

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE GLICERINA  
NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS

Autora: Karla Marielli Oliveira Boso  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Alice Eiko Murakami

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Setembro – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE GLICERINA  
NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS

Autora: Karla Marielli Oliveira Boso  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Alice Eiko Murakami

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

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Setembro – 2011

**Aos**

*Meus pais Joaquim e Edna e ao meu irmão Marcelo pelo esforço que fizeram sem medida para me proporcionar um futuro diferente. Pelo amor, carinho, compreensão, respeito, amizade, incentivo e por estar comigo sempre me ajudando nos momentos mais difíceis. Amo muito vocês!*

***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por permitir subir mais este degrau em minha vida.

À Professora Dra. Alice Eiko Murakami, por ajudar a conquistar meus objetivos e pelas conversas, conselhos, risadas, carinho, paciência e broncas...mas sempre querendo o meu melhor e me incentivando a crescer. Muito obrigada professora.

À doutoranda Cinthia Eyng, por estar presente na execução desde projeto e pela amiga - irmã que ganhei.

À professora Dra. Simara Márcia Marcato, pelos conselhos e amizade.

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

Aos alunos de graduação e pós graduação integrantes do grupo de pesquisa em avicultura da UEM e demais amigos que de forma direta e indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho, em especial à Alexandra Potença, Ana Flávia Quiles Marques Garcia, Andressa Aparecida Pericato, Carlos Rocha Costa, Celma Eliete Ferreira dos Santos, Cristiane Regina do Amaral Duarte, Fábio Ono, Fernando José Ugnani, Guilherme Rodrigues, Jamile Corina Fanhani, Ivan Camilo Rojas, Juliana Cantos Faveri, Karoline Stuewe de Mello, Leandro Eiji Nakagawa, Luciana Maria

Garcia de Souza, Mayra Dias Vargas, Mariana Fátima Zanon Ferreira.

Aos demais amigos da Pós-Graduação, Bruna P. Neto, Ivan G. Araújo, Marciana Retore, Nadine W. Santos, Paula A. Grande, Paulo L. O. Carvalho, Thais C. Carneiro, enfim, a todos os que estiveram juntos no decorrer do mestrado, obrigado pela amizade, apoio, e pelos momentos que passamos juntos.

Ao Denilson dos Santos Vicentin e Rose Mary Pepinelli, funcionários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

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

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, em especial aos senhores: Antonio R. Q. Filho (Seu Toninho) e Valentin.

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

## BIOGRAFIA

Karla Marielli Oliveria Boso, filha de Carlos Roberto Boso e Edna de Oliveira Martins, nasceu em Maringá, Paraná, no dia 29 de abril de 1985.

Em fevereiro de 2009, concluiu o Curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em março de 2009, iniciou o Curso de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração: Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de nutrição de aves.

No dia 29 de Setembro de 2011, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMO .....	xiii
ABSTRACT .....	xv
I. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Definição e processamento da glicerina bruta e semi-purificada .....	2
1.2. Metabolismo do glicerol .....	4
1.3. Limitações do uso da glicerina .....	6
1.5. Glicerina na alimentação de monogástricos .....	8
1.6. Literatura Citada .....	11
II. OBJETIVOS GERAIS .....	14
2.1. Objetivos Específicos .....	14
III. UTILIZAÇÃO DE GLICERINA BRUTA E SEMI-PURIFICADA VEGETAL NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS .....	15
3.1. Introdução .....	17
3.2. Material e Métodos .....	18
3.2.2. Qualidade do ovo .....	21
3.2.3. Umidade de excretas .....	22
3.2.4. Perfil lipídico da gema e da ração controle .....	22
3.2.5. Diferentes tempos e formas de armazenamento do ovo .....	24
3.2.6. Análises Estatística .....	24
3.3. Resultados e Discussão .....	26
3.4. Conclusão .....	42

3.5. Literatura citada .....	43
IV. UTILIZAÇÃO DE GLICERINA BRUTA E SEMI-PURIFICADA MISTA NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS .....	46
4.1. Introdução .....	48
4.2. Material e Métodos .....	49
4.2.1. Composição química das Glicerinas .....	51
4.2.3. Umidade de excretas .....	53
4.2.4. Perfil lipídico da gema e da ração controle.....	53
4.2.5. Diferentes tempos e formas de armazenamento do ovo .....	55
4.2.6. Análises Estatística .....	55
4.3. Resultados e Discussão .....	57
4.4. Conclusão.....	74
4.5. Literatura Citada .....	75
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78



## LISTA DE TABELAS

I. INTRODUÇÃO.....	1
Tabela 1. Padrão mínimo de qualidade da glicerina para alimentação animal.....	8
III. UTILIZAÇÃO DE GLICERINA BRUTA E SEMI-PURIFICADA VEGETAL NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS .....	15
Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais com glicerina bruta e glicerina semi-purificada vegetal.....	19
Tabela 2. Composição química das gliceras bruta e semi-purificada vegetal.....	20
Tabela 3. Composição de ácidos graxos (%) das gliceras bruta e semi-purificada vegetal. ....	21
Tabela 4. Composição (%) dos ácidos graxos da ração controle.....	23
Tabela 5. Desempenho médio de poedeiras alimentadas com glicerina bruta e semi-purificada vegetal.....	26
Tabela 6. Qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com glicerina bruta e semi-purificada vegetal.....	29
Tabela 7. Umidade de excreta de poedeiras alimentadas com glicerina bruta e semi-purificada vegetal.....	30
Tabela 8. Perfil de ácidos graxos da gema do ovo (%) de poedeiras comerciais, alimentadas com glicerina bruta vegetal.....	35

Tabela 9. Perfil de ácidos graxos da gema do ovo (%) de poedeiras comerciais, alimentadas com glicerina semi-purificada vegetal ..... 40

Tabela 10. Interação para perfil de ácidos graxos da gema do ovo (%) de poedeiras comerciais, alimentadas com glicerina bruta e semi-purificada vegetal .....41

#### IV. UTILIZAÇÃO DE GLICERINA BRUTA E SEMI-PURIFICADA MISTA NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS ..... 46

Tabela 1. Composição percentual calculada das rações experimentais com glicerina bruta e semi-purificada mista..... 50

Tabela 2. Composição química das glicerinas bruta e semi-purificada mista. .... 51

Tabela 3. Composição de ácidos graxos (g/100g de lipídios) das glicerinas bruta e semi-purificada mista..... 52

Tabela 4. Composição (%) dos ácidos graxos da ração controle..... 54

Tabela 5. Desempenho médio de poedeiras alimentadas com glicerina bruta e semi – purificada mista..... 58

Tabela 6. Umidade de excreta de poedeiras alimentadas com glicerina bruta e semi-purificada mista..... 60

Tabela 7. Qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com glicerina bruta e semi – purificada mista.....61

Tabela 8. Perfil de ácidos graxos da gema do ovo (%) de poedeiras comerciais, alimentadas com glicerina bruta mista ..... 66

Tabela 9. Perfil de ácidos graxos da gema do ovo (%) de poedeiras comerciais, alimentadas com glicerina semi-purificada mista ..... 72

Tabela 10. Interação para o perfil de ácidos graxos da gema do ovo (%) de poedeiras comerciais, alimentadas com glicerina bruta e semi-purificada mista .....73

## LISTA DE FIGURAS

I. INTRODUÇÃO.....	1
Figura 1. Fórmula estrutural do glicerol .....	2
Figura 2. Fluxograma da produção de biodiesel.....	4
Figura 3. Metabolismo do glicerol no organismo animal.....	5
Figura 4. Metabolismo do metanol no fígado.....	7
III. UTILIZAÇÃO DE GLICERINA BRUTA E SEMI-PURIFICADA VEGETAL NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS .....	15
Figura 1. Porcentagem de postura em função dos níveis de glicerina bruta vegetal na ração.....	28
Figura 2. Altura de albúmen em função dos dias de armazenamento dos ovos em diferentes temperaturas. ....	32
Figura 3. Unidade de Haugh em função dos dias de armazenamento dos ovos em diferentes temperaturas. ....	32
Figura 4. pH em função dos dias de armazenamento dos ovos em diferentes temperaturas. ....	33
Figura 5. Porcentagem de ácido oléico (C18:1n-9) em função dos níveis de glicerina bruta vegetal na ração.....	37

Figura 6. Porcentagem de ácidos insaturados (USFA) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta vegetal na ração.....	37
Figura 7. Porcentagem de ácidos monoinsaturados (MUFA) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta vegetal na ração.....	38
Figura 8. Porcentagem da relação de ácidos monoinsaturados/saturados (MUFA/SFA) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta vegetal na ração.....	38
Figura 9. Porcentagem de relação ômega 6/3 na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta vegetal na ração.....	39
Figura 10. Porcentagem do ácido mirístico (C14:0) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta vegetal na ração.....	39
<b>IV. UTILIZAÇÃO DE GLICERINA BRUTA E SEMI-PURIFICADA MISTA NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS .....</b>	<b>46</b>
Figura 1. Efeito da Glicerina semi-purificada vegetal na conversão alimentar (kg/dz)... ..	57
Figura 2. Umidade de excreta em função dos níveis de glicerina bruta mista na ração.....	59
Figura 3. Umidade de excreta em função dos níveis de glicerina semi-purificada mista na ração.....	60
Figura 4. Altura de albúmen em função dos dias de armazenamento dos ovos em diferentes ambientes, provenientes de poedeiras alimentadas com glicerina. ....	62
Figura 5. Unidade de Haugh em função dos dias de armazenamento dos ovos e dos níveis de inclusão de glicerina na ração, para os diferentes ambientes de armazenamento dos ovos. ....	63
Figura 6. pH em função dos dias de armazenamento dos ovos em diferentes ambientes. ....	64
Figura 7. Porcentagem do ácido eicosanóico (C20:0) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta mista na ração.....	68
Figura 8. Porcentagem do ácido araquidônico (C20:4n-6) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta mista na ração.....	69
Figura 9. Porcentagem de ácidos saturados (SFA) em função dos níveis de glicerina bruta mista na ração.....	69
Figura 10. Porcentagem da relação de ácidos poliinsaturados/saturados (PUFA/SFA) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta mista na ração.....	70

Figura 11. Porcentagem do ácido linoléico (C18:2n-6) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina semi-purificada mista na ração.....70

Figura 12. Porcentagem de ácidos poliinsaturados (PUFA) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina semi-purificada mista na ração.....71

Figura 13. Porcentagem da relação de ácidos poliinsaturados/saturados (PUFA/SFA) em função dos níveis de glicerina semi-purificada mista na ração.....71

Figura 14. Porcentagem de ômega 6 na gema do ovo em função dos níveis de glicerina semi-purificada mista na ração.....71

## RESUMO

Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de determinar a composição química, e avaliar seus efeitos no desempenho zootécnico de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo quatro tipos de glicerinas: Glicerina bruta vegetal (GBV), glicerina semi-purificada vegetal (GSPV), glicerina bruta mista (GBM) e glicerina semi-purificada mista (GSPM), oriundas da produção de biodiesel. No Experimento 1 foram utilizados 440 poedeiras da linhagem Hy-Line W36 com 35 semanas de idade. O experimento teve duração de 112 dias, dividido em quatro ciclos de 28 dias cada. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5+1 (2 tipos de glicerinas GBV e GSPV de origem vegetal) x 5 níveis (1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 %) + 1 ração controle (RC)), com cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Para os parâmetros de desempenho, qualidade dos ovos e umidade de excretas não houve interação entre os diferentes tipos e níveis de glicerina ( $P>0,05$ ), com exceção da porcentagem de postura, que teve um efeito ( $P<0,05$ ) linear positivo para a GBV. O consumo de ração apresentou diferença ( $P<0,05$ ) para o tipo de glicerina, observando valores maiores para GSPV. Para os diferentes tempos e temperaturas de armazenamento dos ovos, foi observado um comportamento linear negativo ( $P<0,05$ ) para altura de albúmen e unidade de Haugh. O pH aumentou ( $P<0,05$ ) conforme o tempo de armazenamento e a temperatura. A porcentagem de ácidos graxos poliinsaturados e insaturados nas gemas aumentou ( $P<0,05$ ) com o uso das GBV e GSPV, respectivamente. No Experimento 2 foram utilizados 440 poedeiras da linhagem Hy-Line W36 com 39 semanas de idade. O experimento teve duração de 112 dias, dividido em quatro ciclos de 28 dias cada. As

aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial  $2 \times 5 + 1$  (2 tipos de glicerinas GBM e GSPM de origem vegetal mais gordura animal) x 5 níveis (1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 %) + 1 ração controle (RC)), com cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Para os parâmetros de desempenho e qualidade de ovos, não houve interação significativa entre os tipos e níveis de glicerina ( $P > 0,05$ ), com exceção para conversão alimentar (kg/dz) que teve um comportamento linear para a GSPM. O consumo diferiu ( $P < 0,05$ ) para o tipo de glicerina, apresentando maiores valores para GSPM. A umidade de excretas aumentou ( $P < 0,05$ ) linearmente para as duas glicerinas. Os dados de tempo de armazenamento dos ovos em diferentes temperaturas, revelou interação entre temperatura x tempo, para as variáveis altura de albúmen, pH e Unidade de Haugh. A unidade de Haugh foi influenciada pelo nível de inclusão de glicerina. A % de ácidos poliinsaturados nas gemas aumentou ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de GBM nas rações e os ácidos monoinsaturados diminuiu ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de GSPM. Os diferentes tipos de glicerinas semi-purificada e bruta podem ser utilizadas na dieta de poedeiras até o nível de 7,5% sem afetar o desempenho e qualidade dos ovos. Porém, deve ser feita uma análise físico química criteriosa das mesmas, para que não ocorra um excesso de sódio na ração, e venha prejudicar a umidade de excreta.

**PALAVRAS CHAVE:** glicerol, qualidade de ovo, tempo de armazenamento

## ABSTRACT

Two experiments were conducted to determine the chemical composition, and evaluate its effects on the performance of laying hens fed with diets containing four types of glycerin: Crude Vegetable Glycerin (GBV), semi-purified vegetable glycerin (GSPV), mixed crude glycerin (GBM) and mixed semi-purified glycerin (GSPM), from the production of biodiesel. 440 Hy-Line W36 laying hens at 35 weeks of age were used in experiment 1. The experiment lasted 112 days, divided into four periods of 28 days each. The birds were distributed in a completely randomized factorial scheme  $2 \times 5 + 1$  (two types of vegetable glycerin GBV and GSPV)  $\times$  5 levels (1.5, 3.0, 4.5, 6.0 and 7.5 %) + 1 control diet (RC)), with five replicates and eight birds per experimental unit. For the parameters of performance, eggs quality and excreta moisture there was no interaction between the different types and levels of glycerin ( $P > 0.05$ ) except the egg laying percentage, which had an linear positive effect ( $P < 0.05$ ) for GBV. Feed intake was different ( $P < 0.05$ ) for the type of glycerin, observing higher values for GSPV. For different times and temperature of eggs storage, there was a negative linear behavior ( $P < 0.05$ ) for albumen height and Haugh unit. The pH increased ( $P < 0.05$ ) according to storage time and temperature. The percentage of polyunsaturated and unsaturated fatty acids in egg yolks increased ( $P < 0.05$ ) with the use of GBV and GSPV, respectively. 440 Hy-Line W36 laying hens at 39 weeks of age were used in experiment 2. The experiment lasted 112 days, divided into four periods of 28 days each. The birds were



distributed in a completely randomized factorial scheme 2x5 +1 (two types of vegetable glycerin GBM and GSPM plus animal fat) x 5 levels (1.5, 3.0, 4.5, 6.0 and 7.5%) + 1 control diet (RC)), with five replicates of eight birds per experimental unit. For the parameters of performance and quality of eggs, there was no significant interaction between the types and levels of glycerin ( $P > 0.05$ ) except for feed conversion (kg/dz) which had a linear behavior for GSPM. Feed intake differed ( $P < 0.05$ ) for the type of glycerin, showing higher values for GSPM. The excreta moisture increased ( $P < 0.05$ ) linearly for both glycerin types. The data for eggs storage time in different temperature revealed time x temperature interaction between for the variables albumen height, pH and Haugh Unit. The Haugh Unit was influenced by the level of glycerin inclusion. The percentage of polyunsaturated acids in egg yolks increased ( $P < 0.05$ ) with the inclusion of GBM in diets and monounsaturated fatty acids decreased ( $P < 0.05$ ) with the inclusion of GSPM. The different types of semi-purified glycerin and crude glycerin can be used in laying hen diets to the level of 7.5% without affecting performance and egg quality. However, a careful physical chemistry analysis should be carried out, so that no sodium excess occurs in the diet, affecting the moisture of excreta.

**KEY WORDS:** glycerol, egg quality, storage time

## I. INTRODUÇÃO

A avicultura no Brasil vem crescendo nas diversas regiões do país, com isso pesquisadores têm sido levados a desenvolver novas pesquisas com o objetivo de aperfeiçoar estudos nas áreas de genética, nutrição, manejo e sanidade, visando um alto desempenho zootécnico com baixos custos de produção. A formulação de ração representa um dos maiores gastos da produção avícola, pois esta depende fortemente dos grãos de cereais, como o milho, sendo ele o carboidrato principal fornecedor de energia nos processos metabólicos para as aves e suínos.

A produção de biocombustível nos últimos anos vem aumentando, justamente pela preocupação do aquecimento global e a busca por alternativas renováveis que possam substituir fontes fósseis. Dentre estes, destaca-se o biodiesel, que é produzido através de óleos vegetais e gordura animal, obtidos através da catalise básica, utilizando o hidróxido de sódio ou potássio como catalisadores ou ainda pela esterificação desses materiais na presença de catalisadores ácidos, na qual ocorre a transformação de triglicerídeos em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos, tendo como co-produto a glicerina bruta, com teores de glicerol variando de 80 a 95% (Ramos et al., 2000).

Em 13 de janeiro de 2005, a lei 11.097, proporcionou incentivar as empresas produtoras de biodiesel no Brasil, tornando obrigatória a adição de 2% de biodiesel no óleo diesel vendido no país a partir de 2008. Para 2013, o percentual deveria ser aumentado para 5%, mas segundo Agência Nacional do petróleo (2010), o Brasil antecipou em três anos a meta de introduzir 5% de biodiesel em todo óleo diesel comercializado no Brasil. De acordo com o Programa Nacional de Produção e Uso do

biodiesel, em 1 de janeiro de 2010, todo óleo diesel obrigatoriamente deve conter 5% de biodiesel (ANP, 2010).

Nas indústrias, várias são as aplicações da glicerina quando purificada, ou seja, com 95,5 a 99% de glicerol em sua composição, sendo utilizada em cosméticos e produtos farmacêuticos (Budavari, 1989). No entanto, são necessários processos complexos e de alto custo para que essa matéria-prima alcance as exigências em grau de pureza necessária para estes fins (Diniz, 2008). Frente a essa grande escala de produção, e sua variação na quantidade de glicerol, uma alternativa seria o uso da glicerina bruta na alimentação animal, por apresentar um alto valor energético.

Pesquisas têm demonstrado que a glicerina bruta pode ser usada como fonte de energia em dietas de frangos de corte (Simon et al., 1996, 1997; Cerrate et al., 2006; Dozier et al., 2008), poedeiras (Lammers et al., 2008; Swiatkiewicz et al., 2009; Yalçın et al., 2010) e suínos (Mourot et al., 1994; Kijora et al., 1995, 1997; Lammers et al., 2008b).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso das glicerinas bruta e semi-purificada de origem de óleo vegetal e mista (gordura animal + óleo vegetal) na alimentação de poedeiras comerciais e quais os níveis adequados a serem utilizados.

### 1.1. Definição e processamento da glicerina bruta e semi-purificada

O glicerol (Figura 1) ou propano-1,2,3-triol é um composto orgânico pertencente a função álcool, líquido a temperatura ambiente (25°C), higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado (IUPAC, 1993). O termo glicerol aplica-se geralmente ao composto puro, enquanto o termo glicerina aplica-se aos produtos comerciais que contenham 95% ou mais, de glicerol na sua composição (Felizardo et al., 2006).

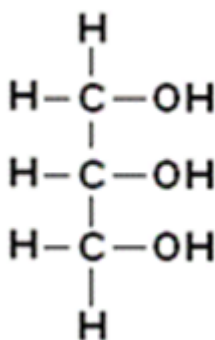


Figura 1. Fórmula estrutural do glicerol

O glicerol, desde 1959, é reconhecido como substância atóxica, permitido como aditivo em alimentos, e também considerado como uma substância GRAS (Generally Regraded as Safe) pelo FDA (Food and Drug Administratio) dos Estados Unidos, e permitido em alimentos enlatados (Morrison, 1994). No Brasil, seu uso em produtos alimentícios é assegurado pela Resolução de nº 386, de 5 de Agosto de 1999.

Quando a glicerina é purificada, várias são as aplicações da glicerina, podendo ser utilizada em alimentos, bebidas, cosméticos, medicamentos e na indústria de tabaco (Peres et. Al., 2005). Mais para que essa glicerina seja purificada, são necessários processos complexos e de alto custo para que essa matéria prima alcance as exigências em grau de pureza para estes fins (Diniz, 2005).

A glicerina pode ser comercializada sem purificação (Glicerina Natural), na forma bruta (alto conteúdo de ácidos graxos) ou semi-purificada (loira) o qual apresenta baixos teores de ácidos graxos (Carvalho et al., 2010).

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).

A glicerina é obtida de triglicerídeos a partir do processo de produções de sabões, do isolamento dos ácidos graxos e atualmente, pela transesterificação, durante a obtenção do biodiesel (Figura 2). A mistura de uma fonte de óleo vegetal (soja, girassol amendoim, mamona, etc), gordura animal (sebo, gordura de aves ou suínos, etc) ou óleos reutilizados com um álcool e um catalisador possibilita a ruptura das moléculas de triglicerídeos em metil ésteres, chamados de biodiesel, e glicerina. Os catalisadores mais comuns são o hidróxido de sódio e o hidróxido de potássio, e são empregados em concentrações de 0,3 a 0,6%.

Metanol é o álcool geralmente usado para substituir o glicerol. O biodiesel e a glicerina bruta, ambos estarão contaminados com triglicerídeos, metanol e quantidades variadas de sódio e potássio (Van Gerpen et al., 2004). O grau de contaminação da glicerina dependera da fonte do óleo ou da gordura e do grau de purificação do biodiesel (Thompson e He, 2006).

