alimentados à vontade e tiveram livre acesso à água.

As fezes de cada animal foram coletadas, na sua totalidade, uma vez ao dia, no período da manhã, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer à temperatura de -10°C . Posteriormente, as fezes de cada animal foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55°C , durante 72h. Em seguida, após homogeneizadas, parte da amostra foi moída em moinho com peneira de 1,0 mm para as análises de matéria seca, de acordo com Silva & Queiroz (2002). Os valores de energia bruta foram determinados por meio de calorímetro adiabático (Parr Instrument Co. AC720), segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

A matéria seca digestível e energia digestível das glicerinas foram obtidas aplicando-se o método de Matterson et al. (1965) e o método de regressão de Adeola & Ileleji (2009).

No experimento de desempenho foram utilizados 180 coelhos da raça Nova Zelândia Branco, machos e fêmeas, no período de 32 a 70 dias de idade, alojados em gaiolas de arame galvanizado, providas de bebedouro automático e comedouro semi-automático de chapa galvanizada, localizadas em galpão de alvenaria, com cobertura de telha francesa, pé direito de 3,2m, piso de alvenaria, paredes laterais de 0,5m de alvenaria e o restante em tela e cortina de plástico para controle de ventos. A temperatura média mínima foi de $19,7^{\circ}\text{C}\pm 2,15$ e a média máxima de $25,9^{\circ}\text{C}\pm 3,58$.

Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em nove tratamentos e dez repetições, com dois animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma dieta testemunha, formulada de acordo com as exigências para coelhos em crescimento (De Blas & Wiseman, 1998) e outras oito dietas, com inclusão da glicerina semipurificada vegetal e mista, nos níveis de 3, 6, 9 e 12% (Tabela 3). As rações experimentais foram peletizadas a seco e, durante todo o experimento, os animais foram alimentados à vontade e tiveram livre acesso à água.

As rações e os animais foram pesados no início do experimento, aos 32 dias de idade, aos 50 dias e no final do experimento, aos 70 dias de idade. As características de desempenho avaliadas foram o peso vivo, ganho de peso diário, consumo de ração diário, conversão alimentar e custo por quilo de peso vivo ganho.

O abate dos animais foi realizado sem jejum prévio, com atordoamento e posterior corte da jugular. Foram avaliados, também, o peso da carcaça, dos quartos posteriores, lombo, membros anteriores, região tóraco-cervical, coração, fígado e rins. Para a

determinação do peso da carcaça considerou-se a carcaça quente com a cabeça e sem vísceras comestíveis (coração, fígado e rins).

Tabela 3 – Composição percentual e química das rações experimentais para coelhos, dos 32 aos 70 dias de idade

Ingrediente	RT	Semipurificada Vegetal (%)				Semipurificada Mista (%)			
		3	6	9	12	3	6	9	12
Milho moído	22,10	19,08	16,05	13,01	10,00	18,84	15,55	12,27	9,00
Glicerina	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00	3,00	6,00	9,00	12,00
Feno c. estrela	22,60	22,65	22,70	22,75	22,80	21,80	21,00	20,20	19,40
Feno de alfafa	15,00	15,50	16,00	16,50	17,00	15,50	16,00	16,50	17,00
Farelo de trigo	23,00	22,00	21,00	20,00	19,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Farelo de soja	13,00	13,75	14,50	15,25	16,00	13,62	14,25	14,87	15,50
Calcário calcít.	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,76	0,72	0,68	0,64
Fosfato bicálc.	0,40	0,46	0,52	0,58	0,64	0,42	0,45	0,47	0,50
Sal comum	0,40	0,37	0,35	0,33	0,30	0,37	0,35	0,33	0,30
Supl. Min+Vit ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-Metionina	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10
L-Lisina HCl	0,05	0,04	0,03	0,02	0,00	0,04	0,03	0,02	0,00
Coccidiostático ²	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Óleo de soja	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Nutriente (%)		Composição com base na % MS							
Amido ³	21,10	19,00	16,90	15,70	14,50	19,10	18,40	16,25	14,10
ED, kcal/kg	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
FDN ⁴	42,00	42,50	43,00	42,50	42,00	42,00	42,00	40,60	39,15
FDA ⁴	20,00	20,70	21,40	21,80	22,15	21,00	21,90	21,25	20,60
PB	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Cálcio	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Lisina	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Met+Cis	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
EE ⁴	4,50	4,40	4,30	3,70	3,10	4,40	4,30	5,05	5,80
Sódio	0,19	0,20	0,22	0,24	0,26	0,21	0,24	0,27	0,29
Cloro	0,42	0,41	0,41	0,40	0,40	0,41	0,41	0,40	0,39
Potássio	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,13	1,13	1,13	1,13
BCAD	25,40	26,38	27,50	28,91	30,04	26,56	27,86	29,45	30,60
Custo/kg (R\$)	0,59	0,58	0,57	0,57	0,56	0,58	0,58	0,58	0,58

RT: ração testemunha; ED: energia digestível; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; BCAD: balanço cátion-aniônico da dieta (meq/kg).

¹Nuvital, composição por kg do produto: vit. A - 600.000 UI; vit. D - 100.000 UI; vit. E - 8.000 mg; vit. K3 - 200 mg; vit. B1 - 400 mg; vit. B2 - 600 mg; vit. B6 - 200 mg; vit. B12 - 2.000 mcg; ácido pantotênico - 2.000 mg; colina - 70.000 mg; Fe - 8.000 mg; Cu - 1.200 mg; Co - 200 mg; Mn - 8.600 mg; Zn - 12.000 mg; I - 64 mg; Se - 16 mg; Metionina - 120.000 mg; antioxidante -20.000 mg.