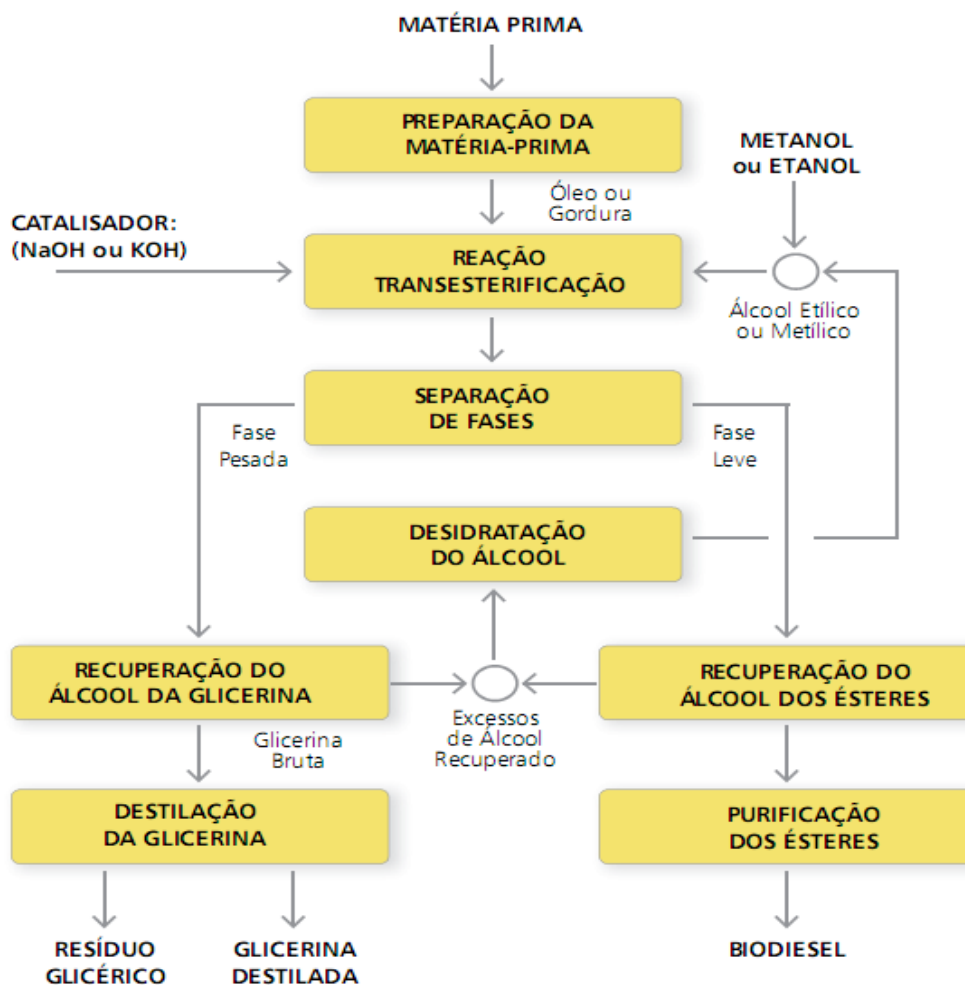


Figura 2. Fluxograma da produção de Biodiesel

Fonte: Manual do Biodiesel/SEBRAE (2009)

## 1.2. Metabolismo do glicerol

O glicerol é um componente estrutural importante dos triglicerídeos e fosfolípidios. Está presente no metabolismo dos animais, sendo encontrado na circulação sanguínea e nas células, podendo ser oxidado rapidamente pelo organismo (Menten et al., 2010). Segundo Lin, 1977, ele é derivado de lipólise no tecido adiposo, hidrólise dos triglicerídeos das lipoproteínas do sangue e gordura dietética.

Quando absorvido, no organismo animal o glicerol é metabolizado a glicerol-3-fosfato e aos intermediários da glicólise *dihidroxiacetona fosfato* e *gliceraldeído-3-fosfato*. Assim, o destino metabólico do glicerol pode ser dirigido (Figura 3), dependendo do tecido e do estado nutricional do animal, para o fornecimento de esqueleto carbônico para a gluconeogênese, para a transferência de equivalentes

redutores do citosol para a mitocôndria, com a geração de 22 ATP, ou como precursor da síntese de triglicerídeos, com síntese de *novo* de ácidos graxos ou como constituintes da molécula do triacilglicerol (Menten et al., 2010).

O fígado e o músculo são capazes de fazer a utilização do glicerol e metabolizarem, isto porque possuem a enzima glicerol quinase (Gianfelici & Penz J. 2008). O fígado é responsável por 3/4 do total da capacidade de transformação de glicerol no organismo (Lin, 1977). Os rins também são responsáveis, no mínimo, por 1/6 da utilização total do glicerol, esta reabsorção do glicerol pelos rins, é fundamental para que o composto não seja eliminado pela urina. Segundo Simon et al., (1999), o glicerol após passar pela absorção intestinal, o fígado fica responsável pelo menos pela metade da utilização sistêmica do glicerol.

A metabolização do glicerol é feita por três enzimas principalmente, e são elas: a glicerol quinase, a glicerol 3 fosfato desidrogenase citosólica (G3P desidrogenase) que é dependente de NAD e também chamada de G3P oxirredutase e a glicerol 3 fosfato desidrogenase mitocondrial, que é dependente de FAD (Lin et al., 1976). A atividade hepática da G3P oxirredutase representa de 4 a 12% da atividade total desta enzima no organismo, sendo que a maior atividade se encontra no músculo, equivalente a 90% e nos rins contribuindo com apenas 1% do total, e a atividade específica da G3P desidrogenase ocorre no fígado, nos músculos, no intestino e no cérebro (Lin, 1977).

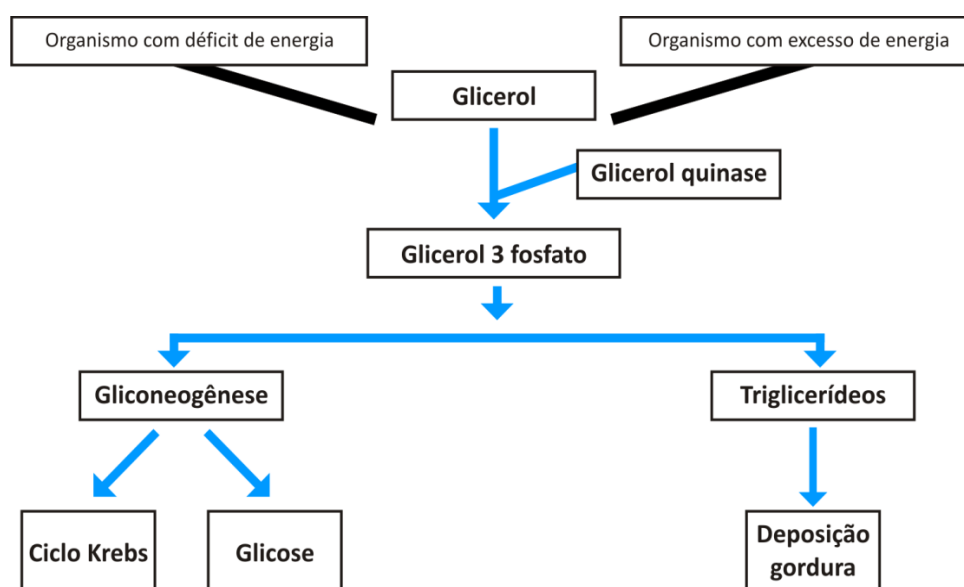


Figura 3. Metabolismo do Glicerol no organismo animal.

Fonte: adaptado- Silva (2010)

### 1.3. Limitações do uso da glicerina

Para que a glicerina seja usada na alimentação animal, existem algumas limitações para o seu uso na ração. Uma é de ordem econômica. O preço da glicerina precisa ser competitivo em relação ao preço da soja e do milho, seu principal concorrente. Outra preocupação é de ordem tecnológica. Como a glicerina é líquida e a ração é seca, há um limite de adição para poder preservar a qualidade do pellet. Também há limitações zootécnicas: teores de sódio, de umidade e de contaminantes, como metanol, precisam ser monitorados para não prejudicar a saúde do animal.

Para que a glicerina cumpra as exigências mínimas para ser usado na alimentação animal, muita atenção deve ser dada a padronização do processo de produção do biodiesel (Gianfelici & Penz J., 2008).

No processo de transesterificação para a produção de biodiesel o metanol é utilizado em excesso. Quando ocorre a formação dos ésteres, há a separação da fase lipídica, com os componentes apolares, e da fase aquosa, com os componentes polares. A glicerina, água e metanol compõem a fase aquosa, e a maior parte do metanol é recuperado por destilação e reciclado ao processo, porém de forma incompleta (Menten et al., 2010). Nos Estados Unidos foi estabelecido que, para a glicerina bruta ser usada como componente de alimentos, o nível máximo de metanol não deve exceder 150 ppm (*Code of Federal regulations §573.640*).

Segundo Menten et al. (2008), a intoxicação se inicia pela ação da enzima não específica, álcool desidrogenase. O metanol é oxidado por esta enzima a formaldeído desidrogenase e em seguida é transformado em ácido fórmico ou formato, dependendo do pH do meio (Figura 4). Posteriormente, o ácido fórmico é metabolizado a CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, que são excretados pelos rins e pelo pulmão (Jacobsen e McMartin, 1986).

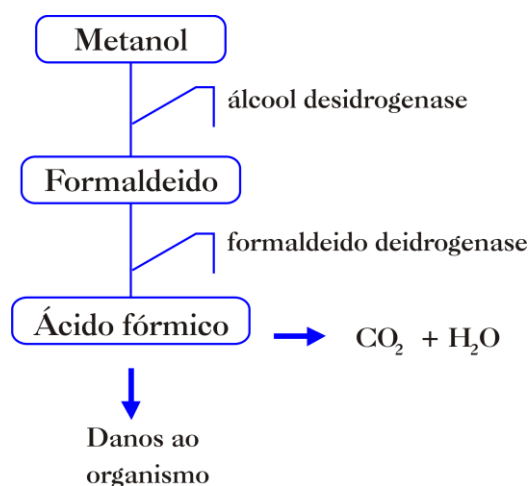


Figura 4. Metabolismo do metanol no fígado.

Fonte: Adaptado Menten et al., (2010)

A intoxicação por metanol em animais é identificada pela excreção de ácido fórmico na urina. O metanol ingerido é oxidado no fígado a formaldeído e depois a ácido fórmico. As conseqüências clínicas pela intoxicação animal são depressão do sistema nervoso central, vômito, severa acidose metabólica, cegueira e alteração motora (Dorman et al., 1993).

Um ponto importante que deve ser salientado é que o efeito potencial prejudicial do metanol nas rações pode ser desprezado quando a ração for peletizada, isto porque, a temperatura de peletização é mais alta que a temperatura de vaporização do metanol (Menten et al., 2008).

Lammers et al. (2008) trabalhando com 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, não encontraram nenhuma indicação de toxicidade, seja por sinais clínicos ou lesão macroscópica ou histológica no fígado, rins e olhos dos suínos, mesmo com nível elevado de metanol.

Segundo Menten et al. (2010), outro cuidado que deve ser tomado, são os níveis de sódio e potássio presentes na glicerina. Esses valores variam conforme o catalisador usado na produção do biodiesel, a glicerina bruta pode conter de 6 a 8% de sódio ou potássio. No Brasil, pelo processo utilizado, é mais comum a presença do cloreto de sódio, sendo que as indústrias apontam um limite de 7%.

Lammers et al. (2008), trabalhando com poedeiras, com dietas contendo glicerina bruta com valores relativamente altos de sódio, concluíram que, a umidade de



excretas foi consideravelmente maior com o nível de 15% de inclusão de glicerina bruta em relação aos outros tratamentos.

#### 1.4. Exigências Mínimas para que a Glicerina possa ser usada na Alimentação

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da resolução 386/1999, já colocava o glicerol como umectante na lista de aditivos permitidos para a alimentação humana e animal. Porém, não havia critérios de conformidade e de qualidade para a glicerina destinada a este fim, nem a obrigação de registro prévio do produto.

Em maio de 2010, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) autorizou o uso do produto como insumo para alimentação animal e estabeleceu um padrão mínimo de qualidade (Tabela 1).

Tabela 1. Padrão mínimo de qualidade da glicerina para alimentação animal

<b>Compostos</b>	<b>Limite</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade</b>
Glicerol	Valor mínimo	800	g/kg
Umidade	Valor máximo	130	g/kg
Metanol	Valor máximo	150	mg/kg
Sódio	Valor mínimo	Será garantido pelo fabricante e pode variar em função do processo produtivo	g/kg
Matéria Mineral	Valor máximo	Será garantido pelo fabricante e pode variar em função do processo produtivo	g/kg

Fonte: Departamento de Fiscalização dos Insumos Pecuários (Mapa) Data: 10/05/2010

#### 1.5. Glicerina na alimentação de monogástricos

Em pesquisas recentes, para determinação da energia metabolizável da glicerina, Swiatkiewicz et al. (2009), trabalhando com poedeiras, utilizando 2, 4 e 6% de glicerina bruta nas rações em substituição ao amido de milho, encontraram 3.970 kcal de EMAn/kg. Esses autores não observaram alterações na qualidade do ovo, retenção ou excreção de Ca e P e na energia de metabolização. Na mesma linha, Lammers et al. (2008a) usando 0, 5, 10 e 15% de glicerina na dieta de poedeiras, em substituição a glicose, encontraram 3.805 kcal de EMAn/kg e também não observaram alteração no consumo, na massa de ovos e na produção de ovos.

Dozier et al. (2008), realizaram três experimentos para determinar a EMAn usando a glicerina na dieta de frangos em diferentes idades, e determinaram uma média de 3.434 kcal/kg de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio, mostrando que a glicerina é utilizada eficientemente para os frangos de corte.

Da mesma forma, Guerra (2010), em um ensaio de digestibilidade com frangos de corte, para avaliar o valor de EMAn da glicerina bruta mista, com uma substituição de 10% na ração referência, encontraram o valor de 2632,59 kcal/kg. Este, em um segundo experimento, utilizando frangos com 21 dias de idade e níveis de inclusão de glicerina bruta mista (0, 2, 4, 6, 8 e 10%), observou uma redução no consumo de ração no período de 21-42 dias e aumento da umidade de cama aos 42 dias, pressupondo que o aumento da umidade da cama pode estar diretamente ligado com uma alta higroscopicidade do glicerol presente na glicerina.

Simon et al. (1997) trabalhando com frangos de corte, com uso de 10% de glicerol na dieta, observaram que a concentração de glicerol no músculo do peito aumentou de 0,4 para 7,7 $\mu$ mol/g, e no fígado teve um aumento de 18 para 40 $\mu$ mol/g. Isso mostra que, quantidades elevadas de glicerol na dieta, podem superar a capacidade do sistema enzimático de que o organismo dispõe para metabolizar o glicerol, concluindo que o glicerol deve ser estudado com mais profundidade.

Adicionalmente, Cerrate et al. (2006), realizaram experimentos com frangos de corte, adicionado 0, 5 e 10% de glicerina bruta na dieta. Concluíram que a inclusão de 10% de glicerina bruta não afetou o desempenho dos frangos até 14 dias de idade, após essa idade a inclusão de 10% de glicerina bruta, afetou o peso corporal, redução no rendimento de carcaça, peso do peito, asa, coxa, perna e também a umidade da cama quando comparada aos outros tratamentos. Os autores atribuíram o aumento da umidade da cama, ao maior nível de potássio (maior que 0,15%) presente na dieta com 10% de glicerina bruta. Já Abd-Elasamee et al. (2010), testando o níveis de 0, 2, 4, 6 e 8% de glicerina bruta (84,65% de glicerol, 10,17% de umidade, 3,41% de Na e 3445 kcal/kg de energia bruta) nas rações de frangos de corte, concluíram que a glicerina bruta pode ser utilizada até o nível de 8% sem afetar o desempenho, digestibilidade dos nutrientes e as características de carcaças.

Gianfelici et al. (2008), testando níveis variando de 0, 5, 10, 15 e 20% de glicerina na dieta de frangos de corte, determinaram máxima EMAn de 4.890 kcal/kg MS com 15% de inclusão de glicerina, e também um excesso de excreção de água.

Esses mesmos autores em um segundo experimento testando o nível de 0 e 10% de glicerina na dieta, para analisar o colesterol e triglicerídeos no fígado e catabolismo do glicerol no músculo no 41º dia, observaram que as respostas foram semelhantes, excetuando colesterol no fígado, cuja concentração foi maior nos animais que consumiram 10% de glicerina.

Para Silva (2010), trabalhando com níveis de 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10% de inclusão de glicerina bruta para frangos de corte de 1 a 42, avaliaram que de 1 a 7 dias houve um aumento no ganho de peso, consumo de ração e peso vivo, afirmando que a inclusão de glicerina até 10% foi eficaz. Já com 21 dias, os melhores resultados foram observados quando foi utilizado 5% de inclusão, e a umidade de cama foi maior conforme o incremento de glicerina na dieta, concluindo que a inclusão de 10% de glicerina na dieta até 7 dias e 5% nos períodos subsequentes, mostrou-se interessante na alimentação de frangos de corte.

Trabalhando com poedeiras, Yalçın et al. (2010), avaliando o uso de glicerina, com níveis de 2,5; 5 e 7,5%, observaram que não houve efeito sobre o peso corporal, produção de ovos, peso dos ovos, conversão alimentar, mortalidade, altura de albúmen, unidade de Haugh, % de peso da gema, qualidade externa do ovo, umidade de excretas, produção de anticorpos do soro sanguíneo, na razão de H/L (heterófilos/linfócitos), e na resposta imune das aves. Porém, houve um menor consumo de ração com o nível de 7,5% em relação aos outros tratamentos.

Em outras espécies, Batista (2010), realizaram um experimento para determinar a EMAn da glicerina bruta e semi-purificada vegetal em 75 codornas de corte com 20 dias de idade, com 10 % de substituição na ração referência. Os resultados foram de 4.112 kcal/kg e 2.994 kcal/kg na matéria natural, para as glicerinhas bruta e semi-purificada, respectivamente. Esses mesmos autores, avaliaram o desempenho de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade, com dietas contendo níveis de 4, 8, 12 e 16% de glicerina bruta e semi-purificada vegetal, concluíram que a conversão alimentar piorou com o aumento dos níveis de glicerina semi-purificada e que a glicerina bruta pode ser utilizada até 16% de inclusão sem afetar o desempenho das codornas de corte, ficando o uso na dependência do custo do glicerol. Na mesma linha, Pasquetti (2011), avaliando a digestibilidade e o desempenho de codornas de corte (1 a 14 e de 15 a 35 dias) alimentadas com duas glicerinhas provenientes de gordura animal e óleo vegetal, denominadas glicerina bruta (GB) e glicerina semipurificada (GS), encontraram valores de EMAn de 4.893 kcal/kg de matéria natural (MN) e 2.476kcal/kg (MN),

respectivamente. No experimento de desempenho, com dietas contendo níveis de (3, 6, 9, 12 e 15%), para as duas glicerinas, concluíram que as glicerinas podem ser incluídas até o nível de 10% nas dietas de codornas de corte de 1 a 14 dias e 15% nas codornas de 15 a 35 dias sem afetar o desempenho das mesmas.

## 1.6. Literatura Citada

- ABD-ELSAMEE, M. O.; ZEINAB M. A. ABDO, EL-MANYLAWI, M. A. F. et al. Use of crude glycerin in broiler diets. **Egyptian Poultry Science** Vol. 30 (I), p. 281-295, 2010.
- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Dados estatísticos mensais**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?dw=8740>> Acessado em: 02/09/2010.
- BATISTA, E. **Avaliação Nutricional para Codornas de Corte**. 2010. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.
- BUDAVARI, S. (Ed.). **The Merck Index**: an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. Rahway: Merck, 1989.
- CARVALHO, P. L.; MOREIRA, I.; PIANO, L.M., et al. Valor nutricional da glicerina bruta e semi-purificada na alimentação de suínos na fase de crescimento. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.
- 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**, Faisalabad, v. 5, n.11, p. 1001-1007, 2006.
- DINIZ, G. De coadjuvante a protagonista: glicerina bruta obtida na produção de biodiesel pode ter muitas aplicações. **Ciência Hoje On-line**, Rio de Janeiro. Disponível em <<http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/3973>>. Acesso em: 24 mar. 2008.
- DORMAN, D.C., DYE J. A., NASSISE M. P., EKUTA J. et al. Acute Methanol Toxicity in Minipigs. **Fundamental and Applied Toxicology**. v. 20, p.341-347, 2008.
- DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A. et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 317-322, 2008.
- 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.
- GIANFELICI, M.F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte**. 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

- GUERRA, R. L. H. **Glicerina bruta na alimentação de frangos de corte**. 2010. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.
- IUPAC- International Union of Pure and Applied Chemistry. 1993. Disponível em : <http://www.iupac.org>. Acesso em:02 setemb. 2010.
- JACOBSEN, D; MCMARTIN, K. Methanol and ethylene glycerol poisonings. Mechanism of toxicity, clinical course, diagnosis and treatment. **Medical Toxicology**, New Zealand, v. 1, n. 5, p. 309-334, 1986.
- KERR, B.J.; HONEYMAN, M.; LAMMERS, P. **Feeding Bioenergy Coproducts to Swine**. Iowa Pork Industry Center, 2008.
- KIJORA, C.; BERGNER, H.; KUPSCH, R.D. et al. Glycerol as a feed component in fattening pigs. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 47, n. 4, p. 345-360, 1995.
- 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.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 1, p. 104-107, 2008b.
- LIN, M.H.; ROMSOS, D.R.; LEVEILLE, G.A. Effect of glycerol on lipogenic enzyme activities and on fatty acid synthesis in the rat and chicken. **Journal of Nutrition**, v. 106, p. 1668-1677, 1976.
- LIN, E. C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review of Biochemistry**, Palo Alto, v. 46, p. 765-795, 1977.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria e Produção e Agroenergia. **Ministério da agricultura autoriza novo uso da glicerina**. Disponível em: [http://www.sindiracoes.org.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=972&Itemid=1](http://www.sindiracoes.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=972&Itemid=1). Acesso em: 05/11/2010.
- MENTEN, J. F. M.; MIYADA, V. S.; BERENCHTEIN, B. Glicerol na alimentação animal. In: **Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos**. Campinas, SP: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2008. p. 101-114.
- MENTEN, J. F. M.; ZAVARIZE, K. C.; SILVA, C. L. S. Biodiesel: Oportunidades do uso de glicerina na nutrição de aves. In: **IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal – IV CLANA**, Estância de São Pedro, SP, 2010. p. 43-56.
- MORRISON, L.R. Glycerol. In: *Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: Wiley.pp. 921-932, 1994.
- MOUROT, J.; AUMAITRE, A.; MOUNIER, A.; PEINIAU, P.; FRANÇOIS, A.C. Nutritional and physiological effects of dietary glycerol in the growing pig. Consequences on fatty tissues and post mortem muscular parameters. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 38, p. 237-244, 1994.
- PASQUETTI, T. J. **Avaliação nutricional da glicerina bruta ou semi-purificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte**. 2010. 107p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

- PERES, J.R.R.; FREITAS JUNIOR, E.; GAZZONI, D.L. Biocombustíveis. Uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 1, p. 31-41, 2005.
- RAMOS, L.P. **Aproveitamento integral de resíduos agrícolas a agro-industriais**. [http://www.asfagro.org.br/trabalhos\\_tecnicos/biodiesel/combustivel.pdf](http://www.asfagro.org.br/trabalhos_tecnicos/biodiesel/combustivel.pdf) >. Acesso em: 07 jul. 2007.
- Resolução nº 386 de 5 de Agosto de 1999. Disponível em: [www.anvisa.gov.br/alimentos/aditivos\\_alimentares.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/aditivos_alimentares.htm). Acesso em 23 de agosto de 2006.
- SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Manual SEBRAE**. (2007) [http://www.biodiesel.gov.br/docs/Cartilha\\_Sebrae.pdf](http://www.biodiesel.gov.br/docs/Cartilha_Sebrae.pdf) Acessado em: 14/12/2009
- SILVA, C. L. S. **Glicerina proveniente da produção de biodiesel como ingrediente de ração para frangos de corte**. 2010. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.
- SIMON, A.; BERGNER, H.; SCHWABE, M. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 49, n. 2, p. 103-112, 1996.
- SIMON, A.; SCHWABE, M.; BERGNER, H. Glycerol supplementation in broiler rations with low crude protein content. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 50, n. 3, p. 271-282, 1997.
- SÜDEKUM, K.-H. Co-products from biodiesel production. In: GARNSWORTHY, P. C.; Wiseman, J. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, p.210-219, 2008.
- SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. Effect of crude glycerin level in the diet of laying hens on egg performance and nutrient utilization. **Journal of Poultry Science** v.88, p.615–619, 2009.
- THOMPSON, J.C.; HE. B. B., Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. **Applied Engineering in Agriculture**. St. Joseph. v.22, n. 2, p. 261-265, 2006.
- VAN GERPEN, J.; SHANKS, B.; RUSZKO, R. Biodiesel production technology, 2004. Disponível em :<http://www.methanol.org/pdf/biodieselproductiontechnologypdf>. Acesso em 05 setemb. 2010.
- YALCIN, S.; EROL, H.; ÖZSOY, B.; ONBASILAR, İ.; ÜNER, A. Effects of glycerol on performance, egg traits, some blood parameters and antibody production to SRBC of laying hens. **Journal of Livestock Science**, v.129, n.1-3, p.129–134, 2010.