²Princípio ativo à base de robenidina (6,6%)

³Análise realizada pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos, de Campinas.

⁴Análises realizadas no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UEM.

Para a obtenção da relação carne/ossos, foram pesados, após a desossa, a carne e os ossos da perna traseira direita. Em seguida, a carne foi identificada, embalada em filme plástico e papel alumínio e congelada a -10°C para as análises de matéria seca, cinzas e proteína bruta, de acordo com Silva & Queiroz (2002) e lipídios, segundo Bligh & Dyer (1959), com mistura de metanol/clorofórmio. Retirou-se também o músculo *Longissimus dorsi*, do lado direito da carcaça, para determinar as perdas pelo cozimento, conforme metodologia de Piles et al. (2000).

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão das glicerinas na dieta, utilizou-se a equação descrita por Bellaver et al. (1985), que calcula o custo médio da ração por quilograma de peso vivo ganho. Para calcular os custos das rações experimentais, foram utilizados os preços dos insumos da região de Maringá - PR, durante o mês de julho de 2010: glicerinas, R\$ 0,04/kg; milho, R\$ 0,25/kg; farelo de soja, R\$ 0,54/kg; feno de capim estrela, R\$ 0,35/kg; feno de alfafa, R\$ 0,90/kg; óleo de soja, R\$ 1,77/kg; fosfato bicálcico, R\$ 1,82/kg; calcário, R\$ 0,22/kg; sal comum, R\$ 0,48/kg; DL-Metionina, R\$ 14,10/kg; L-lisina HCl, R\$ 6,30/kg; coccidiostático, R\$ 10,35/kg; suplemento vitamínico-mineral, R\$ 14,90/kg e inerte (areia), R\$ 0,05/kg.

Os resultados das variáveis estudadas no ensaio de desempenho foram analisados pelo programa estatístico SAEG (2007), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = b_0 + G_i + b_1N_j + b_2N_j^2 + FA + G_iN_j + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = variável medida na unidade experimental k, alimentada com dieta contendo o nível j e do tipo i de glicerina semipurificada;

b_0 = constante geral;

G_i = efeito dos tipos de glicerina, sendo i_1 = glicerina semipurificada vegetal e i_2 = glicerina semipurificada mista;

b_1 = coeficiente de regressão linear em função do nível de cada uma das glicerinas;

N_j = nível de glicerina: $G_{SV_1} = 3$; $G_{SV_2} = 6$; $G_{SV_3} = 9$; $G_{SV_4} = 12$; $G_{SM_5} = 3$; $G_{SM_6} = 6$; $G_{SM_7} = 9$ e $G_{SM_8} = 12\%$ de inclusão;

b_2 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de cada uma das glicerinas;

FA = falta de ajuste do modelo de regressão;

G_iN_j = interação entre os tipos i e níveis j das glicerinas;

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

O efeito dos níveis de inclusão de cada uma das glicerinas nas dietas foi desdobrado em polinômios. Para a comparação dos resultados obtidos com a ração testemunha e aqueles obtidos com cada um dos níveis de inclusão de glicerina foi aplicado o teste de Dunnett ($P < 0,05$). As médias obtidas para cada glicerina foram comparadas pelo teste de F ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

Aplicando-se o Método de Adeola & Ileleji (2009), as equações de regressão para obtenção da energia digestível da glicerina semipurificada vegetal e semipurificada mista foram, respectivamente, $Y = 2,3906 - 4048,2X$, $R^2 = 0,96$ e $Y = 14,5000 + 3697,0X$, $R^2 = 0,96$ (Figura 1), indicando que os valores de energia digestível para as glicerinas estudadas foram, respectivamente, 4.048 e 3.697 kcal/kg de matéria seca, com coeficiente de digestibilidade da energia bruta de 99,00 e 98,56%, respectivamente.

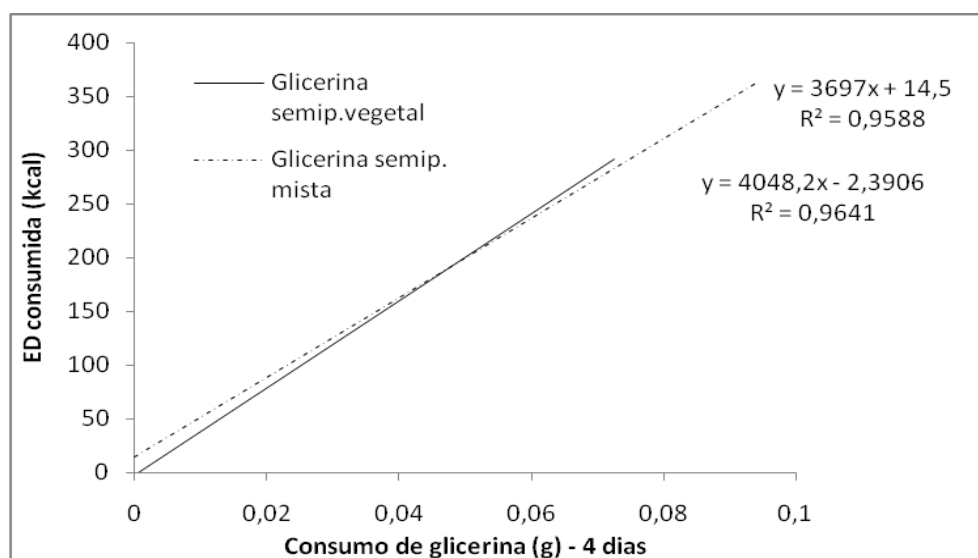


Figura 1 – Estimativa da energia digestível das glicerinas semipurificadas.