## **II. OBJETIVOS GERAIS**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar, a utilização de diferentes tipos de glicerinas nas rações sob o desempenho produtivo de poedeiras comerciais no primeiro ciclo de produção.

### **2.1. Objetivos Específicos**

- a) Determinar a composição química das glicerinas brutas e semi-purificadas, vegetal e mista;
- b) Avaliar o desempenho zootécnico;
- c) Avaliar a umidade de excretas;
- d) Avaliar a influencia dos diferentes tempos e temperaturas de armazenamento do ovo;
- e) Determinar o perfil lipídico da gema.

### III. UTILIZAÇÃO DE GLICERINA BRUTA E SEMI-PURIFICADA VEGETAL NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS

**RESUMO** – O objetivo deste experimento foi determinar a composição química das glicerinas e avaliar o desempenho zootécnico de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo glicerina bruta vegetal (GBV) e glicerina semi-purificada vegetal (GSPV) oriundas da produção de biodiesel. Foram utilizadas 440 poedeiras da linhagem Hy-Line W36 com 35 semanas de idade. O experimento teve duração de 112 dias, dividido em quatro ciclos de 28 dias cada. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5+1 (2 tipos de glicerina (GBV e GSPV) x 5 níveis (1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 %) + 1 ração controle (RC)), com cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Para os parâmetros de desempenho, qualidade dos ovos e umidade de excretas não houve interação entre os diferentes tipos e níveis de glicerina ( $P>0,05$ ), com exceção da porcentagem de postura ( $P<0,05$ ), que teve um efeito ( $P<0,05$ ) linear positivo para a GBV. O consumo de ração apresentou diferença ( $P<0,05$ ) para o tipo de glicerina, observando valores maiores para GSPV. Para os diferentes tempos e temperaturas de armazenamento dos ovos, foi observado um comportamento linear negativo para altura de albúmen e unidade de Haugh. O pH aumentou ( $P<0,05$ ) conforme o tempo e a temperatura de armazenamento. As porcentagens de ácidos graxos poliinsaturados e insaturados nas gemas aumentaram com o uso das GBV e GSPV nas rações, respectivamente. A GBV e GSPV podem ser utilizadas nas dietas de poedeiras até o nível de 7,5% sem apresentar efeitos negativos no desempenho e na qualidade de ovos.

**PALAVRAS CHAVE:** desempenho de produção, glicerol, qualidade de ovo, perfil lipídico



## USE OF CRUDE AND SEMI-PURIFIED VEGETABLE GLYCERIN IN THE FEEDING OF LAYING HENS

**ABSTRACT** - The objective of this experiment was to determine the chemical composition of glycerin and evaluate the zootechnical performance of laying hens fed with diets containing crude vegetable glycerin (GBV) and semi-purified vegetable glycerin (GSPV) from the production of biodiesel. 440 Hy-Line W36 hens at 35 weeks of age were used. The experiment lasted 112 days, divided into four periods of 28 days each. The birds were distributed in a completely randomized factorial scheme 2x5 +1 (two types of glycerin (GBV and GSPV) x 5 levels (1.5, 3.0, 4.5, 6.0 and 7.5%) + 1 control diet (RC)), with five replicates and eight birds per experimental unit. For the parameters of performance, eggs quality and excreta moisture there was no interaction between the different types and levels of glycerin ( $P > 0.05$ ), except the egg laying percentage ( $P < 0.05$ ), which had a linear positive effect ( $P < 0.05$ ) for GBV. Feed intake was different ( $P < 0.05$ ) for the type of glycerin, observing higher values for GSPV. For different times and temperature of eggs storage, there was a linear negative behavior for albumen height and Haugh Unit was influenced by the type of glycerin. The pH increased ( $P < 0.05$ ) according to storage time and temperature. The percentages of polyunsaturated and unsaturated fatty acids in egg yolks increased with the use of GBV and GSPV in feed, respectively. GBV and GSPV can be used in laying hen diets to the level of 7.5%, with no negative effects on performance and egg quality.

**KEY WORDS:** production performance, glycerol, egg quality, lipid profile

### 3.1. Introdução

A avicultura brasileira tem se desenvolvido de forma marcante. O plantel avícola brasileiro não apenas cresceu em unidades de aves alojadas/produzidas, mas principalmente em parâmetros de produtividade.

Toda essa evolução foi possível graças à pesquisa e desenvolvimento de estratégias que melhoraram a evolução genética das linhagens modernas associadas às novas técnicas de manejo de criação, erradicação de enfermidades, ambiência, automação de equipamentos e os avanços na nutrição.

Os nutricionistas contemporâneos buscam cada vez mais formular com adição de alimentos alternativos, como subprodutos agroindustriais, que além do alto valor nutritivo atendem as políticas sócio econômicas e de sustentabilidade ambiental.

Hoje, devido à preocupação com o aquecimento global, o mundo vem produzindo o biodiesel, como forma de minimizar os efeitos na atmosfera, tendo como subproduto a glicerina. O biodiesel é produzido através de óleos vegetais e gordura animal, obtidos através da catalise básica, utilizando o hidróxido de sódio ou potássio como catalisadores ou ainda pela esterificação desses materiais na presença de catalisadores ácidos, na qual ocorre a transformação de triglicerídeos em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos, tendo como co-produto a glicerina bruta, com teores de glicerol variando de 80 a 95% (Ramos et al., 2000).

Desde maio de 2008, onde a adição de biodiesel ao diesel era de 3% passou para 4% de acordo com a Resolução nº 2/2009 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada no Diário Oficial da União (DOU), resultando a produção de aproximadamente 120 mil toneladas de glicerina bruta. Com o volume de biodiesel produzido para atender as demandas do mercado interno existe uma preocupação significativa no mundo científico e tecnológico quanto ao mercado da glicerina bruta (Guerra, 2010).

Devido à alta produção do biodiesel, não se tem conseguido dar destino a esse subproduto. Pensando nisso, pesquisas estão sendo desenvolvidas com intuito de substituir uma % do milho na ração por glicerina, pois esta apresenta alto valor energético quando comparado ao milho. Segundo Robergs e Griffin (1998), a glicerina pode ser utilizada como fonte energética devido à possibilidade do glicerol, maior componente da glicerina, ser convertido a glicose, via gliconeogênese, ou oxidado, para

a produção de energia, via glicólise e ciclo de Krebs. Lammers et. al. (2008) e Dozier et al. (2008), utilizando a glicerina na formulação de rações para aves, concluíram que este é um produto rico em energia (4.305 kcal de energia bruta por kg para o glicerol puro), e com alta eficiência de utilização da EMAn (3.805 kcal/kg) por poedeiras e frangos de corte (3.434 kcal/kg).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da utilização da glicerina bruta e da glicerina semi-purificada vegetal na alimentação de poedeiras comerciais sobre o desempenho zootécnico, qualidade de ovos, perfil lipídico da gema, influencia dos diferentes tempos e temperaturas de armazenamento do ovo e determinação da umidade de excretas.

### **3.2. Material e Métodos**

O experimento foi realizado no aviário da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) e no laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizadas 440 poedeiras da linhagem Hy-Line W36 com 35 semanas de idade, as aves foram pesadas e agrupadas conforme o peso e, então, alojadas aleatoriamente em 55 gaiolas de arame galvanizado, contendo quatro repartições por gaiola de 25 x 45 cm para cada duas aves, totalizando 8 aves por gaiola.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5+1 (2 tipos de glicerina - glicerina bruta vegetal (GBV) e glicerina semi-purificada vegetal (GSPV) x 5 níveis (1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 %) + 1 ração controle (RC)), totalizando 11 tratamentos com cinco repetições e oito aves por unidade experimental.

O período de adaptação as rações experimentais foi de 14 dias, logo após o alojamento, as poedeiras foram avaliadas durante 4 ciclos de 28 dias/cada, totalizando 16 semanas de período experimental.

As dietas foram formuladas atendendo as exigências nutricionais para poedeiras em produção, de acordo com o manual de produção da linhagem (Hy-Line, 2009), as rações com GBV e GSPV foram balanceadas para serem isonutritivas e isoenergéticas com uma energia metabolizável de 3.811 kcal/kg (Tabela 1), sendo este valor adotado de media de outras pesquisas.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais.

<b>Ingredientes kg</b>	<b>Níveis de Glicerina</b>					
	<b>0,0</b>	<b>1,5</b>	<b>3,0</b>	<b>4,5</b>	<b>6,0</b>	<b>7,5</b>
Milho grão	65,32	63,5	61,69	59,98	58,42	56,60
Farelo de soja 45%	20,86	21,22	21,57	21,83	21,97	22,33
Calcário	9,36	9,35	9,35	9,35	9,34	9,34
Fosfato bicálcico	2,10	2,10	2,11	2,11	2,12	2,12
Óleo de soja	1,42	1,39	1,35	1,30	1,22	1,18
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
DL-Metionina 98%	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20
L-Lisina HCL 78%	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16
Suplemento vit./min. <sup>1</sup>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-Treonina	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
L-Triptofano	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Glicerina <sup>2</sup>	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5
Total	100	100	100	100	100	100
<b>Composição nutricional calculada</b>						
EM (kcal/kg)	2.850	2.850	2.850	2.850	2.850	2.850
Cálcio %	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20
Fósforo disp. %	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Lisina dig. %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Met. + Cist, dig. %	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
PB %	15,40	15,40	15,40	15,37	15,30	15,30
Treonina dig. %	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Triptofano dig. %	0,160	0,159	0,159	0,160	0,160	0,161

<sup>1</sup> Premix mineral e vitamínico: (conteúdo por kg de premix) Vit. A, 8.000.000 UI; Vit. D3, 2.200.000 UI; Vit. E, 6200 mg; Vit. K3, 2000 mg; Vit. B1, 2000 mg; Vit. B2, 3000 mg; Vit. B6, 6000 mg; Vit. B12, 10.000 mcg; Pantotenato de cálcio, 6000 mg; Niacina, 25.000 mg; Ác. fólico, 400 mg; Se, 100 mg; Mn, 65.000 mg; Fe, 40.000 mg; Cu, 10.000 mg; Zn, 50.000 mg; I, 1000 mg.

<sup>2</sup> Glicerina - glicerina bruta vegetal (GBV) e glicerina semi-purificada vegetal (GSPV).

Para o consumo de ração, ao final de cada ciclo, as sobras dos comedouros e dos baldes foram pesadas e o consumo de ração determinado e expresso em gramas de ração consumida por ave por dia. Em caso de mortalidade de alguma ave, a ração e as sobras dos comedouros foram pesadas, sendo feita a correção.

A conversão alimentar (kg de ração/dz de ovos e kg de ração/kg de ovos) foi calculada no intervalo de 28 dias.

Para o cálculo de taxa de postura (%) os ovos foram coletados diariamente e anotados em planilhas para cada repetição e, ao final de cada ciclo, se obteve a produção total de ovos e a taxa de postura de cada unidade experimental.

### 3.2.1. Composição química das Glicerinas

As glicerinas utilizadas foram fornecidas pela empresa Biopar, de Rolândia - PR, e suas composições químicas são apresentadas na Tabela 2 e 3. Para obtenção das glicerinas vegetais, foi utilizado o óleo de soja.

Nas glicerinas foram realizadas as análises de densidade, teor de umidade (Karl Fisher) e glicerol total no Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR). A matéria orgânica não-glicerol (MONG) foi calculada segundo as equações indicadas por Hansen et al. (2009) em que  $MONG = 100 - (\% \text{ glicerol} + \% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas})$ . Os valores de pH, proteína bruta, minerais e energia bruta (Calorímetro adiabático - Parr Instrument Co. AC720) foram obtidas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA), segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

Tabela 2. Composição química das glicerinas bruta e semi-purificada vegetal.

Nutrientes	Bruta Vegetal	Semi-Purificada Vegetal
Umidade %	2,16	4,38
Glicerol, %	55,95	74,94
Proteína bruta, %	0,05	0,06
Energia bruta, kcal/kg	5247	3760
Ácidos graxos totais, %	23,3	9,0
Metanol, (%)	10,96	10,32
MONG <sup>1</sup> , %	37,43	18,62
Cinzas, %	4,46	2,06
Cloreto de Sódio, %	3,52	0,23
Cálcio, ppm	83,22	26,25
Fósforo, ppm	203,25	157,43
Potássio, %	0,174	0,116
Sódio, %	1,620	0,870
Cloreto, %	0,460	0,360
Magnésio, ppm	42,78	7,07
Cobre, ppm	0,168	0,132
Cromo, ppm	0,241	0,000
Ferro, ppm	22,37	14,01
Zinco, ppm	1,954	0,194
Manganês, ppm	0,442	0,464
Alumínio, ppm	52,82	1,90
Cobalto, ppm	0,532	0,100
Molibdênio, ppm	0,000	0,000
Chumbo, ppm	0,443	0,294
pH	8,75	5,60
Densidade, kg/m <sup>3</sup>	1.090	1.183

<sup>1</sup>MONG: Matéria orgânica não-glicerol, definida pela formula  $100 - (\% \text{ glicerol} + \% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas})$

A determinação de lipídios totais e metanol foram realizadas por cromatografia nos departamentos de Química e Física, respectivamente, na Universidade Estadual de Maringá. O teor de cloreto de sódio foi determinado no Laboratório de Controle de Análises da BIOPAR.

Tabela 3. Composição de ácidos graxos (%) das glicerinas bruta e semi-purificada vegetal.

Nutriente	Bruta Vegetal	Semi-Purificada Vegetal
14:0 (Ácido Mirístico)	0,30	< 0,1
16:0 (Ácido Palmítico)	11,52	39,68
16:1n-7 (Ácido Palmitoléico)	< 0,1	< 0,1
18:0 (Ácido Esteárico)	4,25	19,87
18:1 n-9 (Ácido Oléico)	24,01	17,79
18:1n-7 (Ácido Vancênico)	1,47	< 0,1
18:2n-6 (Ácido Linoléico)	52,67	22,62
18:3n-3 (Ácido $\alpha$ -linolênico)	5,95	< 0,1
Ácidos graxos Saturados (SFA)	16,07	59,55
Ácidos graxos Insaturados (USFA)	84,10	40,41
Ácidos graxos monoinsaturados (MUFA)	25,48	17,79
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA)	58,62	22,62
Relação MUFA/SFA	1,58	0,30
Relação PUFA/SFA	3,65	0,38

### 3.2.2. Qualidade do ovo

No final de cada ciclo, todos os ovos produzidos em quatro dias consecutivos, foram coletados, identificados e pesados. Para as análises de peso do ovo, os ovos foram separados por repetição e pesados em uma balança digital, onde foi considerado o peso dos ovos inteiro com casca.

Para análise da gravidade específica utilizou-se o método de imersão dos ovos em solução salina com densidades 1,070; 1,074; 1,078; 1,082 e 1,086 preparadas conforme recomendação feita por Hamilton (1982). Estas soluções eram ajustadas periodicamente com a utilização de um densímetro de petróleo para líquidos. Os ovos foram submersos nos baldes, da menor para maior concentração salina, e foram retirados ao flutuarem até a superfície, sendo então o valor anotado.

A unidade Haugh foi determinada em uma amostra de 3 ovos por repetição, onde os ovos eram quebrados em superfície plana de vidro, para mensurar a altura do albúmen utilizando-se de um paquímetro digital, cujas medidas foram relacionadas ao

peso do ovo na equação descrita por (Haugh, 1937, Brant & Shrader 1958),  $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$ , onde:

UH = unidade Haugh

H = altura do albúmen em milímetros

W = peso do ovo em gramas

As cascas foram lavadas em água corrente e secas a temperatura ambiente por 72 horas e em seguida pesadas em balança de precisão digital para obtenção da porcentagem de casca. A porcentagem de casca foi obtida pela relação do peso do ovo com o peso da casca seca.

Para a determinação da espessura da casca foram utilizados cascas de ovos quebradas ao meio, incluindo as membranas internas, mensuradas com o auxílio de um micrômetro digital (Mitutoyo®) em três pontos da região central.

### **3.2.3. Umidade de excretas**

A porcentagem de umidade nas excretas foi obtida ao final do quarto ciclo, adaptando-se lonas de plástico sob as gaiolas por um período de 8 horas, para coletar as excretas. Após o período de coleta, as amostras de excretas foram pesadas e levadas para estufa de ventilação forçada a 55°C por um período de 72 horas, sendo posteriormente anotado novamente o peso da excreta, para determinação da porcentagem de umidade segundo a metodologia de Ribeiro et al. (2005).

### **3.2.4. Perfil lipídico da gema e da ração controle**

No quarto ciclo foram coletados seis ovos por repetição, eles foram quebrados e as gemas armazenadas em dois *pools*, sendo um *pool* com gemas de duas repetições e outro *pool* com gemas das outras três repetições restante, em seguida foram congelados para determinação do perfil lipídico da gema, por cromatografia gasosa. A extração dos lipídios totais foi feita com mistura de solvente a frio, seguindo a metodologia descrita por Bligh-Dyer (1959), utilizando como solvente clorofórmio, metanol e água.

Para a transesterificação dos triacilgliceróis (obtenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos), os triacilgliceróis foram submetidos ao processo de transmetilação, conforme método 5509 da ISO (1978). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados no cromatógrafo gasoso Trace GC Ultra (Thermo Scientific), equipado com

coluna capilar de sílica fundida (100m de comprimento, 0,25mm de diâmetro interno e 0,20 $\mu$ m de CP-Sil88, ChromPack) e detector de ionização de chama. A temperatura da coluna foi programada para manter 140°C por 10 minutos, sendo então elevada para 240°C a uma taxa de 5°C.min<sup>-1</sup>. A temperatura do injetor e detector foram mantidas por 220 e 240°C, respectivamente. Os fluxos dos gases foram 1,4mL.min<sup>-1</sup> para o gás de arraste H<sub>2</sub>, 30mL.min<sup>-1</sup> para o gás auxiliar N<sub>2</sub> e 30 e 300mL.min<sup>-1</sup> para os gases da chama H<sub>2</sub> e ar sintético, respectivamente. A razão de divisão ("split") da amostra foi de 1:100. As áreas dos picos foram determinadas pelo método da normalização, utilizando-se um Integrador-Processador CG-300 (Instrumentos Científicos CG), e a identificação dos picos por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma). O perfil lipídico da ração controle foi determinado no cromatógrafo do laboratório do departamento de química da Universidade Estadual de Maringá (tabela 4).

Tabela 4. Composição (%) dos ácidos graxos da ração controle.

Ácidos graxos	%
14:0 (Ácido Mirístico)	0,07
16:0 (Ácido Palmítico)	12,88
16:1n-7 (Ácido Palmitoléico)	0,10
17:0 (Ácido Margárico)	0,08
18:0 (Ácido Esteárico)	2,88
18:1n-9 (Ácido Oléico)	27,22
18:1n-7 (Ácido Vancênico)	1,03
18:2n-6 (Ácido Linoléico)	51,61
18:3n-6 (Ácido $\gamma$ -linolênico)	3,29
18:3n-3 (Ácido $\alpha$ -linolênico)	0,19
22:0 (Ácido Eicosanóico)	0,30
22:2n-6 (Ácido 13, 16-docosadienóico)	0,05
20:5n-3 (Ácido Timnodônico)	0,08
24:0 (Ácido Lignocérico)	0,20
Ácidos graxos saturados (SFA)	16,41
Ácidos graxos insaturados (USFA)	83,57
Ácidos graxos monoinsaturados (MUFA)	28,35
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA)	55,22
Relação MUFA/SFA	1,73
Relação PUFA/SFA	3,37



### 3.2.5. Diferentes tempos e temperaturas de armazenamento do ovo

Ovos do quarto ciclo foram coletados por repetição e armazenados em bandejas de polpa de celulose sob condições de temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) e geladeira ( $6^\circ \pm 2^\circ\text{C}$ ), por diferentes períodos: zero (ovos frescos), 4, 8, 12, 16, 20, 24, e 28 dias. No final de cada período de armazenamento, os ovos correspondentes, foram pesados e quebrados para avaliar a qualidade do ovo em relação ao período de estocagem por meio da medida da altura do albúmen e pH da gema. Para medir o pH, foi utilizado o pH metro. A altura do albúmen foi correlacionada com o peso do ovo, de acordo com a fórmula apresentada por (Haugh, 1937, Brant & Shrader 1958),  $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$ , onde:

UH = unidade Haugh

H = altura do albúmen em milímetros

W = peso do ovo em gramas

### 3.2.6. Análises Estatística

Os resultados das variáveis estudadas no ensaio de desempenho, qualidade de ovos e umidade de excretas 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 semi-purificada vegetal;

$b_0$  = constante geral;

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

$G_i$  = efeito dos tipos de glicerina i, sendo  $i_1$  = glicerina bruta vegetal (GBV) e  $i_2$  = glicerina semi-purificada vegetal (GSPV);

$N_j$  = nível de glicerina:  $GBV_1 = 1,5$ ;  $GBV_2 = 3,0$ ;  $GBV_3 = 4,5$ ;  $GBV_4 = 6,0$ ;  $GBV_5 = 7,5$ ;  $GSPV_6 = 1,5$ ;  $GSPV_7 = 3,0$ ;  $GSPV_8 = 4,5$ ;  $GSPV_9 = 6,0$ ;  $GSPV_{10} = 7,5\%$  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 glicerinas nas dietas foi desdobrado em polinômios. As médias obtidas para cada glicerina foram comparadas pelo teste de F ( $P < 0,05$ ).