Para obtenção da matéria seca digestível, as equações foram $Y = -0,0797 + 92,567X$, $R^2 = 0,97$ e $Y = 0,2151 + 84,546X$, $R^2 = 0,97$ (Figura 2), respectivamente, mostrando que os valores para a matéria seca digestível foram, respectivamente, de 92,57 e 84,55%, com coeficiente de digestibilidade da matéria seca de 96,81 e 98,68%.

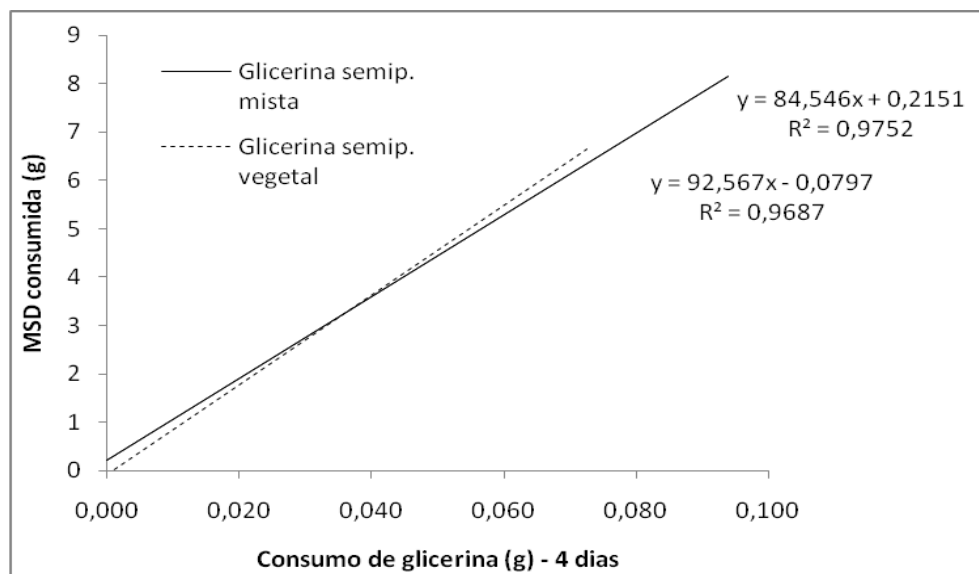


Figura 2 – Estimativa da matéria seca digestível das glicerinas semipurificadas

Lammers et al. (2008), trabalhando com glicerina com 86,95% de glicerol para suínos em crescimento, encontraram para a digestibilidade da energia coeficientes entre 89 e 92% valores inferiores ao do presente trabalho, sendo a energia bruta da glicerina de 3.625 kcal/kg. Para frangos de corte, a digestibilidade da energia da glicerina tem ficado em torno de 75% (Simon et al., 1996), inferior aos valores encontrados no presente estudo. De acordo com Bartlet & Schneider (2002), o aproveitamento da energia bruta do glicerol pelo animal pode variar, dependendo da percentagem de glicerol empregada na dieta. Além disso, outros fatores, como a idade e espécie animal também podem influenciar nos valores energéticos obtidos para o glicerol.

Para coelhos em crescimento, a inclusão de glicerina visa principalmente substituir parte do milho presente na dieta, para evitar que grande quantidade de amido entre no ceco. O milho apresenta energia bruta de 3.925 kcal/kg (Rostagno et al., 2005) e coeficiente de digestibilidade da energia para coelhos próximo a 100% (Blas & Gidenne, 1998). As glicerinas semipurificadas avaliadas no presente trabalho também apresentam elevado coeficiente de digestibilidade e energia bruta similar ao do cereal, resultando em valor energético próximo ao apresentado pelo milho, tornando-se matérias-primas em potencial para substituí-lo, embora parcialmente, na alimentação desta espécie animal. De acordo com a classificação de Südekum (2008), as glicerinas semipurificadas vegetal e mista, utilizadas neste trabalho, podem ser consideradas como de média e baixa pureza, respectivamente.

Na Tabela 4 são apresentadas as médias estimadas do desempenho e custo da ração por kg de ganho de peso de coelhos, dos 32 aos 50 dias de idade, com dietas contendo níveis crescentes de glicerina semipurificada vegetal e semipurificada mista.

Tabela 4 – Médias estimadas das características de desempenho e custo da ração por quilo de ganho de peso vivo de coelhos alimentados, dos 32 aos 50 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina semipurificada vegetal (GSV) e mista (GSM)

Glicerina (%)	PV 50 (g)			GPD 32-50 (g)			CRD 32-50 (g)			CA 32-50			Custo/kg GP 32-50		
	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média
RT	1497			39,42			112,14			2,87			1,69		
3	1496	1519	1507	39,38	40,64	40,01	107,00	110,45	108,72	2,77	2,73	2,75	1,60	1,59	1,59
6	1469	1515	1492	37,89	40,44	39,16	108,63	111,89	110,26	2,94	2,88	2,91	1,68	1,66	1,67
9	1452	1523	1487	36,93	40,88	38,90	108,41	105,47	106,94	3,02	2,62	2,82	1,72	1,52	1,62
12	1515	1366*	1440	40,40	32,14*	36,27	107,90	110,41	109,15	2,73	3,57*	3,15	1,53	2,08*	1,80
Média	1483	1481		38,65	38,52		107,98	109,55		2,86	2,95		1,63	1,71	
Interação	**			**			ns			**			**		
Regressão	ns	Quadr.		ns	Quadr.		ns	ns	Quadr.		ns	Quadr.		ns	Quadr.
CV	7,24			15,44			8,90			18,26			18,40		

RT: ração testemunha; PV50: peso vivo 50 dias; GPD 32-50: ganho de peso diário 32-50 dias; CRD 32-50: consumo de ração diário 32-50 dias; CA 32-50: conversão alimentar 32-50 dias; Custo/kg GP32-50: custo das rações, em reais, para cada quilo de ganho de peso dos 32 aos 50 dias de idade dos animais; CV: coeficiente de variação

Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de F (P<0,05).

*Diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05).

**Interação significativa (P<0,05).

ns= não significativo.

PV 50: $Y = 1400,62 + 49,5704GSM - 4,3155GSM^2$, $R^2 = 0,33$.

GPD 32-50: $Y = 34,0735 + 2,7539GSM - 0,2397GSM^2$, $R^2 = 0,33$.

CA 32-50: $Y = 3,4056 - 0,2668GSM + 0,0228GSM^2$, $R^2 = 0,30$.

Custo/kg GP: $Y = 1,9954 - 0,1639GSM + 0,0139GSM^2$, $R^2 = 0,32$.

Houve interação entre os tipos de glicerina e os níveis estudados para as variáveis de peso vivo, ganho de peso diário, conversão alimentar e custo por kg de ganho vivo de peso.

Embora o consumo de ração tenha sido semelhante entre os tratamentos ($P>0,05$), foi verificado comportamento quadrático para todas as variáveis de desempenho dos animais que consumiram as dietas com inclusão somente da glicerina semipurificada mista, com ponto de máxima de 5,74% para ambos, peso vivo e ganho de peso diário, enquanto a conversão alimentar e custo por kg apresentaram ponto de mínima de 5,85% e 5,90%, respectivamente. Aplicando-se o teste de Dunnett, apenas a dieta com o nível máximo de inclusão de glicerina semipurificada mista (12%) apresentou resultados piores ($P<0,05$) à dieta testemunha para as características acima mencionadas.

A causa para o pior desempenho é justificada pela menor quantidade de glicerol e ácidos graxos totais presentes na glicerina semipurificada mista em relação à vegetal (Tabela 1), acentuando essa diferença no desempenho dos animais com o maior nível de inclusão de glicerina, 12%.

Batista (2010), trabalhando com codornas de corte de um a 14 dias de idade, com a adição de 4, 8, 12 e 16% de glicerina semipurificada vegetal na dieta, encontrou piora linear na conversão alimentar dos animais conforme aumentou o nível de inclusão da glicerina na ração. Esses resultados discordam do presente trabalho, onde os piores resultados foram encontrados para a glicerina semipurificada mista, quando comparados com os da ração testemunha, porém somente em nível de 12% de inclusão do coproduto. Já Waldroup (2007), trabalhando com frangos de corte de um a 16 dias de idade, verificou que a inclusão de glicerina em até 10% da dieta não prejudicou o desempenho dos animais.

Durante a condução do experimento foram verificadas duas mortes no período dos 32 aos 50 dias de idade, para os animais que receberam as dietas com 6 e 9% de inclusão de glicerina semipurificada mista. Esses animais apresentaram diarreia, porém a causa desse distúrbio justifica-se por outra causa não ligada com o alimento em estudo.

Na Tabela 5 são apresentadas as médias estimadas do desempenho e custo da ração por kg de ganho de peso de coelhos, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo níveis crescentes de glicerina semipurificada vegetal e semipurificada mista. Para o período total de avaliação foi observada interação entre os tipos de glicerina e os níveis estudados para o peso vivo, ganho de peso diário, conversão alimentar e custo da ração por kg de peso vivo ganho, no entanto, não foi verificada diferença entre os tipos de glicerina estudados.

Tabela 5 – Médias estimadas das características de desempenho e custo da ração por quilo de ganho de peso vivo de coelhos alimentados, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina semipurificada vegetal (GSV) e mista (GSM)

Glicerina (%)	PV 70 (g)			GPD 32-70 (g)			CRD 32-70 (g)			CA 32-70			Custo/kg GP 32-70		
	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média
RT	2079			34,00			123,13			3,65			2,15		
3	2080	2105	2092	34,03	34,68	34,35	118,85	120,27	119,56	3,52	3,50	3,51	2,04	2,03	2,03
6	2051	2144	2097	33,25	35,70	34,47	118,67	121,23	119,95	3,60	3,42	3,51	2,05	1,98	2,01
9	2014	2116	2065	32,28	34,96	33,62	116,96	114,03	115,49	3,65	3,29*	3,47	2,08	1,90*	1,99
12	2126	1931*	2028	35,24	30,11*	32,67	117,90	118,37	118,13	3,38	3,99*	3,68	1,89*	2,32	2,10
Média	2068	2074		33,70	33,86		118,09	118,47		3,54	3,55		2,01	2,06	
Interação	**			**			ns			**			**		
Regressão	Quadrático			Quadrático			ns			Quadrático			Quadrático		
CV	6,33			10,21			5,66			10,60			10,67		

RT: ração testemunha; PV70: peso vivo 70 dias; GPD 32-70: ganho de peso diário 32-70 dias; CRD 32-70: consumo de ração diário 32-70 dias; CA 32-70: conversão alimentar 32-70 dias; Custo/kg GP32-70: custo das rações, em reais, para cada quilo de ganho de peso dos 32 aos 70 dias de idade dos animais; CV: coeficiente de variação

Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de F (P<0,05).

*Diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05).

**Interação significativa (P<0,05).

ns= não significativo.

PV 70: $Y = 2221,86 - 56,1759GSV + 3,9639GSV^2$, $R^2 = 0,74$ e $Y = 1932,55 + 74,7828GSM - 6,2115GSM^2$, $R^2 = 0,44$.

GPD 32-70: $Y = 37,7517 - 1,4783GSV + 0,1043GSV^2$, $R^2 = 0,74$ e $Y = 30,1383 + 1,9680GSM - 0,1635GSM^2$, $R^2 = 0,44$.

CA 32-70: $Y = 3,1930 + 0,1334GSV - 0,0097GSV^2$, $R^2 = 0,70$ e $Y = 4,1959 - 0,2837GSM + 0,0219GSM^2$, $R^2 = 0,54$.

Custo/kg GP 32-70: $Y = 1,8760 + 0,0680GSV - 0,0055GSV^2$, $R^2 = 0,44$ e $Y = 2,4346 - 0,1664GSM + 0,0129GSM^2$, $R^2 = 0,54$.

Com exceção do consumo de ração, todas as variáveis apresentaram comportamento quadrático para ambas as glicerinas. Para a glicerina semipurificada vegetal, foi verificado ponto de mínima para ambos, peso vivo e ganho de peso, de 7,07%, e para a conversão alimentar e custo por kg de peso vivo ganho, pontos de máxima de 6,88% e 6,18%. Para a semipurificada mista, o ponto de máxima para ambos, peso vivo e ganho de peso, foi de 6,02%, e para a conversão alimentar e custo por kg de ganho de peso os pontos de mínima foram de 6,48% e 6,45%.

O peso vivo e ganho de peso diário dos animais alimentados com 12% de inclusão de glicerina semipurificada mista na dieta foram inferiores ao observado nos animais que receberam a ração testemunha, com a aplicação do teste de Dunnett ($P < 0,05$), piorando a conversão alimentar nesse nível. Como o consumo de ração não diferiu entre os diferentes níveis de adição de glicerina semipurificada mista na dieta ($P > 0,05$), a piora no desempenho pode ser atribuída ao menor aporte energético metabólico devido à menor percentagem de glicerol apresentada por esta glicerina. No entanto, com 9% de adição do coproduto, a conversão alimentar foi melhor que a da testemunha, pois houve redução, embora apenas numericamente, no consumo de ração. Com a melhor conversão verificada no nível de 9% de inclusão do coproduto, conseqüentemente, o custo por kg de peso vivo ganho também foi melhor nesse nível, em comparação com a dieta testemunha.

Para a glicerina semipurificada vegetal, a maior viabilidade econômica em relação à testemunha, foi no nível de 12% de adição da glicerina. Embora o ganho de peso e o consumo de ração não tenham diferido dos animais alimentados com a dieta testemunha, houve, visivelmente, aumento no ganho de peso e redução no consumo de ração por parte dos animais que receberam a dieta com 12% de inclusão de glicerina semipurificada vegetal, resultando em maior viabilidade econômica em relação à dieta testemunha.

Simon et al. (1996), avaliando 5, 10, 15, 20 e 25% de inclusão de glicerina pura na dieta de frangos, concluíram que a inclusão de até 10% deste produto pode ser utilizado sem afetar o desempenho dos animais. Resultado semelhante foi encontrado por Berenchtein (2008) ao observar 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 sensivelmente o desempenho. Já Waldroup (2007), conduzindo estudos com inclusão de 0, 5 e 10% de glicerol, para frangos até os 42 dias de idade, notaram que a dieta com 5% de glicerina não diferiu da dieta controle, no entanto, a dieta com inclusão de 10% do coproduto não fluiu bem nos comedouros, inibindo o consumo de ração, resultando em menor crescimento e pior conversão alimentar. Neste trabalho, a inclusão das glicerinas semipurificadas na dieta não influenciou a qualidade dos pellets da ração.

No presente trabalho, a glicerina semipurificada mista incluída na dieta até o nível de 9%, também não influenciou o desempenho dos animais, além de ter melhorado a viabilidade econômica da produção. As dietas com o nível de inclusão mais elevado de glicerina mista, no entanto, permitiu os piores resultados de desempenho dos animais durante todo o período do experimento. Já a semipurificada vegetal pode ser incluída até o nível máximo estudado, pois proporcionou desempenho semelhante à ração testemunha, inclusive a um custo de produção menor, provavelmente em função da maior quantidade de glicerol e ácidos graxos em relação à semipurificada mista.