Os resultados das variáveis estudadas dos diferentes tempos e temperaturas de armazenamento dos ovos foram analisados pelo programa estatístico SAS (2000). Foram testados os tipos e níveis das glicerinas, diferentes tempos e temperaturas de armazenamento e suas respectivas interações e então desdobrados em polinômios ortogonais.

O perfil lipídico da gema foi analisado pelo programa estatístico SAS (2000).

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 ( $P < 0,05$ ).

### 3.3. Resultados e Discussão

Tabela 5. Desempenho médio de poedeiras alimentadas com glicerina bruta (GBV) e semi – purificada vegetal (GSPV).

Glicerina (%)	Postura (%)		Consumo ração (g/ave/dia)		CA (kg/kg)		CA (kg/dz)	
	GBV	GSPV	GBV	GSPV	GBV	GSPV	GBV	GSPV
Ração controle	83,76		103,31		2,010		1,481	
1,5	81,18b*	85,37a*	102,62	104,17	2,046	1,964	1,525	1,465
3,0	83,49	85,27*	100,80	103,60	1,962	1,989	1,433	1,508
4,5	83,57	85,42*	100,15	103,22	1,993	2,016	1,469	1,509
6,0	84,51	85,19*	102,03	105,82	2,003	2,076	1,497	1,545
7,5	85,04*	85,34*	101,14	103,81	1,978	1,982	1,453	1,491
Média	83,56 b	85,23 a	101,35 b	104,12 a	1,997	2,005	1,475	1,504
Tipo de glicerina	**		**		ns		ns	
Nível	**		ns		ns		ns	
Interação	**		ns		ns		ns	
Regressão	Linear	ns	ns		ns		ns	
CV%	1,29		2,43		2,45		2,55	

a, b – Letras diferente na mesma linha diferem entre si (P<0,05)

\*Diferem do controle pelo teste de Dunnett (P<0,05)

\*\* = significativo (P<0,05)

ns= não significativo

Analisando os resultados de desempenho (Tabela 5), pode-se observar que não houve interação ( $P>0,05$ ) entre os tipos de glicerina e níveis de inclusão para: consumo de ração, conversão alimentar (kg/kg) e conversão alimentar (kg/dz).

Avaliando-se o consumo de ração, nota-se que houve diferença ( $P<0,05$ ) apenas para o tipo de glicerina, a GSPV teve um aumento no consumo quando comparada a GBV. A disponibilidade de energia influencia o consumo de ração, como a energia das gliceras usada na formulação para as duas rações foram às mesmas (3.811 kcal/kg), pelos resultados, observa-se que esse aumento no consumo de ração para a GSPV pode ter sido devido à energia utilizada na formulação ser maior do que a real disponível, assim não atendendo a demanda necessária para suprimento de energia para manutenção e produção, fazendo com que o consumo fosse maior.

Por outro lado, isto pode estar relacionado à GBV apresentar um maior percentual de ácidos graxos (23,3%) (Tabela 2). Segundo Bertechini (2006), a presença de lipídios no duodeno tem ação efetiva na liberação do hormônio colecistoquinina, que atua no centro de saciedade, inibindo o consumo de ração. Assim os efeitos se somam, com o atendimento das necessidades energéticas e o efeito do centro da saciedade sobre o centro da fome, controlando assim o consumo de alimentos.

Os resultados deste experimento, discordam dos obtidos por Abd-Elsamee et al. (2010), que observaram aumento do consumo de ração para frangos Arbor Acres alimentados com até 8% de glicerina bruta. No entanto, resultados diferentes foram obtidos por Yalçın et al. (2010), que trabalhando com níveis de 2,5; 5,0 e 7,5% de glicerina bruta na dieta de poedeiras Lohmann Brown observaram que as aves alimentadas com 7,5% consumiram menos do que as aves dos outros tratamentos.

Para a conversão alimentar (kg/kg) e (kg/dz), não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) entre os tipos de glicerina e níveis de inclusão (Tabela 5). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Swiatkiewicz et al.,(2009), que não observaram diferenças na conversão alimentar de poedeiras alimentadas com níveis de 2,0; 4,0; e 6,0% de glicerina bruta na dieta.

Para porcentagem de postura houve interação ( $P<0,05$ ), entre os tipos de glicerina e os níveis de inclusão. Avaliando a GBV, foi observado um aumento linear na porcentagem de postura (Figura 1), entretanto, não houve diferença ( $P>0,05$ ) para a GSPV, independente do nível de inclusão. Avaliando os níveis de inclusão de cada glicerina, foi observado que apenas o nível de 1,5% de inclusão, apresentou diferença ( $P<0,05$ ), em que a GBV revelou uma menor % de postura quando comparada com a

inclusão de GSPV nas rações. Aplicando o teste de Dunnett, observamos que somente os níveis 1,5 e 7,5% de inclusão de GBV nas rações diferiram do controle, sendo que o nível 1,5% obteve valores menores e o nível 7,5% valores superiores quando testados com as aves que consumiram ração controle. Para a inclusão de GSPV, verificou-se que os níveis 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5% diferiram da ração controle, sendo todos superiores quando comparados com a ração controle. Estudos mostram que altos níveis de energia nas rações de animais não ruminantes diminuem a consumo de ração, melhora a conversão alimentar e aumento da produção de ovos. Isso pode explicar o aumento da % de postura para as duas glicerinas, quando comparadas com a ração controle, para alguns níveis apenas.

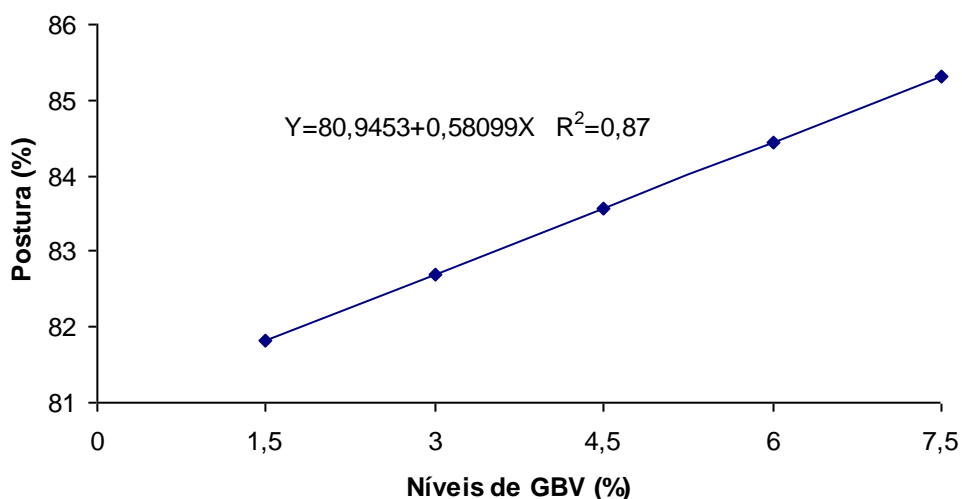


Figura 1. Porcentagem de postura em função dos níveis de glicerina bruta vegetal (GBV) na ração.

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre os níveis e o tipo de glicerina para: peso do ovo, gravidade específica, unidade Haugh, porcentagem de casca e espessura da casca (Tabela 6). No entanto, houve efeito ( $P < 0,05$ ) do tipo de glicerina sobre a unidade Haugh, sendo os maiores valores para os ovos de poedeiras alimentadas com GBV. Os resultados revelam que os valores de unidade Haugh tanto da ração controle, quanto das glicerinas usadas, estão dentro dos padrões de qualidade de ovos desejáveis.

Os resultados do presente estudo concordam com os resultados obtidos por Swiatkiewicz et al. (2009) e Yaçin et al. (2010), que não observaram efeito para estes parâmetros, utilizando níveis de até 6,0% e 7,5% de glicerina bruta na dieta, respectivamente. Segundo Silva (2004), quanto maior o valor da unidade Haugh, melhor será a qualidade de ovos.

Tabela 6. Qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com glicerina bruta vegetal (GBV) e glicerina semi-purificada vegetal (GSPV).

Glicerina (%)	Peso do ovo (g)		Gravidade específica		Unidade Haugh		Casca(%)		Espessura Casca (mm)	
	GBV	GSPV	GBV	GSPV	GBV	GSPV	GBV	GSPV	GBV	GSPV
Ração controle	62,29		1,082		95,17		8,99		0,433	
1,5	62,76	62,09	1,083	1,082	95,07	94,78	8,97	8,93	0,427	0,423
3,0	61,55	63,12	1,083	1,082	96,26	94,30	8,90	8,85	0,425	0,420
4,5	62,14	62,20	1,083	1,083	95,10	95,88	9,01	8,92	0,426	0,427
6,0	62,03	62,17	1,082	1,082	95,38	94,62	8,96	8,90	0,423	0,423
7,5	61,95	62,58	1,082	1,082	96,32	95,68	8,86	8,82	0,423	0,423
Média	62,09	62,43	1,083	1,082	95,63 a	95,05 b	8,94	8,88	0,425	0,423
Tipo de glicerina	ns		ns		**		ns		ns	
Nível	ns		ns		ns		ns		ns	
Interação	ns		ns		ns		ns		ns	
Regressão	ns		ns		ns		ns		ns	
CV%	1,33		0,07		1,06		1,68		1,65	

a, b - Letras diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05)

\*Diferem do controle pelo teste de Dunnett (P<0,05)

\*\* = significativo (P<0,05)

ns= não significativo

Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre os níveis de inclusão e os tipos das glicerinas para a variável umidade de excretas (Tabela 7), apesar de a GBV e a GSPV utilizadas nas dietas apresentarem teores de sódio de 1,62% e 0,87%, respectivamente. Segundo Menten et al. (2008) dependendo do catalisador utilizado na produção do biodiesel, a glicerina bruta gerada pode conter 6 a 8% de sais de sódio ou potássio. No entanto, os processos adotados nas plantas do Brasil é mais comum a presença do cloreto de sódio, sendo que as especificações da indústria apontam um limite de 7% para este sal. Esta quantidade equivale a aproximadamente 2,75% de sódio na glicerina bruta, e uma adição de 10% de glicerina bruta na ração seria responsável pelo aporte de 0,275% de sódio na ração, o que já excede os valores de exigências nutricionais para frangos de corte (0,19 a 0,22% de sódio), segundo (Rostagno et al., 2005) e (0,17 a 0,23%) para poedeiras de acordo com as recomendações do manual da linhagem Hy line (2009).

Tabela 7. Umidade de excreta de poedeiras alimentadas com glicerina bruta vegetal (GBV) e glicerina semi-purificada vegetal (GSPV).

Glicerina (%)	Umidade de excreta (%)	
	GBV	GSPV
Ração controle	74,72	
1,5	73,38	73,37
3,0	74,39	75,60
4,5	73,42	74,84
6,0	74,67	73,36
7,5	73,93	75,50
Média	73,98	74,53
Tipo de glicerina	ns	
Nível	ns	
Interação	ns	
Regressão	ns	
CV%	3,50	

\*Diferem do controle pelo teste de Dunnett ( $P<0,05$ )

ns= não significativo

Resultados semelhantes foram obtidos por Yalcin et al. (2010) que não observaram efeitos negativos para esta variável utilizando níveis de inclusão de até 7,5% de glicerina bruta na dieta de poedeiras. No entanto, efeitos adversos foram

observados por Lammers et al. (2008) que trabalhando com uma ração de poedeiras formulada com 15% de glicerina bruta contendo 1,26% de sódio, observaram maior umidade nas excretas.

Para a altura de albúmen (Figura. 2) e a unidade de Haugh (Figura. 3), houve interação entre temperatura de armazenamento x tempo ( $P < 0,05$ ). Observa-se que as duas variáveis tiveram o mesmo comportamento, independente do tipo e do nível de glicerina utilizada na dieta das poedeiras, entretanto, a redução observada na qualidade interna dos ovos, foi bem menor nos ovos armazenados em refrigeração. Esses dados são semelhante ao observado por Xavier et al. (2008), que trabalhando com ovos de poedeiras Hy-line com 40 semanas de idade, armazenados em diferentes condições, observaram uma diminuição mais acentuada na qualidade interna dos ovos armazenados em temperatura ambiente.

Piccinin et al. (2005), trabalhando com ovos de codornas, testando 3 tipos de embalagem, sobre diferentes tempos e temperaturas de armazenamento, observaram que os ovos armazenados em temperatura ambiente tiveram um decréscimo mais rápido da qualidade em relação aos ovos mantidos a 4°C. De acordo com Moreng & Avens (1990), quanto maior for o tempo entre postura e o consumo dos ovos, pior será a qualidade interna destes, já que após a postura, os ovos perdem qualidade de maneira contínua visto que as enzimas presentes no albumén hidrolisam as cadeias de aminoácidos, ao destruírem a estrutura protéica e liberarem água ligada a grandes moléculas de proteínas, o que provoca a fluidificação do albúmen e a perda da viscosidade do albúmen mais denso.

Segundo o Programa de Controle da Qualidade adotado pelo *United States Department of Agriculture* (USDA, 2000), as condições que devem ser encontradas desde quando o ovo é produzido até o seu consumo pela população são as seguintes: ovos considerados de qualidade excelente (AA) devem apresentar valores de UH superiores a 72; ovos de qualidade alta (A), valores entre 60 e 72; e ovos de qualidade inferior (B), com valores de UH inferiores a 60. Observando a Figura 4, a UH para os ovos armazenados em refrigeração, o menor valor encontrado, ainda é classificado como de qualidade AA, ou seja, apesar de serem estocados por um longo período, não perderam o padrão de qualidade excelente, segundo o valor de qualidade preconizado pelo (USDA, 2000).



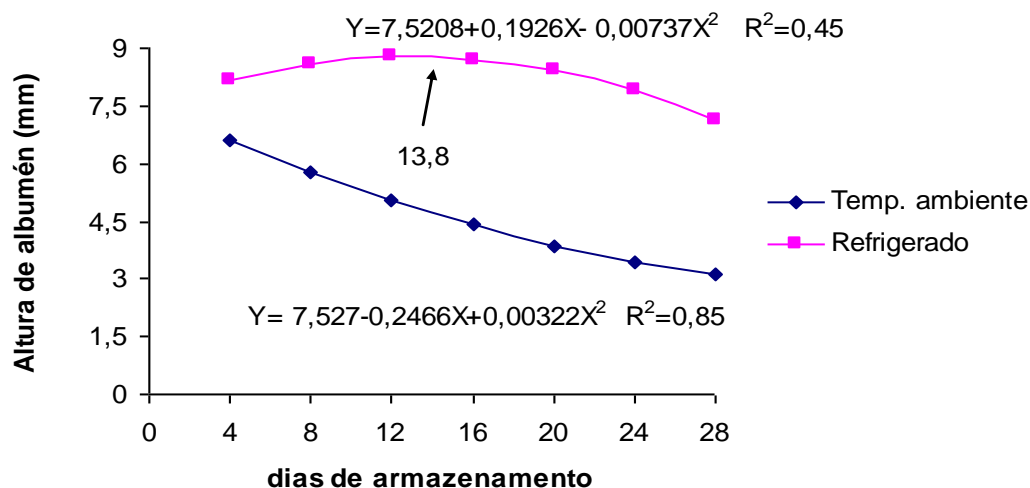


Figura 2. Altura de albúmen em função dos dias de armazenamento dos ovos em diferentes temperaturas.

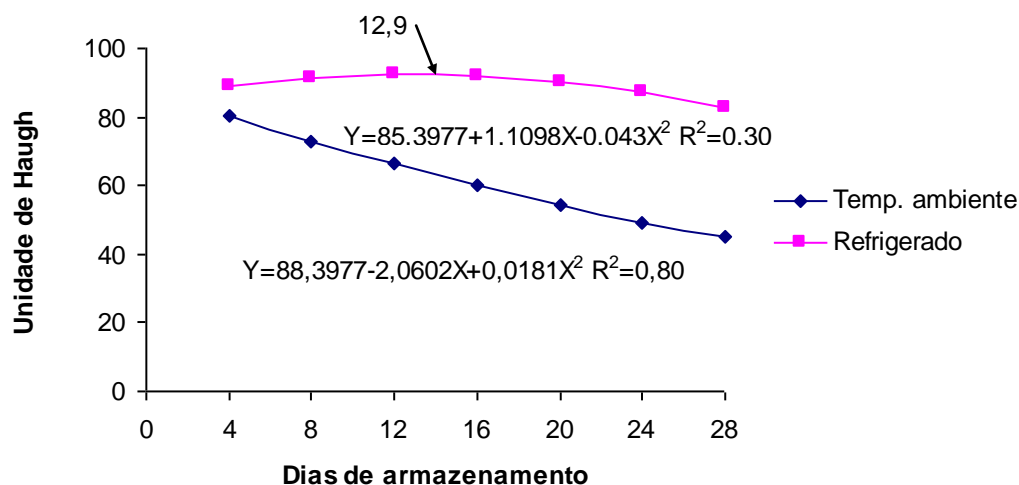


Figura 3. Unidade Haugh em função dos dias de armazenamento dos ovos em diferentes temperaturas.

Para os valores de pH, houve interação ( $P < 0,05$ ) temperatura de armazenamento x tempo (Figura.4). Tanto para a temperatura ambiente, quanto para o refrigerado, as gemas tiveram o mesmo comportamento, ou seja, aumentou-se o pH conforme o tempo de estocagem.

Segundo Sarcinelli et al. (2007), depois de sete dias, o pH é alterado, aumentando consideravelmente. Isso ocorre devido ao teor de  $\text{CO}_2$ , encontrado no interior do ovo. Quando o ovo é posto, a parte aquosa tem certa quantidade de  $\text{CO}_2$  em excesso, o que resulta num pH ácido. À medida que o tempo passa o  $\text{CO}_2$  vai saindo do ovo pelos poros, libertando-se na atmosfera. Menos  $\text{CO}_2$  na água significa menos  $\text{H}_3\text{O}^+$  a ser produzido e o pH do ovo vai subindo.

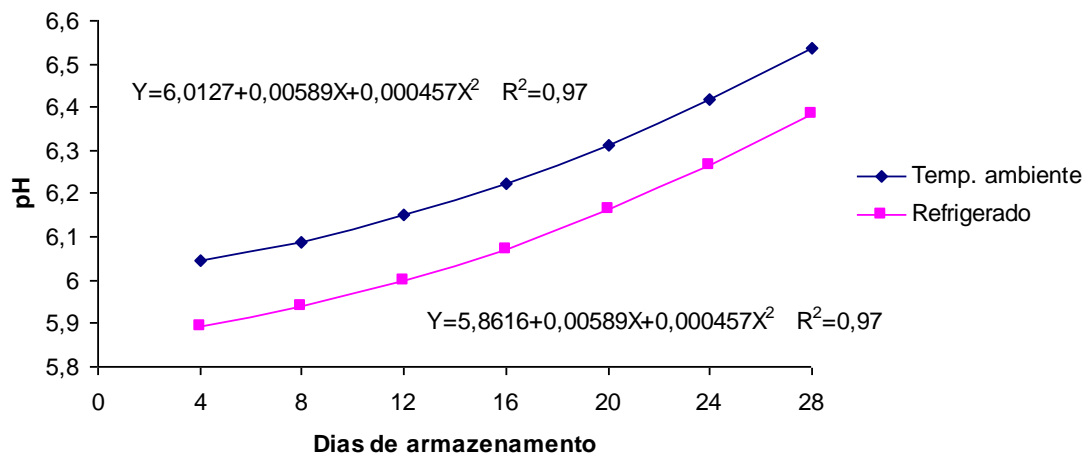


Figura 4. pH em função dos dias de armazenamento dos ovos em diferentes temperaturas.

Analisando o perfil lipídico da gema das poedeiras alimentadas com rações contendo GBV (Tabela 8), pode-se observar que a inclusão de 6 e 7,5% de GBV proporcionou um aumento na porcentagem dos ácidos linoléico (18:2n-6) e behênico (22:0) e uma diminuição do ácido oléico (18:1n-9) (Figura 5), que também foi observado por Yalçın et al. (2010), com a inclusão de até 7,5% de glicerina. O aumento do ácido linoléico na gema do ovo pode ser explicado por a GBV apresentar uma maior porcentagem deste ácido (52,67%) em sua composição (Tabela 3). Para Fennema (1993), a quantidade de ácidos graxos saturados não varia com as modificações da dieta animal, porém, ocorre aumento do ácido linoléico (18:2n-6) e decréscimo do ácido oléico (18:1n-9), ao se elevar a taxa de ácidos graxos poliinsaturados da dieta.

O total de ácidos poliinsaturados aumentou conforme o aumento da inclusão da GBV ( $P < 0,05$ ), e pelo teste de Dunnett, nota-se que todos os níveis diferiram do controle, isto pode ter ocorrido porque a glicerina utilizada neste experimento é de origem vegetal (óleo de soja), que é rico em gordura insaturada. Segundo Etches (1996), citado por Muramatsu et al. (2005), a incorporação de óleos vegetais, ou produtos derivados de oleaginosas contendo ácidos graxos insaturados as rações das aves, aumenta as concentrações no ovo em detrimento de seus similares saturados. Esse tipo de gordura ajuda a aumentar as taxas do "colesterol bom", o HDL (*High Density Lipoproteins*), e manter baixas as taxas do colesterol ruim, o LDL (*Low Density Lipoproteins*).