Na Tabela 6 são apresentados os rendimentos de carcaça, quarto posterior, membros anteriores, lombo e região tóraco-cervical de coelhos abatidos aos 70 dias de idade, submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão e tipos de glicerina. Houve interação entre níveis e tipos de glicerina para todas as variáveis estudadas, porém não foi verificada diferença entre os tipos de glicerina adicionados às dietas.

Foi observado comportamento quadrático para todas as variáveis, independente do tipo de glicerina, exceto para peso dos membros anteriores dos animais que consumiram a dieta com glicerina semipurificada vegetal. Os pontos de mínima para peso de carcaça, peso de quarto posterior, peso de lombo e peso de região tóraco-cervical dos animais que receberam a dieta com glicerina semipurificada vegetal, foram, respectivamente, 7,26, 6,90, 7,25 e 7,75%. Para os animais que consumiram a dieta com inclusão de glicerina semipurificada mista, os pontos de máxima foram 6,20, 6,32, 7,18, 6,18 e 5,75% para as variáveis de peso de carcaça, peso de quarto posterior, peso de membros anteriores, peso de lombo e peso de região tóraco-cervical, respectivamente.

Com a aplicação do teste de Dunnett ($P < 0,05$), os pesos de carcaça, lombo e região tóraco-cervical dos animais que receberam a dieta com glicerina semipurificada vegetal, foram inferiores aos apresentados pelos animais alimentados com a dieta testemunha nos níveis de 6 e 9% de inclusão, seguindo o comportamento observado para o peso final dos animais (70 dias) nestes mesmos níveis de inclusão. Para peso de quarto posterior, o pior resultado foi encontrado com o nível de 9% de adição de glicerina semipurificada vegetal. Para a glicerina semipurificada mista, todas as variáveis, com exceção do peso dos membros anteriores, apresentaram valores inferiores aos da testemunha, em nível de 12% de inclusão. O pior resultado verificado para a glicerina semipurificada mista no peso dos cortes para os animais alimentados com 12% de inclusão do coproduto pode ser atribuído ao menor peso de abate dos animais, refletindo diretamente em menor peso de carcaça e dos cortes.

Tabela 6 – Médias estimadas dos pesos da carcaça e cortes comerciais de coelhos alimentados, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina semipurificada vegetal (GSV) e mista (GSM)

Glicerina (%)	Peso Carcaça (g)			Peso Posterior (g)			Peso Anterior (g)			Peso Lombo (g)			Peso RTC (g)		
	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média
RT	1200			390			135			301			269		
3	1157	1166	1161	377	381	379	129	126	127	285	289	287	266	264	265
6	1099*	1188	1143	370	392	381	128	133	130	259*	287	273	241*	269	255
9	1097*	1187	1142	364*	387	375	124	134	129	265*	299	282	242*	262	252
12	1176	1059*	1117	389	355*	372	130	122	126	290	249*	269	260	235*	247
Média	1132	1150		375	379		128	129		275	281		252	257	
Interação	**			**			**			**			**		
Regressão	Quadrático			Quadrático			ns			Quadrático			Quadrático		
CV	4,77			5,16			6,44			7,27			7,26		

RT: ração testemunha; RTC: região tóraco-cervical; CV: coeficiente de variação.

Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de F (P<0,05).

*Diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05).

**Interação significativa (P<0,05).

ns= não significativo.

Carcaça: $Y = 1289,37 - 55,1407GSV + 3,7958GSV^2$, $R^2 = 0,96$ e $Y = 1043,88 + 51,6415GSM - 4,1628GSM^2$, $R^2 = 0,49$.

Posterior: $Y = 407,3810 - 12,3845GSV + 0,8976GSV^2$, $R^2 = 0,73$ e $Y = 346,6370 + 14,8823GSM - 1,1779GSM^2$, $R^2 = 0,56$.

Anterior: $Y = 107,6270 + 7,6331GSM - 0,5314GSM^2$, $R^2 = 0,92$.

Lombo: $Y = 334,7020 - 21,0545GSV + 1,4513GSV^2$, $R^2 = 0,96$ e $Y = 247,3190 + 16,6463GSM - 1,3475GSM^2$, $R^2 = 0,41$.

RTC: $Y = 310,9090 - 18,6715GSV + 1,2051GSV^2$, $R^2 = 0,96$ e $Y = 240,5720 + 10,3612GSM - 0,9006GSM^2$, $R^2 = 0,37$.

Na Tabela 7 encontram-se as médias estimadas para o rendimento das vísceras comestíveis de coelhos abatidos aos 70 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de glicerina semipurificada vegetal e mista na dieta. Foi detectada interação entre tipos e níveis de glicerina apenas para o rendimento dos rins, com aumento linear para os animais alimentados com níveis crescentes de ambas as gliceras.

Aplicando-se o teste de Dunnett ($P < 0,05$), os animais alimentados com os níveis de 6, 9 e 12% de inclusão de glicerina semipurificada vegetal apresentaram valores superiores para rendimento de rins em relação àqueles da dieta testemunha e, para a semipurificada mista, os maiores valores foram observados nos níveis de 9 e 12% de inclusão. Provavelmente, esse aumento no rendimento dos rins esteja relacionado com a grande quantidade de glicerol presente nos coprodutos, saturando a enzima glicerol quinase no fígado, responsável pela metabolização do glicerol a glicerol-3-fosfato e aos intermediários da glicólise, dihidroxiacetona fosfato e gliceraldeído-3-fosfato (Lin et al., 1976). Assim, o glicerol que não foi metabolizado vai para os rins, onde também existe a enzima. Os rins, na tentativa de metabolizar o excesso de glicerol vindo do fígado, aumentam a retenção de líquidos e, conseqüentemente, seu peso. Com a inclusão crescente das gliceras, o balanço cátion-aniônico das dietas (Tabela 3) não foi afetado, uma vez que estes coprodutos apresentam baixa quantidade de minerais na composição.