As proporções de ácidos insaturados (Figura 6) e monoinsaturados (Figura 7) e a relação de monoinsaturado/saturados (Figura 8), apresentaram comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) para a GBV, sendo os menores valores encontrados com 7,5% de inclusão de glicerina, concordando com Yalçın et al. (2010) que observaram um comportamento linear negativo para esses ácidos.

Avaliando a proporção de  $\omega$ -3 com o uso de GBV, observa-se que não houve efeito ( $P > 0,05$ ), enquanto que a proporção de  $\omega$ -6 que aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ). A relação de  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 teve um comportamento quadrático (Figura 9) com ponto mínimo de 3,73% de inclusão de GBV na ração. Segundo Cedro et al. (2010), sabe-se que os ácidos alfa-linolênico e linoléico são, respectivamente, precursores das séries dos ácidos graxos poliinsaturados (AGP)  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6. Esses lipídios são denominados ácidos graxos essenciais (AGE), mamíferos e aves não são capazes de sintetizá-los, sendo necessário adquiri-los pela dieta. Em função disso, muitos estudos têm sido desenvolvidos com o intuito de aumentar o teor de ácidos graxos poliinsaturados da serie ômega-3 em ovos, através da manipulação nutricional das dietas de poedeiras, usando óleos marinhos e/ou sementes de oleaginosas (Gómez, 2003). Neste estudo, percebe-se que não houve efeito positivo na proporção de ômega-3 na gema para as poedeiras que consumiram ração contendo GBV.

Tabela 8. Perfil de ácidos graxos da gema do ovo (%) de poedeiras comerciais, alimentadas com glicerina bruta (GBV).

Ácidos graxos	Ração Controle	GBV					Média	P	Regressão
		1,5	3,0	4,5	6,0	7,5			
C14:0 (mirístico)	0,330	0,323	0,333	0,336	0,328	0,322	0,328	ns	ns
C16:0 (palmítico)	29,608	29,024	28,125	29,280	29,942	28,438	28,961	ns	ns
C17:0 (heptadecanóico)	0,572	0,565	0,571	0,568	0,581	0,565	0,570	ns	ns
C18:0 (esteárico)	10,323	10,655	10,152	10,124	10,022	10,477	10,286	ns	ns
C18:1n9 (oléico)	36,793	39,082*	38,850*	39,812*	38,511*	38,403*	38,932	0,003	Q <sup>1</sup>
C18:2n6 (linoléico)	14,037	15,715*	16,080*	16,189*	16,259*	17,203*	16,289	0,001	L <sup>2</sup>
C18:3n3(linolênico)	2,373	2,242	2,476	2,480	2,422	2,115	2,347	ns	ns
C20:0 (eicosanóico)	1,557	1,594	1,591	1,575	1,587	1,572	1,584	ns	ns
C22:0 (behênico)	0,517	0,511	0,526	0,623*	0,624*	0,692*	0,595	0,002	L <sup>3</sup>
C20:4n6 (araquidônico)	0,199	0,185*	0,199	0,195	0,206	0,208	0,199	ns	ns
24:0 (lignocérico)	1,178	1,851	1,632	1,452	1,516	1,537	1,598	ns	ns
22:6n3 (cervônico)	0,121	0,128	0,126	0,118	0,120	0,125	0,123	ns	ns
Ácidos graxos saturados (SFA)	44,085	44,523	42,930	43,958	44,6	43,603	43,923	ns	ns
Ácidos graxos insaturados (USFA)	53,523	57,352*	57,731*	58,794*	57,518*	58,054*	57,890	0,005	Q <sup>4</sup>
Ácidos graxos monoinsaturados (MUFA)	36,793	39,082*	38,850*	39,812*	38,511*	38,403*	38,932	0,003	Q <sup>5</sup>
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA)	16,730	18,270*	18,880*	18,982*	19,007*	19,651*	18,958	0,001	L <sup>6</sup>
Relação MUFA/SFA	0,835	0,878*	0,905*	0,906*	0,863*	0,881*	0,887	0,002	Q <sup>7</sup>
Relação PUFA/SFA	0,379	0,410*	0,440*	0,432*	0,426*	0,451*	0,432	ns	ns
ω-3	2,494	2,371	2,602	2,600	2,542	2,240	2,471	ns	ns
ω-6	14,236	15,900*	16,278*	16,384*	16,495*	17,411*	16,493	0,003	L <sup>8</sup>
Relação ω-6/ ω-3	5,708	6,716*	6,279	6,525	6,541	7,773*	6,767	0,02	Q <sup>9</sup>

\* diferem entre pelo teste de Dunnett (P<0,05); ns = não significativo; L= linear; Q= quadrática - Equações: 1-  $Y = 38,433 + 0,4626X - 0,064X^2$  (R<sup>2</sup>= 0,55); 2-  $Y = 15,343 + 0,2103X$  (R<sup>2</sup>= 0,82); 3-  $Y = 0,4572 + 0,0307X$  (R<sup>2</sup>= 0,92); 4-  $Y = 56,52 + 0,658X - 0,0643X^2$  (R<sup>2</sup>= 0,73); 5-  $Y = 38,433 + 0,4626X - 0,064X^2$  (R<sup>2</sup>= 0,65); 6-  $Y = 18,091 + 0,1926X$  (R<sup>2</sup>= 0,87); 7-  $Y = 0,8664 + 0,0153X - 0,002X^2$  (R<sup>2</sup>= 0,59); 8-  $Y = 15,5621 + 0,203072X$  (R<sup>2</sup>=0,81); 9-  $Y = 7,6389 - 0,7510X + 0,100656X^2$  (R<sup>2</sup>=0,91).

Observando o perfil lipídico das gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com ração contendo GSPV (Tabela 9), pode-se observar que houve um aumento ( $P<0,05$ ) para o ácido eicosanóico (20:0) até 7,5% e um comportamento quadrático para o ácido mirístico (14:0) com ponto máximo de 4,61% (Figura 10). Mourot et al. (1994), analisando o perfil lipídico da carne de suínos, observaram um declínio do ácido mirístico no toucinho e do ácido linolênico no toucinho e músculo semi-membranosos quando receberam até 5% de glicerina (84,51% de glicerol 11,95% de água, 2,91% de sódio e 0,32% de metanol).

A proporção de ácidos graxos insaturados aumentou linearmente ( $P<0,05$ ) e o ácido esteárico (18:0) diminuiu linearmente com a inclusão de glicerina na dieta. Para Pereira (2009), a qualidade das gorduras ingeridas tem sido definida pela relação entre as insaturadas e as saturadas e quanto maior esta relação (maior quantidade de insaturadas), mais aconselhável é o seu consumo.

A proporção de  $\omega$ -3 aumentou linearmente ( $P<0,05$ ) e a proporção de  $\omega$ -6 e relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, diminuíram linearmente ( $P<0,05$ ) com o uso de GSPV nas rações, contrapondo a GBV. Pelo teste de Dunnett, percebe-se que os níveis 4,5; 6,0 e 7,5 diferiram do controle para as proporções de  $\omega$ -3, e para a relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, os níveis 6,0 e 7,5 foram menores que o controle.

Para Nkondjock et al. (2003), o ácido graxo ômega 3 mais especificamente o ácido alfa-linolênico é uma gordura poliinsaturada, e sabe-se que sua ingestão ajuda a diminuir os níveis de colesterol total e triglicérides sanguíneos. Além disso, esse ácido graxo pode apresentar atividades antitrombóticas e vasodilatadoras. Esses mesmos autores em outros estudos também demonstraram que a substituição de ácidos graxos monoinsaturados para poliinsaturados como ômega-3 podem reduzir o risco de câncer colorretal.

Houve interações (Tabela 10) entre os tipos de glicerina e os níveis de inclusão ( $P<0,05$ ) para os ácidos 18:2n-6, 18:3n-3 20:0, 22:0, porcentagem de PUFA, relação PUFA/SFA, proporção de  $\omega$ -6 e relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3. As médias superiores encontradas para a % de PUFA e a relação PUFA/SFA para a GBV, pode ser explicada por conter em sua composição maiores quantidades de ácidos graxos que compõe essas relações. Pode-se observar que a relação de ácidos poliinsaturados aumentou para os ovos das poedeiras que consumiram GBV, e quando se usou GSPV não houve alteração nesses ácidos.

Segundo Brandão et al. (2005), durante muito tempo, os ovos de galinha foram considerados grandes inimigos da alimentação saudável por serem uma grande fonte de colesterol. Contudo, estudos mais recentes revelam que o colesterol pronto (consumido via dieta) tem uma influência de 5%, no máximo, sobre a elevação do colesterol total do organismo de pessoas saudáveis. Esta descoberta vem alterando o conceito do consumo de ovos junto à Sociedade de Cardiologia americana e vem resgatar nos ovos a característica de saudabilidade, especialmente quando estes são enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados, cujo consumo regular é recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Com isso pode-se concluir que o uso de GSPV nas rações de poedeiras melhora a qualidade do ovo em relação a saúde humana.

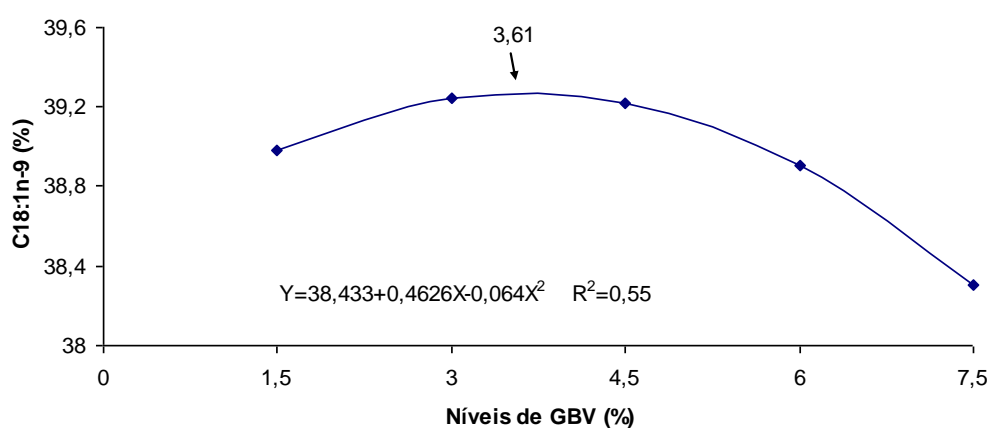


Figura 5. Porcentagem do ácido oléico (C18:1n-9) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta vegetal (GBV) na ração.

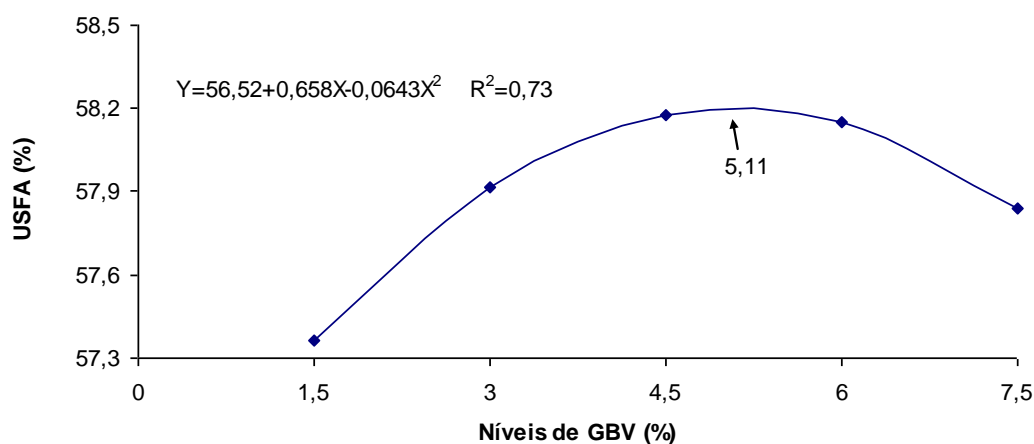


Figura 6. Porcentagem de ácidos insaturados (USFA) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta vegetal (GBV) na ração.

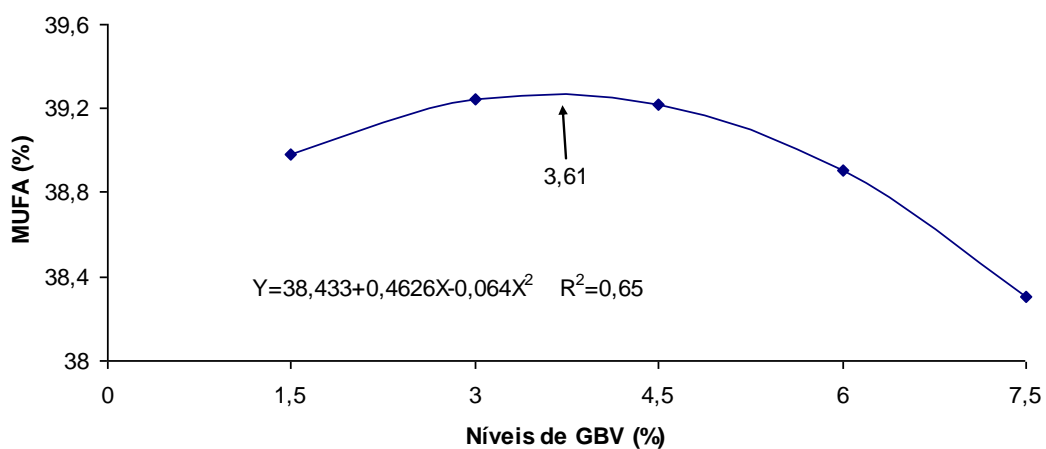


Figura 7. Porcentagem de ácidos monoinsaturados (MUFA) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta vegetal (GBV) na ração.

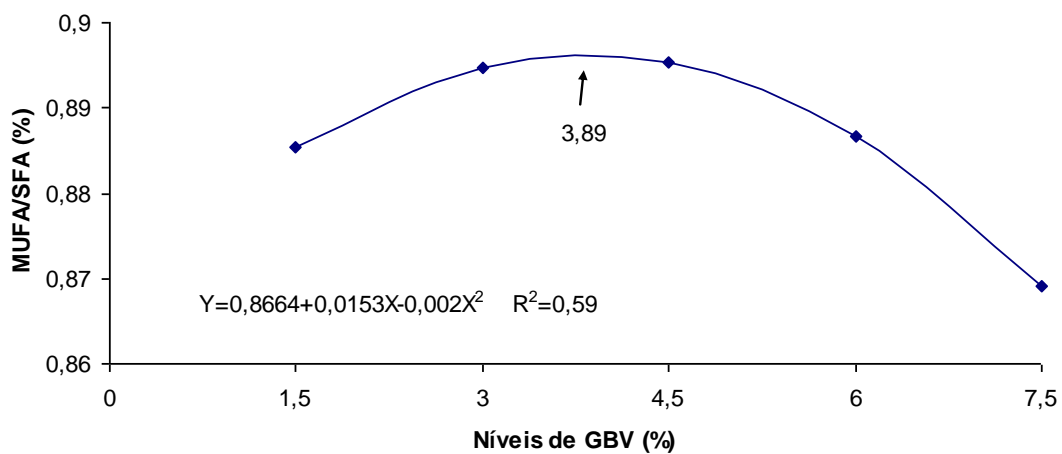


Figura 8. Porcentagem da relação de ácidos monoinsaturados/saturados (MUFA/SFA) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta vegetal (GBV) na ração.

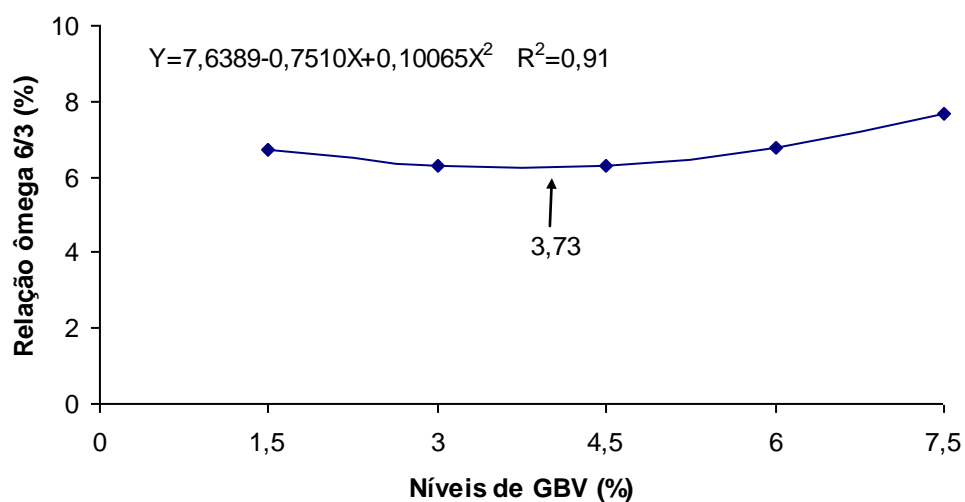


Figura 9. Porcentagem de relação ômega 6/3 na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta vegetal (GBV) na ração.

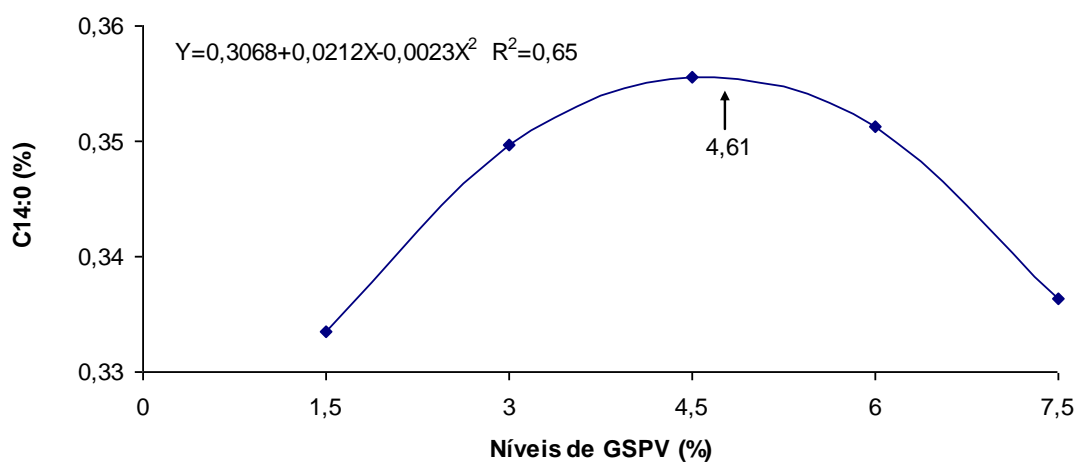


Figura 10. Porcentagem do ácido mirístico (C14:0) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina semi-purificada vegetal (GSPV) na ração.



Tabela 9. Perfil de ácidos graxos da gema do ovo (%) de poedeiras comerciais, alimentadas com glicerina semi-purificada vegetal (GSPV).

Ácidos graxos	Ração Controle	GSPV					Média	P	Regressão
		1,5	3,0	4,5	6,0	7,5			
C14:0 (mirístico)	0,330	0,336	0,330	0,359	0,345*	0,353*	0,345	0.014	Q <sup>1</sup>
C16:0 (palmítico)	29,608	27,893	27,952	29,229	28,364	29,305	28,549	ns	ns
C17:0 (heptadecanóico)	0,572	0,593	0,563	0,568	0,574	0,548	0,569	ns	ns
C18:0 (esteárico)	10,323	10,206	10,281	9,895*	9,962	9,522*	9,973	0.001	L <sup>2</sup>
C18:1n9 (oléico)	36,793	39,612*	40,531*	39,609*	39,747*	39,601*	39,820	ns	ns
C18:2n6 (linoléico)	14,037	14,856	13,907	13,671	13,530	13,216	13,836	ns	ns
C18:3n3(linolênico)	2,373	2,436	2,513	2,883*	3,051*	3,030*	2,783	ns	ns
C20:0 (eicosanóico)	1,557	1,636	1,680*	1,771*	1,776*	1,808*	1,734	0.002	L <sup>3</sup>
C22:0 (behênico)	0,517	0,526	0,450*	0,440*	0,522	0,420*	0,471	ns	ns
C20:4n6 (araquidônico)	0,199	0,189	0,201	0,202	0,211*	0,199	0,200	ns	ns
24:0 (lignocérico)	1,178	1,748	1,677	1,552	1,582	1,670	1,646	ns	ns
22:6n3 (cervônico)	0,121	0,127	0,123	0,120	0,124	0,123	0,123	ns	ns
Ácidos graxos saturados (SFA)	44,085	42,938	42,933	43,814	43,126	43,626	43,289	ns	ns
Ácidos graxos insaturados (USFA)	53,523	57,220*	57,275*	56,485*	56,663*	56,169*	56,762	0.030	L <sup>4</sup>
Ácidos graxos monoinsaturados (MUFA)	36,793	39,612*	40,531*	39,609*	39,747*	39,601*	39,820	ns	ns
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA)	16,73	17,608	16,744	16,876	16,916	16,570	16,945	ns	ns
Relação MUFA/SFA	0,835	0,922*	0,944*	0,904*	0,922*	0,908*	0,920	ns	ns
Relação PUFA/SFA	0,379	0,410*	0,390	0,385	0,392	0,380	0,391	ns	ns
ω-3	2,494	2,563	2,602	3,003*	3,174*	3,155*	2,899	0,006	L <sup>5</sup>
ω-6	14,236	15,045	14,108	13,874	13,741	13,415	14,037	0,004	L <sup>6</sup>
Relação ω-6/ ω-3	5,708	5,958	5,423	4,774	4,382*	4,251*	4,958	0,001	L <sup>7</sup>

\*diferem pelo teste de Dunnett (P<0,05); ns = não significativo; L= linear; Q= quadrática. Equações: 1-  $Y = 0,3068 + 0,0212X - 0,0023X^2$  (R<sup>2</sup>= 0,65); 2-  $Y = 10,468 - 0,1473X$  (R<sup>2</sup>= 0,84); 3-  $Y = 1,6615 + 0,0259X$  (R<sup>2</sup>= 0,83); 4-  $Y = 40,535 - 0,1768X$  (R<sup>2</sup>= 0,59); 5-  $Y = 2,33408 + 0,113325X$  (R<sup>2</sup>=0,86); 6-  $Y = 15,2204 - 0,237652X$  (R<sup>2</sup>=0,87); 7-  $Y = 6,40493 - 0,289698X$  (R<sup>2</sup>=0,95).

Tabela 10. Interação para perfil de ácidos graxos da gema do ovo (%) de poedeiras comerciais, alimentadas com glicerina bruta (GBV) e semi-purificada vegetal (GSPV).

Ácidos graxos	Ração Controle	GBV					Média	P	Regressão	
		1,5	3,0	4,5	6,0	7,5				
C18:2n6 (linoléico)	14,037	15,715*	16,080*	16,189*	16,259*	17,203*	16,289A	0,001	L <sup>1</sup>	
C18:3n3(linolênico)	2,373	2,242	2,476	2,480	2,422	2,115	2,347B	ns	ns	
C20:0 (eicosanóico)	1,557	1,594	1,591	1,575	1,587	1,572	1,584B	ns	ns	
C22:0 (behênico)	0,517	0,511	0,526	0,623*	0,624*	0,692*	0,595A	0,002	L <sup>2</sup>	
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA)	16,73	18,270*	18,880*	18,982*	19,007*	19,651*	18,958A	0,001	L <sup>3</sup>	
Relação PUFA/SFA	0,379	0,410*	0,440*	0,432*	0,426*	0,451*	0,432A	ns	ns	
ω-6	14,236	15,900*	16,278*	16,384*	16,495*	17,411*	16,493A	0,003	L <sup>4</sup>	
Relação ω-6/ ω-3	5,708	6,716*	6,279	6,525	6,541	7,773*	6,767A	0,02	Q <sup>5</sup>	
		GSPV								
C18:2n6 (linoléico)	14,037	14,856	13,907	13,671	13,530	13,216	13,836B	ns	ns	
C18:3n6 (linolênico)	2,373	2,436	2,513	2,883*	3,051*	3,030*	2,783A	ns	ns	
C20:0 (eicosanóico)	1,557	1,636	1,680*	1,771*	1,776*	1,808*	1,734A	0,002	L <sup>6</sup>	
C22:0 (behênico)	0,517	0,526	0,450*	0,440*	0,522	0,420*	0,471B	ns	ns	
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA)	16,73	17,608	16,744	16,876	16,916	16,570	16,945B	ns	ns	
Relação PUFA/SFA	0,379	0,410*	0,390	0,385	0,392	0,380	0,391B	ns	ns	
ω-6	14,236	15,045	14,108	13,874	13,741	13,415	14,037B	0,004	L <sup>7</sup>	
Relação ω-6/ ω-3	5,708	5,958	5,423	4,774	4,382*	4,251*	4,958B	0,001	L <sup>8</sup>	

A, B - Letras maiúsculas na coluna representam interações; \* diferem pelo teste de Dunnett (P<0,05); ns = não significativo; L= linear; Q= quadrática. Equações: 1-  $Y = 15,573 + 0,2293X$  ( $R^2 = 0,73$ ); 2-  $Y = 0,4915 + 0,0333X$  ( $R^2 = 0,89$ ); 3-  $Y = 18,546 + 0,1559X$  ( $R^2 = 0,74$ ); 4-  $Y = 15,5621 + 0,203072X$  ( $R^2 = 0,81$ ); 5-  $Y = 7,6389 - 0,7510X + 0,100656X^2$  ( $R^2 = 0,91$ ); 6-  $Y = 1,6615 + 0,0259X$  ( $R^2 = 0,83$ ); 7-  $Y = 15,2204 - 0,237652X$  ( $R^2 = 0,87$ ); 8-  $Y = 6,40493 - 0,289698X$  ( $R^2 = 0,95$ ).

### 3.4. Conclusão

A inclusão de até 7,5% de glicerina bruta e glicerina semi-purificada vegetal na dieta de poedeiras comerciais não apresentou efeitos negativos sobre o desempenho, qualidade de ovos e para os diferentes tempos e temperaturas de armazenamento dos ovos. A porcentagem de ácidos graxos poliinsaturados e insaturados aumentaram com o uso das glicerina bruta vegetal e semi-purificada vegetal, respectivamente, nas rações. A glicerina semi-purificada vegetal provou melhorar a proporção de  $\omega$ -3 na gema. Com base nestes resultados, pode-se concluir que é viável o uso deste subproduto nas rações de poedeiras comerciais até o nível de 7,5%, visto que a produção de biodiesel tem aumentado e a oferta deste subproduto tende a ser cada vez maior, propiciando um menor uso de matérias primas como o milho, por exemplo.

### 3.5. Literatura citada

- ABD-ELSAMEE, M. O.; ZEINAB M. A. ABDO, EL-MANYLAWI, M. A. F. et al. Use of crude glycerin in broiler diets. **Egyptian Poultry Science** Vol. 30 (I), p. 281-295, 2010.
- BRANDÃO, P. A.; COSTA F. G. P.; BARROS, L. R. et al. Ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. **Agropecuária Técnica** v.26, n.1, 2005.
- BERTECHINI, A.G. Metabolismo energético. In. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. P.89-100.
- 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.
- CEDRO, T. M. M.; CALIXTO, L. F. L.; GASPAR, A. et al. Teores de ácidos graxos em ovos comerciais convencionais e modificados com ômega-3. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p. 1733-1739, 2010.
- CNPE - Conselho Nacional de Política Energética. **RESOLUÇÃO CNPE Nº 2**, Publicada na seção 1 do DOU de 15 de maio de 2009. Disponível em: <<http://settacomcombustiveis.com.br/arquivos/revendedor/d944416f3e04bb7dc688fc146620cd6e.pdf>> Acesso em: 12/2009
- DOZIER III, W.A.; KERR, B.; CORZO, A. et al. Apparent Metabolizable Energy of Glycerin for Broiler Chickens. **Poultry Science**. v.87, p.317–322, 2008.
- FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia,1993. 1096p.
- GOMEZ, M. E. D. B. **Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta**. 2003. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- GUERRA, R. L. H. **Glicerina bruta na alimentação de frangos de corte**. 2010. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2010.
- HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, Ithaca, v. 61, p. 2022-2039, 1982.
- HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937.
- ISO- International Organization of Standardization. (1978). **Animal and vegetable fats and oils** – Preparation of methyl esters of fatty acids. Method ISO 5509, pp.1 -6.
- 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.
- LAMMERS, P. J.; KERR, B. J.; WEBER, T. E. et al. Growth performance, carcass characteristics, meat quality and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin-supplemented diets. **Journal of Animal Science**. V. 86, p. 2962-2970, 2008b.
- MANUAL DA LINHAGEM HY-LINE. Hy-line Variedade W-36. Brasil, 2009.
- MENTEN, J. F. M.; MIYADA, V. S.; BERENCHTEIN, B. Glicerol na alimentação animal. In: **Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos**. Campinas, SP: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2008. p. 101-114.

- MORENG,R.E.;AVENS,J.S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. p. 227-249.
- MOUROT, J.; AUMAITRE, A.; MOUNIER, A. et al. Nutritional and physiological effects of dietary glycerol in the growing pig. Consequences on fatty tissues and post mortem muscular parameters. **Livestock Production Science**, v.38, p.237–244, 1994.
- MURAMATSU, K.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B. et al. Desempenho, qualidade e composição de ácidos graxos do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com milho ou milheto contendo diferentes níveis de óleo vegetal. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 27, no1, p.43-48, Jan., 2005.
- NKONDJOCK A, SHATENSTEIN B, MAISONNEUVE P. et al. Assessment of risk associated with specific fatty acids and colorectal cancer among French-Canadians in Montreal: a case-control study. **Int J Epidemiol** 2003; 32(2):200-209.
- PEREIRA, A. L. F. **Efeito dos lipídios da ração sobre a qualidade, composição e estabilidade dos ovos de poedeiras comerciais**. 2009. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará. Ceará, 2010.
- PICCININ, A., ONSELEM, V.J.V., MALHADO C.H.M. et al. Técnicas de Conservação da Qualidade de Ovos de Codornas (*Coturnix coturnix* japônica). **Revista Ciência e Produção Animal**, v. 7, n.2, 2005.
- RAMOS, L.P. **Aproveitamento integral de resíduos agrícolas a agro-industriais**.  
[http://www.asfagro.org.br/trabalhos\\_tecnicos/biodiesel/combustivel.pdf](http://www.asfagro.org.br/trabalhos_tecnicos/biodiesel/combustivel.pdf) >. Acesso em: 07 jul. 2007.
- RIBEIRO, M. L. G.; SILVA, J. H. V.; SILVA, A. C. S. Efeito do nível de sódio em dieta para frangas semi-pesadas de 1 a 6 semanas de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 7, n. 7, p. 99, 2005. Suplemento.
- ROBERGS, R.A.; GRIFFIN, S. E. Glycerol. Biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. **Sports medicine** (Auckland, N.Z.), v.26, n.3, p.145-67, 1998.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: 424 UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.
- SARCINELLI, M.F., VENTURINI, K.S., SILVA, L.C. **Características dos ovos**. Boletim técnico - 20/08/2007. Espírito Santo – UFES, 2007.
- SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system: user's guide:statistics**. Version 6.Cary, NC, 1996. 956p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVA, F. H. A. **Curso teórico-prático sobre técnicas básicas de avaliação de qualidade do ovo**. Piracicaba: ESALQ, 2004.

- SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. Effect of crude glycerin level in the diet of laying hens on egg performance and nutrient utilization. **Poultry Science** v.88, p.615–619, 2009.
- USDA. **Egg-Grading Manual**. Washington: Department of Agriculture. 2000. 56p. (Agricultural Marketing Service, 75)
- XAVIER, I. M. C.; CANÇADO, T. C.; FIGUEIREDO, L. J. C. et. al. Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.953-959, 2008.
- YALCIN, S.; EROL, H.; ÖZSOY, B.; ONBASILAR, İ.; ÜNER, A. Effects of glycerol on performance, egg traits, some blood parameters and antibody production to SRBC of laying hens. **Journal of Livestock Science**, v.129, n.1-3, p.129–134, 2010.

#### IV. UTILIZAÇÃO DE GLICERINA BRUTA E SEMI-PURIFICADA MISTA NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS

**RESUMO** – O objetivo deste experimento foi determinar a composição química das glicerinas, e avaliar o desempenho zootécnico de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo glicerina bruta mista (GBM) e glicerina semi-purificada mista (GSPM) oriundas da produção de biodiesel. Foram utilizadas 440 poedeiras da linhagem Hy-Line W36 com 39 semanas de idade. O experimento teve duração de 112 dias, dividido em quatro ciclos de 28 dias cada. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5+1 (2 tipos de glicerina (GBM e GSPM) x 5 níveis (1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 %) + 1 ração controle (RC)), com cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Para os parâmetros de desempenho e qualidade de ovos, não houve interação entre os tipos e níveis de glicerinas ( $P>0,05$ ) com exceção para conversão alimentar (kg/dz) que teve um comportamento linear negativo para a GSPM. O consumo de ração diferiu ( $P<0,05$ ) para o tipo de glicerina, apresentando maiores valores para GSPM. A umidade das excretas aumentou linearmente para as duas glicerinas, com o aumento dos níveis. Houve interação ( $P<0,05$ ) entre temperatura de armazenamento x tempo, para as variáveis altura de albúmen, pH e Unidade de Haugh. A Unidade de Haugh foi influenciada pelo nível de inclusão de glicerina. A % de ácidos graxos poliinsaturados aumentou ( $P<0,05$ ) com a inclusão de GBM e monoinsaturados diminuiu ( $P<0,05$ ) com a inclusão de GSPM. As glicerinas podem ser utilizadas nas dietas de poedeiras até o nível de 7,5%, sem afetar o desempenho, qualidade dos ovos, tempo de armazenamento dos ovos e perfil lipídico. Porém, é necessário fazer uma análise dos teores de sódio e potássio para que inclusão da glicerina na matriz nutricional da ração não afete o desempenho das aves, principalmente a % de umidade de excreta.

**PALAVRAS CHAVE:** desempenho, glicerina, qualidade de ovos, umidade de excreta

## USES OF CRUDE GLYCERIN AND MIXED SEMI-PURIFIED GLYCERIN IN THE FEEDING OF LAYING HENS

**ABSTRACT** - The objective of this experiment was to determine the chemical composition of glycerin and evaluate the zootechnical performance of laying hens fed with diets containing mixed crude glycerin (GBM) and mixed semi-purified (GSPM) from the production of biodiesel. 440 Hy-Line W36 hens at 39 weeks of age were used. The experiment lasted 112 days, divided into four periods of 28 days each. The birds were distributed in a completely randomized factorial scheme 2x5 +1 (two types of glycerin (GBM and GSPM) x 5 levels (1.5, 3.0, 4.5, 6.0 and 7.5%) + 1 control diet (RC)), with five replicates and eight birds per experimental unit. For the parameters of performance and eggs quality, there was no interaction between the different types and levels of glycerin ( $P > 0.05$ ), except for feed conversion (kg/dz) which had a linear behavior for GSPM. Feed intake was different ( $P < 0.05$ ) for the type of glycerin, showing higher values for GSPM. The excreta moisture increased linearly for both glycerin types, as the levels were increased. The data for eggs storage time in different temperature revealed time x temperature interaction between for the variables albumen height, pH and Haugh Unit. The Haugh Unit was influenced by the level of glycerin inclusion. The percentage of polyunsaturated acids increased with the inclusion of GBM and monounsaturated acids decreased with the inclusion of GSPM. The glycerin can be used in laying hen diets up to the level of 7.5%, without affecting the performance, egg quality, egg storage time and lipid profile. However, it is necessary to analyze the levels of sodium and potassium so that inclusion of glycerin in the food nutrition matrix does not affect bird performance, especially the excreta moisture percentage.

**KEY WORDS:** performance, glycerin, egg quality, excreta moisture



#### 4.1. Introdução

Hoje o que se busca na criação animal e baixar o custo da ração, pois esta representa 70% do custo de produção final. Com isso, pesquisadores têm buscado outras fontes alternativas em substituição ao milho com intuito de reduzir o custo da mesma. Segundo dados publicados no Avisite (2011), estatísticas comprovam que a alta do milho continua. A média da saca em março deste ano chegou R\$32,14, astronômica alta de 77,18% sobre fevereiro de 2010.

A produção de biodiesel a partir de óleos vegetais e gorduras animais resultam em subprodutos úteis para a alimentação animal. Dentre estes, a glicerina bruta e a semi-purificada, representam fontes potenciais de alimentos energéticos para utilização nas rações animais, podendo ser substituído pelo milho.

Estudos mostram que o glicerol pode ser considerado uma fonte adequada de energia, pois quando as gorduras são digeridas, normalmente são obtidas duas moléculas de ácidos graxos e uma molécula de monoglicerídeo. Quando a digestão é total, são obtidas três moléculas de ácidos graxos e uma molécula de glicerol. Esta última molécula, por seu baixo peso molecular, é facilmente absorvida por difusão. Uma vez absorvido, o glicerol pode ser convertido em glicose, via gliconeogênese, ou oxidado, para a produção de energia, via glicólise e ciclo de Krebs (Robergs & Griffin, 1998).

Em poedeiras, Lammers et al. (2008), trabalhando com a inclusão de glicerina em até 15% (87% de glicerol, 9% de água, 0,03% de metanol, 1,26% de sódio e 3.625 kcal/kg de energia bruta), identificaram que aves Hy-Line W36, com 40 semanas, não tiveram suas características produtivas afetadas (produção de ovo, massa de ovo, consumo de alimento) e a energia metabolizável aparente da fonte de glicerol foi de 3.805 kcal/kg, superior aos valores normalmente usados para o milho. Resultados obtidos por Dozier et al. (2008) mostraram que frangos de corte utilizaram eficazmente a glicerina independentemente da idade sendo os valores de energia metabolizável encontrados de 3.621 kcal de EM/kg, 3.331 kcal de EM/kg e 3.349 kcal de EM/kg de ração para 7 a 10 dias, 21 a 24 dias e 42 a 45 dias de idade, respectivamente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da utilização da glicerina bruta e da glicerina semi-purificada mista na alimentação de poedeiras comerciais sobre o

desempenho zootécnico, qualidade de ovos, influência dos diferentes tempos e formas de armazenamento do ovo e qualidade das excretas.

## 4.2. Material e Métodos

O experimento foi realizado no aviário da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) e no laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizadas 440 poedeiras da linhagem Hy-Line W36 com 39 semanas de idade, as aves foram pesadas e agrupadas conforme o peso e, então, alojadas aleatoriamente em 55 gaiolas de arame galvanizado, contendo quatro repartições por gaiola de 25 x 45 cm para cada duas aves, totalizando 8 aves por gaiola.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5+1 (2 tipos de glicerina - glicerina bruta mista (GBM) e glicerina semi-purificada mista (GSPM) x 5 níveis (1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 %) + 1 ração controle (RC)), totalizando 11 tratamentos com cinco repetições e oito aves por unidade experimental.

As dietas foram formuladas a base de farelo de soja e milho moído. Atendendo as exigências nutricionais para poedeiras em produção, de acordo com o manual de produção da linhagem (Hy-Line, 2009), as rações com GBM e GSPM foram formuladas com uma energia metabolizável de 2.860 e 1.559 kcal/kg, respectivamente (Tabela 1).

Para o consumo de ração, ao final de cada ciclo, as sobras dos comedouros e dos baldes foram pesadas e o consumo de ração determinado e expresso em gramas de ração consumida por ave por dia. Em caso de mortalidade de alguma ave, a ração e as sobras dos comedouros foram pesadas e efetuadas a correção.

A conversão alimentar (kg de ração/dz de ovos e kg de ração/kg de ovos) foi calculada no intervalo de 28 dias.

Para o cálculo de taxa de postura (%) os ovos foram coletados diariamente e anotados em planilhas para cada repetição e, ao final de cada ciclo, se obteve a produção total de ovos e a taxa de postura de cada unidade experimental.

Tabela 1. Composição percentual calculada das rações experimentais com glicerina bruta mista (GBM) e glicerina semi-purificada mista (GSPM).

Itens, %	Níveis de inclusão, %										
	0	GBM					GSPM				
		1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5
Milho	62,42	60,29	58,17	56,04	53,02	51,79	59,82	57,23	54,64	52,05	49,44
Farelo de soja	22,47	22,87	23,27	23,69	24,84	24,48	22,96	23,44	23,93	24,42	24,91
Calcário	9,39	9,38	9,38	9,38	9,37	9,37	9,38	9,38	9,37	9,37	9,36
Fosfato bicalcico	2,11	2,11	2,12	2,12	2,12	2,13	2,11	2,12	2,13	2,13	2,14
Óleo de soja	2,64	2,87	3,07	3,32	3,71	3,78	3,25	3,85	4,46	5,07	5,68
Sal comum	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,24	0,24	0,22
DL-Metionina 98%	0,178	0,181	0,183	0,186	0,183	0,191	0,181	0,185	0,188	0,191	0,194
L-Lisina HCL 78%	0,059	0,052	0,045	0,037	0,007	0,022	0,050	0,041	0,032	0,023	0,014
Suplemento Vitaminico+minerais <sup>1</sup>	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Glicerina	0,000	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5
Valores calculados											
Energia Metabolizável, Kcal/kg	2.860	2.860	2.860	2.860	2.860	2.860	2.860	2.860	2.860	2.860	2.860
Proteína bruta, %	15,50	15,50	15,50	15,50	15,75	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50
Cálcio, %	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20
Fósforo disponível, %	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Lisina digestível, %	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Metionina + Cistina digestível,%	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Treonina digestível, %	0,521	0,521	0,522	0,522	0,533	0,524	0,522	0,522	0,523	0,524	0,524
Triptofano digestível, %	0,163	0,164	0,165	0,166	0,171	0,168	0,164	0,165	0,166	0,169	0,169

<sup>1</sup> Premix mineral e vitamínico: (conteúdo por kg de premix) Vit. A, 8.000.000 UI; Vit. D3, 2.200.000 UI; Vit. E, 6200 mg; Vit. K3, 2000 mg; Vit. B1, 2000 mg; Vit. B2, 3000 mg; Vit. B6, 6000 mg; Vit. B12, 10.000 mcg; Pantotenato de cálcio, 6000 mg; Niacina, 25.000 mg; Ác. fólico, 400 mg; Se, 100 mg; Mn, 65.000 mg; Fe, 40.000 mg; Cu, 10.000 mg; Zn, 50.000 mg; I, 1000 mg.

#### 4.2.1. Composição química das Glicerinas

As glicerinas utilizadas foram fornecidas pela empresa Biopar, de Rolândia - PR, e suas composições químicas são apresentadas na Tabela 2 e 3. Para obtenção da glicerina bruta e semi-purificada mista, foi utilizado o óleo de soja na proporção de 80% e gordura animal 20%. Foram realizadas as análises de densidade, teor de umidade e glicerol total no Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR). A matéria orgânica não-glicerol (MONG) foi calculada segundo as equações indicadas por Hansen et al. (2009) em que  $MONG = 100 - (\% \text{ glicerol} + \% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas})$ .

Os valores de pH, proteína bruta, minerais e energia bruta (Calorímetro adiabático - Parr Instrument Co. AC720) e composições químicas dos alimentos e fezes foram obtidas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA), segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

Tabela 2. Composição química das glicerinas bruta e semi-purificada mista.

Nutrientes	Bruta Mista	Semi-Purificada Mista
Umidade %	5,45	15,07
Glicerol, %	55,45	68,66
Proteína bruta, %	0,05	0,04
Energia bruta, kcal/kg	5242	3217
Ácidos graxos totais, %	21,5	5,1
Metanol, mg/kg	50.500	62.800
MONG <sup>1</sup> , %	34,48	13,05
Cinzas, %	4,62	3,22
Cloreto de Sódio, %	3,01	0,35
Cálcio, ppm	82,33	79,81
Fósforo, ppm	167,51	653,44
Potássio, %	0,023	0,006
Sódio, %	1,990	1,040
Cloreto, %	0,350	0,381
Magnésio, ppm	30,72	38,99
Cobre, ppm	0,197	0,532
Cromo, ppm	0,177	8,571
Ferro, ppm	26,51	256,57
Zinco, ppm	0,195	2,234
Manganês, ppm	0,853	1,487
Alumínio, ppm	33,48	13,86
Cobalto, ppm	0,475	0,220
Molibdênio, ppm	0,000	0,000
Chumbo, ppm	0,487	0,526
pH	8,55	1,67
Densidade, kg/m <sup>3</sup>	1.110	1.189

<sup>1</sup>MONG: Matéria orgânica não-glicerol, definida pela fórmula  $100 - (\% \text{ glicerol} + \% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas})$

A determinação de lipídios totais e metanol foram realizadas por cromatografia nos departamentos de Química e Física, respectivamente, na Universidade Estadual de Maringá. O teor de cloreto de sódio foi determinado no Laboratório de Controle de Análises da BIOPAR.

Tabela 3. Composição de ácidos graxos (g/100g de lipídios) das Glicerinas bruta e semi-purificada mista.