Dependendo da necessidade energética do animal, o glicerol, vindo da dieta ou do tecido adiposo, é tanto metabolizado no fígado, para fornecer energia às células do órgão sempre que necessário, quanto entra na via da gliconeogênese, para o fígado produzir glicose para uso pelo resto do corpo (Dasari, 2007). Portanto, qualquer excesso de glicerol fornecido na dieta dos animais pode induzir a adaptações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas, especialmente no fígado, podendo alterar também os rins (Cryer & Bartley, 1973). Isso foi comprovado por Lin et al. (1976), que estudaram o efeito da glicerina na atividade lipogênica em ratos e frangos, notando que a adição de 20% de glicerina na dieta de ratos, por três semanas, causou aumento do peso de fígado e um aumento marcante na atividade de enzimas lipogênicas nesse órgão. Por outro lado, nos frangos não foi verificada alteração no peso de fígado e ocorreu queda na atividade das enzimas lipogênicas. No entanto, no presente trabalho o peso de fígado não foi influenciado pelos níveis e nem pelo tipo de glicerina usada na dieta, assim como o peso de coração. Estudos mais aprofundados ainda precisam ser realizados para entender o papel do glicerol exógeno no metabolismo animal.

Tabela 7 – Médias estimadas do rendimento das vísceras de coelhos alimentados, dos 32 aos 70 dias de idade, com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina semipurificada vegetal (GSV) e mista (GSM)

Glicerina (%)	Rendimento Fígado (%)			Rendimento Rins (%)			Rendimento Coração (%)		
	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média
RT	5,45			1,07			0,53		
3	5,03	5,18	5,11	1,22	1,07	1,15	0,58	0,51	0,55
6	5,30	5,47	5,39	1,53*	1,26	1,40	0,56	0,53	0,55
9	5,78	5,52	5,65	1,64*	1,55*	1,60	0,58	0,58	0,58
12	5,32	6,07	5,70	1,81*	1,66*	1,74	0,54	0,54	0,54
Média	5,36	5,56		1,55	1,39		0,57	0,54	
Interação	ns			**			Ns		
Regressão	ns			Linear	Linear				ns
CV	14,66			14,02			13,75		

RT: ração testemunha; CV: coeficiente de variação.

Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de F (P<0,05).

*Diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05).

**Interação significativa (P<0,05).

ns= não significativo.

Rins: $Y = 1,0772 + 0,0639GSV$, $R^2 = 0,95$ e $Y = 0,8674 + 0,0691GSM$, $R^2 = 0,97$.

Na Tabela 8 são apresentadas as variáveis de relação carne/ossos, teor de lipídios, perdas por cozimento, matéria seca, cinzas e proteína bruta da carne de coelhos alimentados com rações contendo níveis crescentes de glicerina semipurificada vegetal e mista. Foi verificada interação entre os tipos e os níveis de adição de glicerina nas dietas apenas para a quantidade de lipídios da carne, onde a inclusão de glicerina semipurificada mista na dieta favoreceu maior acúmulo de gordura na carne, apesar de apresentar menor quantidade de glicerol em sua composição (Tabela 4). A glicerina semipurificada mista também permitiu maior deposição de carne na coxa em relação à vegetal. Oliveira & Lui (2006), trabalhando com coelhos abatidos aos 75 dias de idade, obtiveram relação carne/ossos de 6,47, valor superior ao deste trabalho (5,88).

A maior deposição de gordura na coxa para aqueles animais alimentados com a dieta com inclusão de glicerina semipurificada mista justifica-se pela maior quantidade de extrato etéreo presente nas dietas com 9 e 12% de glicerina semipurificada mista.

Não foi verificada nenhuma diferença para nível e/ou tipo de glicerina para perdas por cozimento, matéria seca, cinzas e proteína da coxa, por isso foram apresentadas apenas as médias gerais destas variáveis na tabela. Lima et al. (2007), trabalhando com coelhos em diferentes densidades populacionais, encontraram para a proteína bruta e gordura da carne valores superiores ao deste trabalho, com valores médios de, respectivamente, 23,43 e 4,30%. Já para cinzas e matéria seca, o valor obtido foi muito semelhante ao do presente estudo, 4,13 e 25,43%. Hernandez et al. (2004), avaliando o efeito da seleção da taxa de crescimento sobre a composição e qualidade da carcaça de coelhos, encontraram para a proteína bruta da carne valor médio de 20,90%, resultado igual ao apresentado neste estudo.

Tabela 8 – Relação carne/osso (C/O), perdas por cozimento (PCOZ), matéria seca (MS), cinzas (CZ), proteína bruta (PB) e lipídios (LP) da carne de coelhos em crescimento alimentados com diferentes níveis de glicerina semipurificada vegetal (GSV) e mista (GSM) na ração

Glicerina (%)	Relação carne/osso			Lipídios (%)			PCOZ (%)	MS (%)	CZ (%)	PB (%)
	GSV	GSM	Média	GSV	GSM	Média				
RT	5,70			3,06			35,42	26,38	4,16	21,05
3	5,69	6,05	5,87	3,56	2,98	3,27	36,73	26,68	4,42	21,27
6	5,20	5,72	5,46	2,86	2,97	2,91	36,38	25,79	4,57	21,30
9	5,63	6,47	6,05	2,54	3,30	2,92	36,35	25,96	4,60	21,24
12	5,74	6,57	6,15	2,59	4,18	3,38	37,48	25,82	4,34	20,82
Média	5,56 ^b	6,20 ^a		2,89 ^b	3,36 ^a					
Interação	ns			**			ns	ns	ns	ns
Regressão	ns			Linear			ns	ns	ns	ns
CV	7,68			14,82			4,55	4,13	5,28	4,87

RT: ração testemunha; CV: Coeficiente de variação.

Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de F (P<0,05).

*Diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05).

**Interação significativa (P<0,05).

ns= não significativo.

Lipídios: $Y = 3,7850 - 0,1214GBV$, $R^2 = 0,79$ e $Y = 2,3562 + 0,1352GBM$, $R^2 = 0,79$.

Conclusões

As glicerinas semipurificadas vegetal e mista apresentaram energia digestível de 4.048 e 3.697 kcal/kg MS, respectivamente, mostrando serem fontes altamente energéticas. A glicerina semipurificada vegetal pode ser incluída em nível de 12% da dieta e a semipurificada mista até o nível de 9%, neste estudo, sem afetarem o desempenho dos animais, peso de carcaça e cortes comerciais, além de reduzirem o custo de produção.

Literatura Citada

- ADEOLA, O.; ILELEJI, K.E. Comparison of two diet types in the determination of metabolizable energy content of corn distillers dried grains with soluble for broiler chickens by the regression method. **Poultry Science**, v.88, p.579-585, 2009.
- BARTLET, J.; SCHNEIDER, D. Investigation on the energy value of glycerol in the feeding of poultry and pig. **Union for the Promotion of Oilseeds-Schriften Heft**, v.17, p.15-36, 2002.
- BATISTA, E. **Avaliação nutricional do glicerol para codornas de corte**. 2010. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.
- 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.
- BERENCHTEIN, B. **Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação**. 2008. 45f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Programa Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- BERNAL, G.; GARZA, J.D.; VIANA, M. et al. Effect of inclusion of glycerol or vegetable oil in diets with molasses for growing pigs and poultry. **Veterinaria México**, v.9, p.91-94, 1978.
- BLAS, E.; GIDENNE, T. Digestion of starch and sugars. In: DE BLAS, C.; WEISEMAN, J. (Ed.). **The nutrition of rabbit**. Wallingford: CABI Publishing, 1998. p.17-38.
- BLIGH, E.C.; DYER, W.J.A rapid method of total lipid: extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.
- CRYER, A.; BARTLEY, W. Studies of the adaptation of rats to a diet high in glycerol. **International Journal of Biochemistry**, v.4, p.293-308, 1973.
- DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis. A. General**, v.281, p.225-231, 2005.
- DASARI, M. Crude glycerol potential described. **Feedstuffs Reprint**, v.43, n.79, p.1-3, 2007.
- DE BLAS, C.; WISEMAN, J. **The nutrition of the rabbit**. Cambridge: University Press - CAB International, 1998.
- EXPEDITO, J.S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Salvador: Rede Baiana de Biocombustíveis, 2003.
- HERNANDEZ, P.; ALIAGA, S.; PLA, M. et al. The effect of selection for growth rate and slaughter age on carcass composition and meat quality traits in rabbits. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3138-3143, 2004.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.S. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Poultry Science**, v.87, p.104-107, 2008.
- LIMA, K.A.O; CARNEIRO, M.I.F.; MOURA, D.J. A composição química da carne de coelhos submetidos a diferentes densidades populacionais. **BioEng**, v.1, n.2, p.173-180, 2007.
- LIN, M.H.; ROMSOS, D.R.; LEVEILLE, G.A. Effect of glycerol on lipogenic enzyme activities and on fatty acids synthesis in the rat and chicken. **Journal of Nutrition**, v.106, p.1668-1677, 1976.

- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report / Storrs Agricultural Experiment Station**, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- OLIVEIRA, M.C.; LUI, J.F. Desempenho, características de carcaça e viabilidade econômica de coelhos sexados abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1149-1155, 2006.
- PEREZ, J.M.; LEBAS, F.; GIDENNE, T. et al. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. **World Rabbit Science**, v.3, n.1, p.41-43, 1995.
- PILES, M.; BLASCO, A.; PLA, M. The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbit. **Meat Science**, v.54, p.347-355, 2000.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 1.ed. Viçosa: UFV, 2005.
- SAEG - Sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SIMON, A.; BERGNER, H.; SCHWABE, M. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v.49, n.2, p.103-112, 1996.
- SÜDEKUM, K.-H. Co-products from biodiesel production. In: GARNSWORTHY, P. C.; Wiseman, J. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, 2008. p.210-219.
- WAGNER, H. Glycerol in animal feeding: a byproduct of alternative fuel production. **Mühle Mischfuttertechnik**, v.131, p.621-622, 1994.
- WALDROUP, P.W. Biofuels and broilers: competitors or cooperators? In: MID-ATLANTIC NUTRITION CONFERENCE, 5., 2007, Timonium. **Proceedings...** Timonium: University of Maryland, 2007.p.25-34.