Nutriente	Bruta Mista	Semi-Purificada Mista
14:0 (Ácido Mirístico)	0,47	< 0,1
16:0 (Ácido Palmítico)	16,2	36,83
16:1n-7 (Ácido Palmitoléico)	< 0,1	10,04
18:0 (Ácido Esteárico)	6,77	22,07
18:1 n-9 (Ácido Oléico)	26,69	16,96
18:1n-7 (Ácido Vancênico)	1,81	< 0,1
18:2n-6 (Ácido Linoléico)	41,06	14,08
18:3n-3 (Ácido $\alpha$ -linolênico)	4,00	< 0,1
Ácidos graxos saturados (SFA)	23,44	58,9
Ácidos graxos insaturados (USFA)	73,55	41,08
Ácidos graxos monoinsaturados (MUFA)	28,49	27,00
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA)	45,06	14,08
Relação MUFA/SFA	1,21	0,45
Relação PUFA/SFA	1,92	0,24

#### 4.2.2. Qualidade do ovo

No final de cada ciclo, todos os ovos produzidos em quatro dias consecutivos, foram coletados, identificados e pesados. Para as análises de peso do ovo, os ovos foram separados por repetição e pesados em uma balança digital, onde foi considerado o peso dos ovos inteiro com casca.

Para análise da gravidade específica utilizou-se o método de imersão dos ovos em solução salina com densidades 1,070; 1,074; 1,078; 1,082 e 1,086 preparadas conforme recomendação feita por Hamilton (1982). Estas soluções eram ajustadas periodicamente com a utilização de um densímetro de petróleo para líquidos. Os ovos foram submersos nos baldes, da menor para maior concentração salina, e foram retirados ao flutuarem até a superfície, sendo então o valor anotado.

A unidade Haugh foi determinada em uma amostra de 3 ovos por repetição, onde os ovos eram quebrados em superfície plana de vidro, para mensurar a altura do albúmen utilizando-se de um paquímetro digital, cujas medidas foram relacionadas ao

peso do ovo na equação descrita por (Haugh, 1937, Brant & Shrader 1958),  $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$ , onde:

UH = unidade Haugh

H = altura do albúmen em milímetros

W = peso do ovo em gramas

As cascas foram lavadas em água corrente e secas a temperatura ambiente por 72 horas e em seguida pesadas em balança de precisão digital para obtenção da porcentagem de casca. A porcentagem de casca foi obtida pela relação do peso do ovo com o peso da casca seca.

Para a determinação da espessura da casca foram utilizados cascas de ovos quebradas ao meio, incluindo as membranas internas, mensuradas com o auxílio de um micrômetro digital (Mitutoyo®) em três pontos da região central.

#### **4.2.3. Umidade de excretas**

A porcentagem de umidade nas excretas foi obtida ao final do quarto ciclo, adaptando-se plásticos de lona embaixo das gaiolas por um período de 8 horas, para coletar as excretas. Após o período de coleta, as amostras de excretas foram pesadas e levadas para estufa de ventilação forçada a 55°C por um período de 72 horas, sendo posteriormente anotado novamente o peso da excreta, para determinação da porcentagem de umidade segundo a metodologia de Ribeiro et al. (2005).

#### **4.2.4. Perfil lipídico da gema e da ração controle**

No quarto ciclo foram coletados seis ovos por repetição, eles foram quebrados e as gemas armazenadas em dois *pools*, sendo um *pool* com gemas de duas repetições e outro *pool* com gemas das outras três repetições restante, em seguida foram congelados para determinação do perfil lipídico da gema, por cromatografia gasosa. A extração dos lipídios totais foi feita com mistura de solvente a frio, seguindo a metodologia descrita por Bligh-Dyer (1959), utilizando como solvente clorofórmio, metanol e água.

Para a transesterificação dos triacilgliceróis (obtenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos), os triacilgliceróis foram submetidos ao processo de transmetilação, conforme método 5509 da ISO (1978). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados no cromatógrafo gasoso Trace GC Ultra (Thermo Scientific), equipado com

coluna capilar de sílica fundida (100m de comprimento, 0,25mm de diâmetro interno e 0,20µm de CP-Sil88, ChromPack) e detector de ionização de chama. A temperatura da coluna foi programada para manter 140°C por 10 minutos, sendo então elevada para 240°C a uma taxa de 5°C.min.<sup>-1</sup>

A temperatura do injetor e detector foi mantida por 220 e 240°C, respectivamente. Os fluxos dos gases foram 1,4m.min.<sup>-1</sup> para o gás de arraste H<sub>2</sub>, 30mL.min.<sup>-1</sup> para o gás auxiliar N<sub>2</sub> e 30 e 300mL.min.<sup>-1</sup> para os gases da chama H<sub>2</sub> e ar sintético, respectivamente. A razão de divisão ("split") da amostra foi de 1:100. As áreas dos picos foram determinadas pelo método da normalização, utilizando-se um Integrador-Processador CG-300 (Instrumentos Científicos CG), e a identificação dos picos por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma). O perfil lipídico da ração controle foi determinado no cromatógrafo do laboratório do departamento de química da Universidade Estadual de Maringá (Tabela 4).

Tabela 4. Composição (%) dos ácidos graxos da ração controle.

Ácidos graxos	%
14:0 (Ácido Mirístico)	0,09
16:0 (Ácido Palmítico)	12,39
16:1n-7 (Ácido Palmitoléico)	0,10
17:0 (Ácido Margárico)	0,09
18:0 (Ácido Esteárico)	3,12
18:1n-9 (Ácido Oléico)	26,15
18:1n-7 (Ácido Vancênico)	1,08
18:2n-6 (Ácido Linoléico)	52,04
18:3n-6 (Ácido γ-linolênico)	4,05
18:3n-3 (Ácido α-linolênico)	0,20
22:0 (Ácido Eicosanóico)	0,35
22:2n-6 (Ácido 13, 16-docosadienóico)	0,11
20:5n-3 (Ácido Timnodônico)	0,06
24:0 (Ácido Lignocérico)	0,19
Ácidos graxos saturados (SFA)	16,23
Ácidos graxos insaturados (USFA)	83,79
Ácidos graxos monoinsaturados (MUFA)	27,33
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA)	56,46
Relação MUFA/SFA	1,68
Relação PUFA/SFA	2,48

#### 4.2.5. Diferentes tempos e temperaturas de armazenamento do ovo

Ovos do quarto ciclo foram coletados por repetição e armazenados em bandejas de polpa de celulose sob condições de temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) e geladeira ( $6^\circ \pm 2^\circ\text{C}$ ), por diferentes períodos: zero (ovos frescos), 4, 8, 12, 16, 20, 24, e 28 dias. No final de cada período de armazenamento, os ovos correspondentes, foram pesados e quebrados para avaliar a qualidade do ovo em relação ao período de estocagem por meio da medida da altura do albúmen e pH da gema. A altura do albúmen foi correlacionada com o peso do ovo, de acordo com a fórmula apresentada por (Haugh, 1937, Brant & Shrader 1958),  $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$ , onde:

UH = unidade Haugh

H = altura do albúmen em milímetros

W = peso do ovo em gramas

#### 4.2.6. Análises Estatística

Os resultados das variáveis estudadas no ensaio de desempenho, qualidade de ovos, umidade de excretas e perfil lipídico da gema foram analisados pelo programa estatístico SAEG (2007), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = b_0 + G_i + b_1 N_j + b_2 N_j^2 + FA + G_i N_j + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = variável medida na unidade experimental k, alimentada com dieta contendo o nível j e do tipo i de glicerina bruta mista (GBM) ou semi-purificada mista (GSPM);

$b_0$  = constante geral;

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

$G_i$  = efeito dos tipos de glicerina i, sendo  $i_1$  = glicerina bruta mista e  $i_2$  = glicerina semi-purificada mista;

$N_j$  = nível de glicerina:  $GBM_1 = 1,5$ ;  $GBM_2 = 3,0$ ;  $GBM_3 = 4,5$ ;  $GBM_4 = 6,0$ ;  $GBM_5 = 7,5$ ;  $GSPM_6 = 1,5$ ;  $GSPM_7 = 3,0$ ;  $GSPM_8 = 4,5$ ;  $GSPM_9 = 6,0$ ;  $GSPM_{10} = 7,5\%$  de inclusão;

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

FA = falta de ajuste do modelo de regressão;

$G_i N_j$  = 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 glicerinas nas dietas foi desdobrado em polinômios. As médias obtidas para cada glicerina foram comparadas pelo teste de F ( $P < 0,05$ ).

Os resultados das variáveis estudadas dos diferentes tempos e temperaturas de armazenamento dos ovos foram analisados pelo programa estatístico SAS (2000). Foram testados os tipos e níveis das glicerinas, diferentes tempos e temperaturas de armazenamento, e suas respectivas interações e depois desdobrados em polinômios ortogonais.

O perfil lipídico da gema foi analisado pelo programa estatístico SAS (2000).

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 ( $P < 0,05$ ).

### 4.3. Resultados e Discussão

Avaliando os dados de desempenho (Tabela 5), pode-se observar que para consumo de ração que houve diferença para o tipo de glicerina ( $P < 0,05$ ), mostrando um maior consumo para a ração contendo GSPM, quando comparada com a GBM. Essa diferença porém é notada só quando comparamos uma glicerina com a outra, sendo que o consumo de ração contendo GSPM apresenta valores semelhantes à ração controle. Pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ), apenas os níveis 1,5; 6,0 e 7,5% de GBM diferiram da ração controle. Concluindo que quanto maior é o nível de inclusão de GBM, menor foi o consumo de ração, quando comparada com a ração controle. Essa diminuição do consumo pode ser explicada por a GBM apresentar uma energia metabolizável maior do que a energia usada na formulação da ração e também por a GBM conter um maior teor de sódio em sua composição, diminuindo assim a palatabilidade da ração.

A conversão alimentar (kg/dz) apresentou interação entre os tipos de glicerina e os níveis de inclusão ( $P < 0,05$ ), verificando uma melhora linear (figura 1) para as poedeiras alimentadas com GSPM. Pelo teste de Dunnett, observa-se que os níveis de inclusão de 1,5; 3,0 e 7,5% de GBM e os níveis 4,5; 6,0 e 7,5% de GSPM diferiram da ração controle, provando ter uma melhora na conversão alimentar (kg/dz), quando comparado com as aves que foram alimentadas com a ração controle.

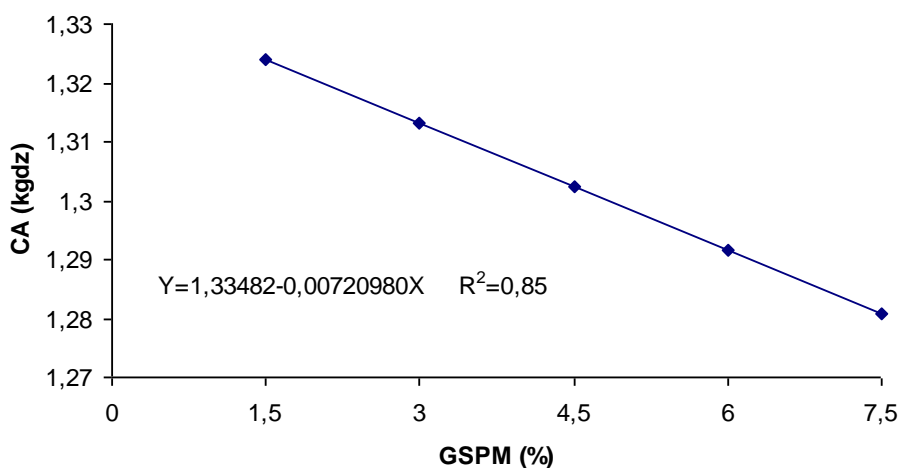


Figura 1. Efeito da glicerina semi-purificada vegetal (GSPM) na conversão alimentar (kg/dz).

Tabela 5. Desempenho médio de poedeiras alimentadas com glicerina bruta (GBM) e semi – purificada mista (GSPM).

Glicerina (%)	Postura (%)		Consumo ração (g/ave/dia)		CA (kg/kg)		CA (kg/dz)	
	GBM	GSPM	GBM	GSPM	GBM	GSPM	GBM	GSPM
Ração Controle	89,78		94,31		1,757		1,323	
1,5	90,01	90,21	92,57*	93,14	1,754	1,754	1,287*	1,313
3,0	91,34	89,78	93,14	94,24	1,691	1,741	1,269b*	1,323a
4,5	91,01	90,15	93,55	93,55	1,761	1,773	1,303	1,295*
6,0	90,36	90,31	90,83*	93,43	1,727	1,737	1,294	1,284*
7,5	91,50	90,58	91,52*	93,85	1,723	1,708	1,283*	1,279*
Média	90,84	90,21	91,99 b	93,64 a	1,731	1,743	1,287	1,299
Tipo de glicerina	ns		**		ns		ns	
Nível	ns		ns		ns		ns	
Interação	ns		ns		ns		**	
Regressão	ns		ns		ns		ns linear	
CV%	1,93		1,54		2,52		1,89	

a, b - Letras diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05)

\*Diferem do controle pelo teste de Dunnett (P<0,05)

\*\* = significativo (P<0,05)

ns= não significativo

Avaliando os dados de qualidade de ovos (Tabela 7) não foram verificadas diferenças ( $P>0,05$ ) significativas para as variáveis: peso do ovo, gravidade específica, unidade Haugh, porcentagem e espessura de casca. Estes dados concordam com os observados por Yaçin et al. (2010), que estudando o uso da glicerina bruta para poedeiras comerciais nas rações, não verificaram diferenças para altura de albúmen, unidade Haugh, gravidade específica.

A umidade da excreta foi influenciada pelo nível de glicerina ( $P<0,05$ ), tanto para GBM quanto para GSPM (Tabela 6). Conforme aumentou o nível de glicerina na ração, a umidade de excreta foi maior (Figura 2 e 3). A principal causa desse aumento é atribuída ao nível de sódio presente nas glicerinas de 1,990 e 1,040% para a GBM e GSPM, respectivamente.

Estes dados concordam com Lammers et al. (2008), que trabalhando com poedeiras (Hy-line W-36), notaram que usando dietas contendo 15% de glicerina, a umidade de excreta foi significativamente maior do que nos outros tratamentos. Esses autores concluíram que o aumento da umidade, foi devido a uma falta de balanceamento de sódio da ração, pois a glicerina utilizada tinha 1,26% de sódio e não foi ajustada em relação à ração basal que continha 0,21% de sódio, excedendo assim as exigências para poedeiras. O que pode ter sido a causa deste experimento também.

Guerra (2010) notou aumento da umidade de cama de frangos de corte quando usou 10% de inclusão de glicerina bruta, pressupondo que o aumento da umidade da cama pode estar diretamente ligado com uma alta higroscopicidade do glicerol presente na glicerina.

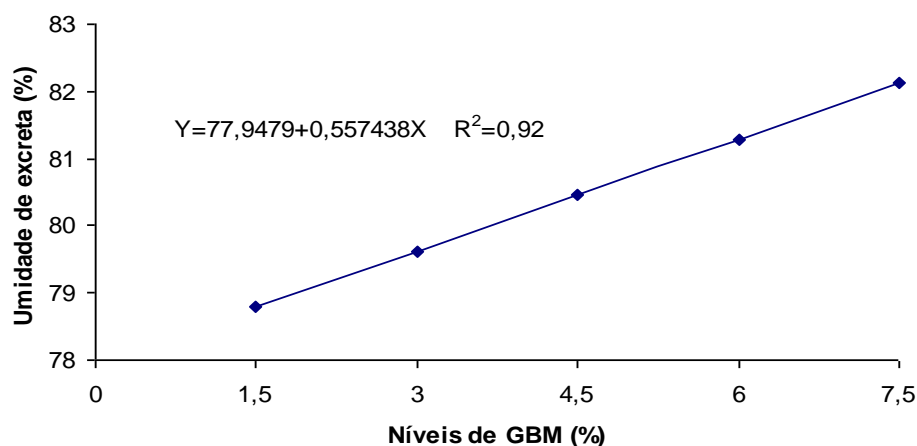


Figura 2. Umidade de excreta em função dos níveis de glicerina bruta mista (GBM) na ração.

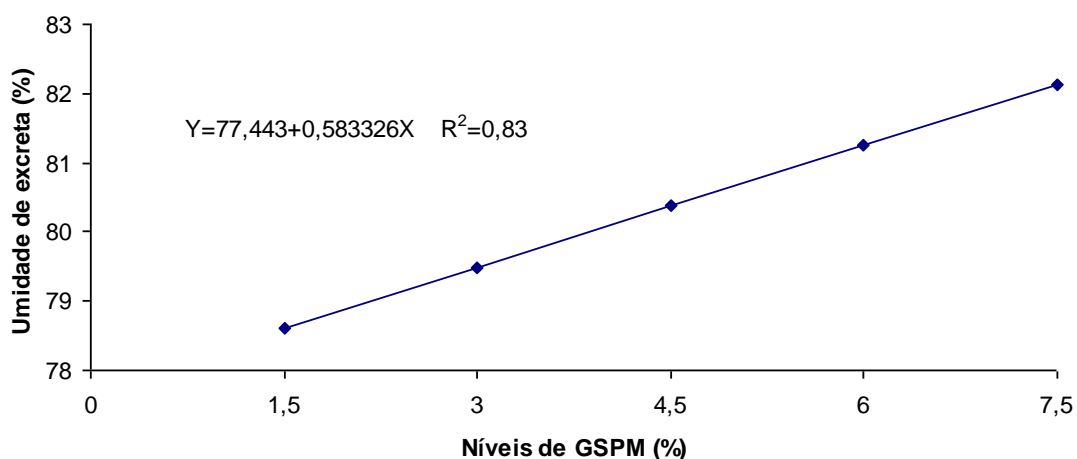


Figura 3. Umidade de excreta em função dos níveis de glicerina semi-purificada mista (GSPM) na ração.

Tabela 6. Umidade de excreta de poedeiras alimentadas com glicerina (GBM) bruta e semi-purificada mista (GSPM).

	Umidade de excreta (%)	
	GBM	GSPM
0 (controle)	81,25	
1,5	78,92	78,65
3,0	79,49	80,47
4,5	79,43b	80,59 <sup>a</sup>
6,0	81,14	80,66
7,5	82,09	82,93
Média	80,21	80,66
Tipo de glicerina	ns	
Nível	**	
Interação	ns	
Regressão	Linear	
CV%	3,04	

\*Diferem do controle pelo teste de Dunnett (P<0,05)

\*\* = significativo (P<0,05)

ns= não significativo

Tabela 7. Qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com glicerina bruta (GBM) e semi – purificada mista (GSPM).

Glicerina (%)	Peso do ovo (g)		Gravidade específica (g/mL)		Unidade Haugh		Casca(%)		Espessura Casca (mm)	
	GBM	GSPM	GBM	GSPM	GBM	GSPM	GBM	GSPM	GBM	GSPM
Ração Controle	61,29		1,081		95,74		8,84		0,412	
1,5	60,88	61,88	1,082	1,081	95,76	95,89	8,94	8,73	0,408	0,406
3,0	61,79	61,91	1,081	1,081	94,22	95,84	8,77	8,81	0,406	0,402
4,5	61,32	60,84	1,081	1,082	95,88	94,80	8,81	8,77	0,409	0,406
6,0	62,07	61,62	1,081	1,082	95,97	95,60	8,78	8,93	0,407	0,410
7,5	61,04	61,50	1,081	1,081	95,36	95,53	8,81	8,85	0,405	0,409
Média	61,42	61,55	1,081	1,081	95,44	95,53	8,82	8,82	0,407	0,407
Tipo de glicerina	ns		ns		ns		ns		ns	
Nível	ns		ns		ns		ns		ns	
Interação	ns		ns		ns		ns		ns	
Regressão	ns		ns		ns		ns		ns	
CV%	1,92		1,08		1,10		1,92		1,47	

a, b - Letras diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05)

\*Diferem do controle pelo teste de Dunnett (P<0,05)

ns= não significativo

A altura do albúmen apresentou efeito ( $P<0,05$ ) para temperatura, tempo de armazenamento e interação entre temperatura x tempo (Figura 4). Os dados mostram que a altura do albúmen para as diferentes temperaturas obteve um declínio conforme os dias de armazenamento aumentaram. Porém, houve uma maior redução ( $P<0,05$ ) para os ovos armazenados em temperatura ambiente.

Para Xavier et al. (2008), à medida que o ovo envelhece, o albúmem denso torna-se líquido devido a inúmeras reações químicas que ocorrem em seu interior, o que pode ter ocorrido neste experimento. Segundo Salinas (2002), essas reações químicas envolvem o ácido carbônico e causam aumento do pH do albúmen. O ácido carbônico, um dos componentes do sistema tampão do albúmen, dissocia-se formando água e gás carbônico, o qual é liberado para o ambiente elevando o pH. Com o aumento do pH, há dissociação das proteínas lisozima e ovomucina o que leva a uma redução da viscosidade do albúmen. A esfera da gema se aplaina e a membrana vitelina que a envolve perde a elasticidade e rompe-se com facilidade quando o ovo é quebrado. Alleone & Antunes (2001) também observaram diminuição mais acentuada na altura do albúmen em ovos armazenados a 25°C, quando comparados àqueles armazenados a 8°C.

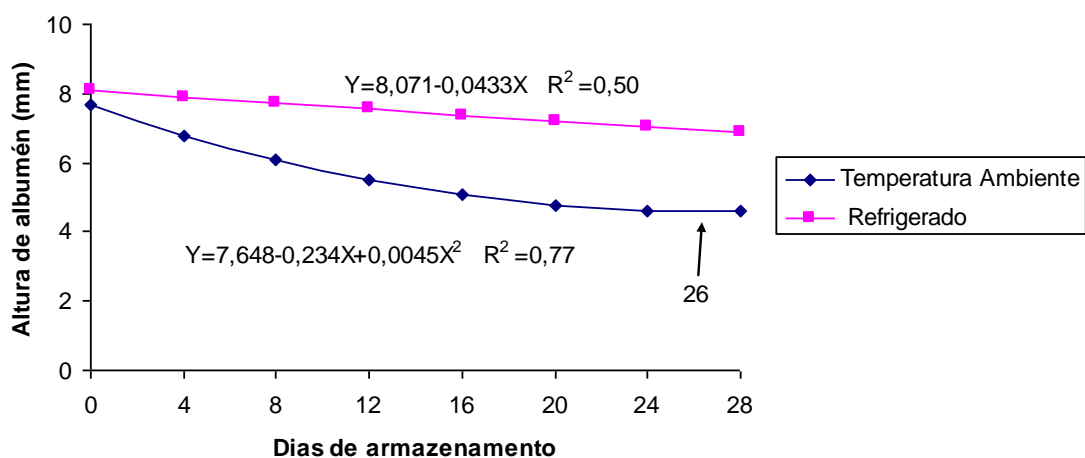


Figura 4. Altura de albúmen em função dos dias de armazenamento dos ovos em diferentes temperaturas, provenientes de poedeiras alimentadas com glicerina.

Para unidade Haugh, foi observado interação ( $P<0,05$ ) entre temperatura x tempo de armazenamento (Figura 5) para os diferentes níveis de inclusão. À medida que se aumenta a inclusão de glicerina na ração, há uma melhora na unidade Haugh, mas conforme o tempo passa, a unidade Haugh vai diminuindo, variando nas diferentes temperaturas. Nota-se também, que os valores de unidade Haugh para os ovos mantidos

em ambiente refrigerado foram maiores, mostrando um comportamento menos acelerado, quando comparados com os ovos mantidos em temperatura ambiente.

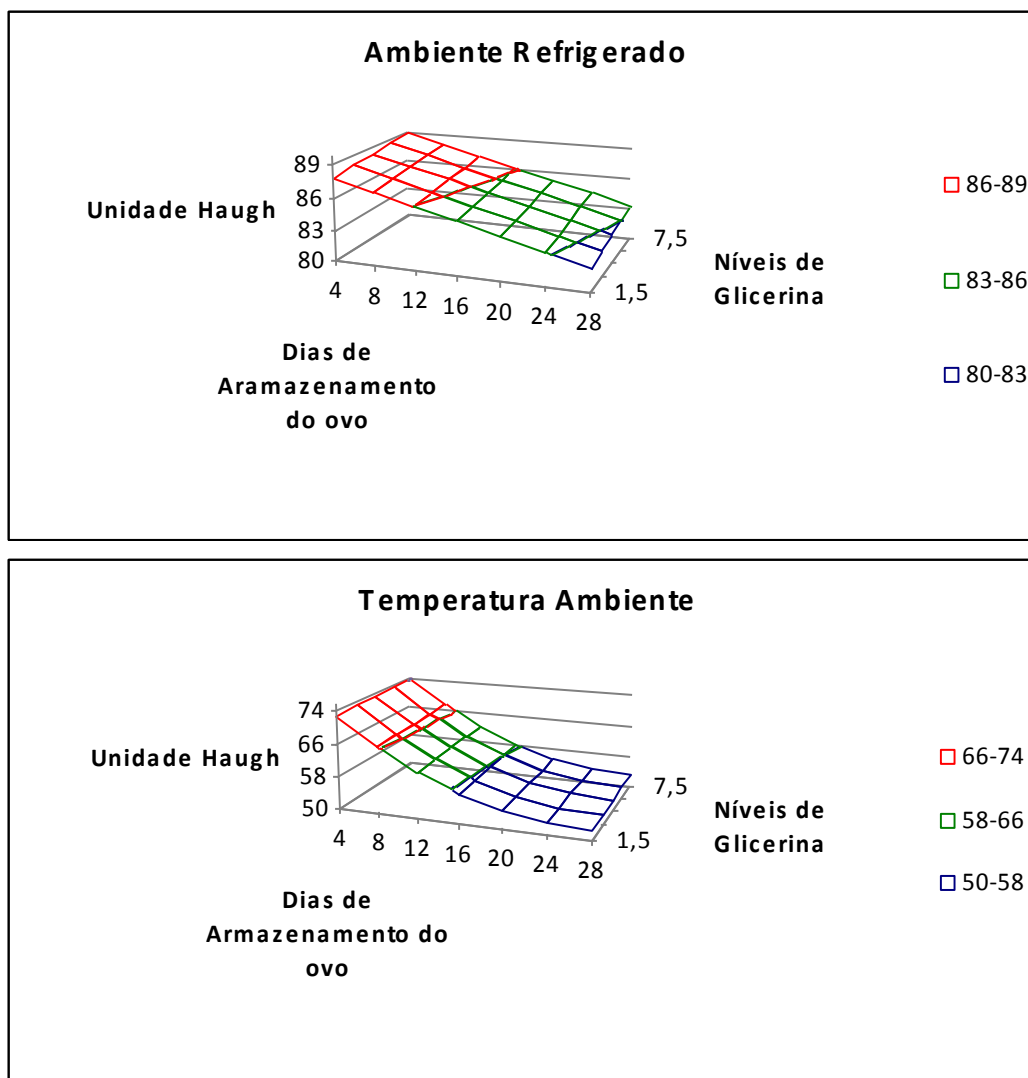


Figura 5. Unidade Haugh em função dos dias de armazenamento dos ovos e dos níveis de inclusão de glicerina na ração, para as diferentes temperaturas de armazenamento dos ovos.

Esses dados concordam com Xavier et al. (2008), que trabalhando com poedeiras Hy-line com 40 semanas de idade, testando diferentes tempos e diferentes temperaturas de armazenamento, concluíram que a Unidade Haugh, diminuíram com a estocagem, e houve uma queda mais acentuada nos ovos que permaneceram em temperatura ambiente. Santos et al. (2009), estudando o efeito da temperatura e estocagem de ovos de poedeiras Hy-line com 23 semanas de idade, concluíram também que independente da temperatura de conservação, houve diminuição da unidade Haugh.



Porém, essa perda é menor quando os ovos são mantidos em ambiente refrigerado, quando comparado com ovos conservados a temperatura ambiente.

O pH revelou interação ( $P < 0,05$ ) entre temperatura x tempo (figura 6). O pH dos ovos armazenados em temperatura ambiente tiveram um aumento com o decorrer dos dias. Já para o ambiente refrigerado, o pH não alterou dentro dos tempos de armazenamento. Para Singh & Panda (1990) citado por Oliveira (2006), avaliando o pH da gema e do albúmen de ovos armazenados a 5 e a 32 °C e observaram que o armazenamento à 5 °C propiciou um aumento lento no pH no decorrer do período de armazenamento, atingindo menores valores quando comparado à temperatura de 32 °C. Segundo Shang et al. (2004), durante a estocagem dos ovos, íons alcalinos, como sódio, potássio e magnésio migram do albúmen para a gema, sendo trocados pelos íons hidrogênio, provocando assim um acréscimo no pH da gema.

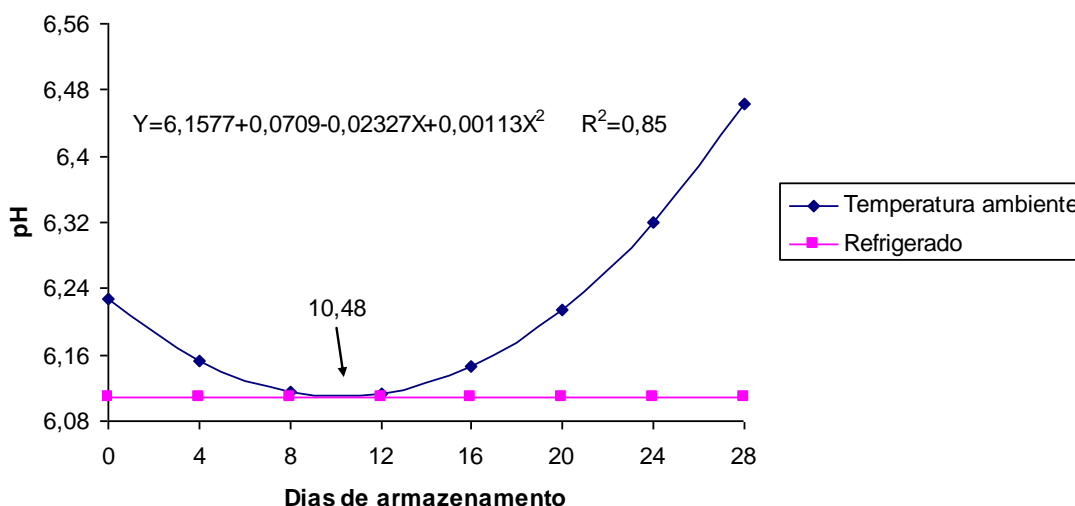


Figura 6. pH em função dos dias de armazenamento dos ovos em diferentes temperaturas.

Analisando o perfil lipídico das gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo GBM (Tabela 8), pode-se observar que quando aumentou a inclusão de GBM, a porcentagem dos ácidos mirístico (14:0), palmítico (16:0) e linolênico (18:3n-3) diminuíram ( $P < 0,05$ ). Semelhantemente Mourot et al. (1994), avaliando o perfil lipídico da carne suína com fornecimento de glicerina na dieta, verificaram um declínio na porcentagem dos ácidos mirísticos e linolênico quando fornecido até 5% de glicerina. Porém, Yalçın et al. (2010), determinaram o perfil lipídico da gema e concluíram que

quando se trabalhou com 5 e 7,5% de inclusão, maior foi a porcentagem dos ácidos mirístico, palmítico, palmitoléico e linolênico.

Os ácidos graxos linoléico (18:2n-6) e behênico (22:0) aumentaram ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de GBM, discordando com Lammers et al. (2008b) que utilizando suínos em crescimento, testaram a glicerina na dieta até 10%, observaram que houve uma diminuição do ácido linoléico e aumento do eicosapentaenóico quando comparado com 0 e 5% de inclusão de glicerina. Para os ácidos eicosanóico (20:0) (Figura 7) e araquidônico (20:4n-6) (Figura 8), foi apresentado um comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ), conforme o aumento da GBM.

A proporção de ácidos graxos saturados (Figura 9) e a relação poliinsaturados/saturados (Figura 10) comportaram-se de forma quadrática, e a relação de poliinsaturados de forma linear para a GBM.

A deposição de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados na gema de ovos de poedeiras alimentadas com ração à base de milho e farelo de soja é constante (PITA, 2007). Porém, essa deposição do perfil lipídico pode ser alterada com a dieta. Para Pereira (2005), a qualidade das gorduras ingeridas tem sido definida pela relação entre as insaturadas e as saturadas e quanto maior esta relação (maior quantidade de insaturadas), mais aconselhável é o seu consumo.

Segundo Fuentes (1998) entre os ácidos graxos observam-se comportamentos diferentes. Os ácidos palmítico (C16:0) e mirístico (C14:0) elevam os níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL-colesterol) em maior proporção que o ácido esteárico (C18:0). O ácido láurico (C12:0) promove hipercolesterolemia, sendo em menor quantidade que os ácidos palmítico (C16:0) e mirístico (C14:0). Acredita-se que os ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs - *Monounsaturated Fatty Acids*), como por exemplo, os ácidos oléicos não influem nos níveis de colesterol e os poliinsaturados (PUFAs - *Polyunsaturated Fatty Acids*), como o ácido linoléico (C18:2), reduzem os níveis séricos de LDL- colesterol.

Tabela 8 – Perfil de ácidos graxos da gema do ovo (%) de poedeiras comerciais, alimentadas com glicerina bruta mista (GBM).

Ácidos graxos	Ração Controle	GBM					Média	P	Regressão
		1,5	3,0	4,5	6,0	7,5			
C14:0 (mirístico)	0,325	0,427*	0,318	0,342	0,328	0,310	0,345	0.001	L <sup>1</sup>
C16:0 (palmítico)	28,463	27,548	26,871	26,218	26,244	26,215	26,619	0.013	L <sup>2</sup>
C17:0 (palmitoléico)	0,639	0,634	0,642	0,640	0,621	0,627	0,632	ns	ns
C18:0 (esteárico)	10,182	10,846	10,583	10,589	10,082	10,661	10,552	ns	ns
C18:1n9 (oléico)	37,590	36,460	36,135	35,468	36,434	36,536	36,207	ns	ns
C18:2n6 (linoléico)	17,679	19,393*	19,824*	19,923*	20,354*	20,355*	19,970	0.001	L <sup>3</sup>
C18:3n3 (alfa-linolênico)	2,226	2,177	1,650*	1,793*	1,771*	1,608*	1,800	0.001	L <sup>4</sup>
C20:0 (eicosanóico)	1,574	1,464*	1,373*	1,367*	1,496	1,471	1,434	0.001	Q <sup>5</sup>
C20:1 (eicosenóico)	0,166	0,160	0,159	0,162	0,173	0,172	0,165	0.014	L <sup>6</sup>
C22:0 (behênico)	0,670	0,782*	0,707	0,755*	0,854*	0,871*	0,793	0.005	L <sup>7</sup>
C20:4n6 (araquidônico)	0,205	0,170*	0,174*	0,211	0,213	0,213	0,196	0.001	Q <sup>8</sup>
24:0 (libnocérico)	1,678	1,648	1,691	1,456	1,818	1,891	1,700	ns	ns
22:6n3 (cervônico)	0,118	0,120	0,122	0,121	0,122	0,125	0,122	ns	ns
Ácidos graxos saturados (SFA)	43,531	43,349	42,185	41,367	41,443	42,046	42,078	0.004	Q <sup>9</sup>
Ácidos graxos insaturados (USFA)	57,984	58,480	58,064	57,678	59,067	59,009	58,460	ns	ns
Ácidos graxos monoinsaturados (MUFA)	37,756	36,620	36,294	35,630	36,607	36,708	36,371	ns	ns
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA)	20,228	21,860*	21,770*	22,048*	22,460*	22,301*	22,088	0.007	L <sup>10</sup>
Relação MUFA/SFA	0,868	0,845	0,860	0,861	0,883	0,873	0,864	ns	ns
Relação PUFA/SFA	0,464	0,504	0,516	0,533	0,542	0,530	0,525	0.001	Q <sup>11</sup>
$\omega$ -3	2,344	2,297	1,772*	1,884*	1,893*	1,732*	1,916	0,03	L <sup>12</sup>
$\omega$ -6	17,884	19,499*	19,998*	20,134*	20,567*	20,569*	20,153	0,01	L <sup>13</sup>
Relação $\omega$ -6/ $\omega$ -3	7,630	8,607	11,326*	10,771*	10,889*	11,870*	10,692	0,008	L <sup>14</sup>

\*diferem pelo teste de Dunnett (P<0,05); ns = não significativo; L= linear; Q= quadrática Equações: 1-  $Y=0,4122 - 0,0149X$  ( $R^2=0,60$ ); 2-  $Y=27,607 - 0,2195X$  ( $R^2=0,78$ ); 3-  $Y=19,234 + 0,1636X$  ( $R^2=0,92$ ); 4-  $Y=2,1049 - 0,0678X$  ( $R^2=0,60$ ); 5-  $Y=1,5266 - 0,0672 + 0,0085X^2$  ( $R^2=0,58$ ); 6-  $Y=0,0025 + 0,1538X$  ( $R^2=0,79$ ); 7-  $Y=0,6963 + 0,0217X$  ( $R^2=0,66$ ); 8-  $Y=0,1372 + 0,0206X - 0,0014X^2$  ( $R^2=0,86$ ); 9-  $Y=45,296 - 1,488X + 0,1406X^2$  ( $R^2=0,90$ ); 10-  $Y=21,616 + 0,1048X$  ( $R^2=0,73$ ); 11-  $Y=0,4736 + 0,0212X - 0,0018X^2$  ( $R^2=0,92$ ); 12-  $Y=2,17978-0,622433X$  ( $R^2=0,43$ ); 13-  $Y=19,3571+0,178153X$  ( $R^2=0,92$ ); 14-  $Y=9,05389+0,380939X$  ( $R^2=0,53$ ).

Analisando o comportamento do perfil lipídico da gema dos ovos das poedeiras alimentadas com ração contendo GSPM (Tabela 9), observa-se que houve um declínio ( $P < 0,05$ ) na porcentagem de ácido oléico (18:1n-9) e na proporção de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA). Estes dados concordam com Yalçin et al. (2010), que também observaram uma diminuição deste ácido e na proporção de MUFA no perfil lipídico da gema de poedeiras comerciais, quando se usou o nível de 7,5% de glicerina na dieta.

Os ácidos graxos eicosanóico (22:0) e araquidônico (20:4n-6) aumentaram linearmente com a inclusão de GSPM. Segundo Watkins (1991), a enzima  $\Delta$ -6 dessaturase converte ácido linoléico em araquidônico. Portanto maiores valores obtidos para o ácido araquidônico, pode ser devido ao alto percentual de ácido linoléico presente na glicerina. O ácido linolênico (18:3n-3) diminuiu linearmente, concordando com Mourot et al. (1994) que também observaram um declínio no ácido 18:3. O ácido linoléico (18:2n-6) (Figura 11), a proporção de ácidos graxos poliinsaturados (Figura 12) e a relação poliinsaturados/saturados (Figura 13) tiveram um comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ).

Para Wood et al., (2003), o Departamento de saúde da Inglaterra, menciona que a relação ideal de ácidos graxos PUFA/SFA inferior a 0,4, constitui uma dieta pouco saudável para os humanos, sendo que o aumento desta razão está diretamente ligado com uma redução dos riscos de doenças cardiovasculares.

Avaliando as proporções de  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 e a relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 para as duas glicerinas, pode-se observar que as proporções de  $\omega$ -3 diminuíram e as proporções de  $\omega$ -6 aumentaram, porém, quando se usou GSPM, ela se comportou de forma quadrática com ponto máximo de 5,89% (Figura 14) de inclusão, e as relações  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 aumentaram. Sabe-se que os ácidos alfa-linolênico e linoléico são, respectivamente, precursores das séries dos ácidos graxos poliinsaturados  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6, e estes, são considerados essenciais, pois os mamíferos não possuem enzimas capazes de inserir dupla ligação nas posições 6 e 3 das cadeias hidrocarbonadas dos ácidos graxos, sendo necessário ingeri-los pela alimentação. A ingestão dos ácidos graxos essenciais desencadeia uma série de reações químicas mediadas por enzimas *desaturases* e *elongases* no organismo animal. A ingestão adequada da relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 é fundamental para que haja um balanço correto na cadeia de transformação dos ácidos graxos essenciais, pois assim, a concentração de uma série de AGP não prejudica o metabolismo da outra (Simopoulos, 2000). Segundo Gómez (2003), o ácido linolênico pode ser metabolicamente convertido nos ácidos

docosaenoico (DHA) e eicosapentaenoico (EPA), e as enzimas envolvidas nesta conversão são comuns na via de alongação e dessaturação do ácido linoléico, podendo ocorrer uma competição com os ácidos graxos n-6, que reduziria a quantidade de linolênico convertido. Além disso, na composição destas glicerinas utilizadas na ração, a porcentagem de ácido linolênico nas glicerinas mista são inferiores quando comparada com as glicerinas vegetais. O que pode ser a provável explicação para este comportamento.

Analisando o ácido 18:3n-3, observa-se que tanto a GBM quanto a GSPM, comportaram-se semelhantemente, conforme aumento-se a inclusão das glicerinas, a % do ácido diminuiu. Somente o ácido 20:0, proporção de  $\omega$ -3 e a relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 (Tabela 10), apresentaram interação ( $P < 0,05$ ) entre os tipos de glicerina e os níveis de inclusão.

Segundo Lammers et al. (2008b) essa diferença no perfil lipídico entre as literaturas, pode ser devido a quantidade de ácidos graxos presente na glicerina bruta ou pela redução do milho na ração em substituição de glicerina. Por outro lado, deve-se avaliar até que ponto os alimentos ricos em ácidos poliinsaturados são favoráveis, pois segundo Fennema (2000), as moléculas mais susceptíveis as oxidações são os ácidos graxos, particularmente os insaturados (Fennema 2000).

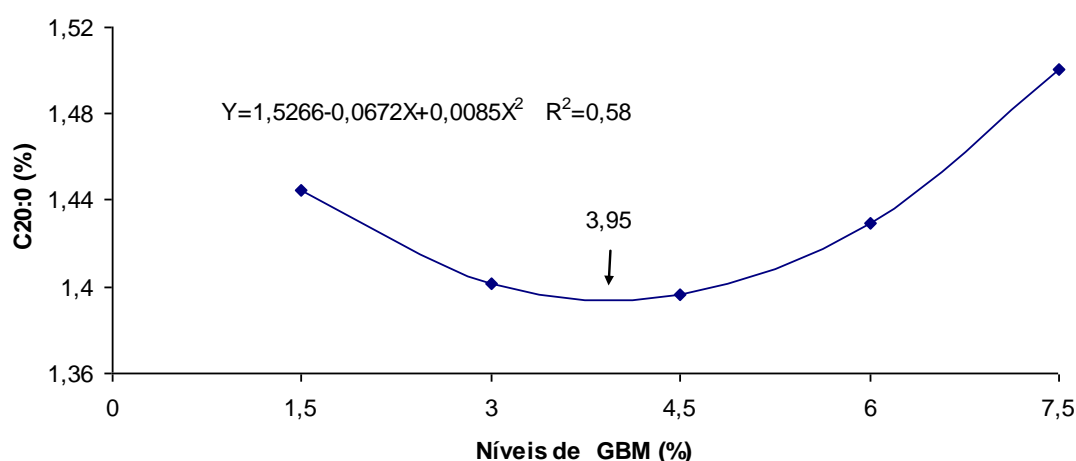


Figura 7. Porcentagem do ácido eicosanóico (C20:0) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta mista (GBM) na ração.

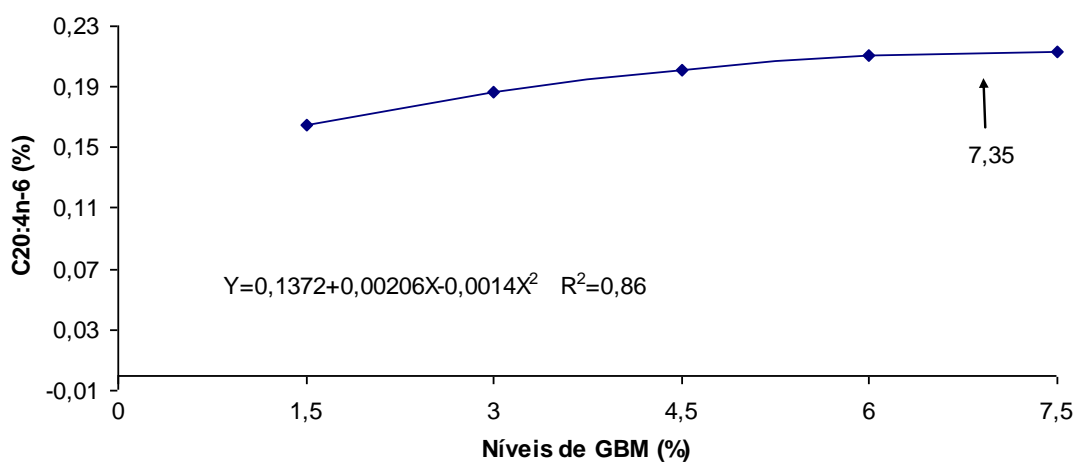


Figura 8. Porcentagem do ácido araquidônico (C20:4n-6) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta mista (GBM) na ração.

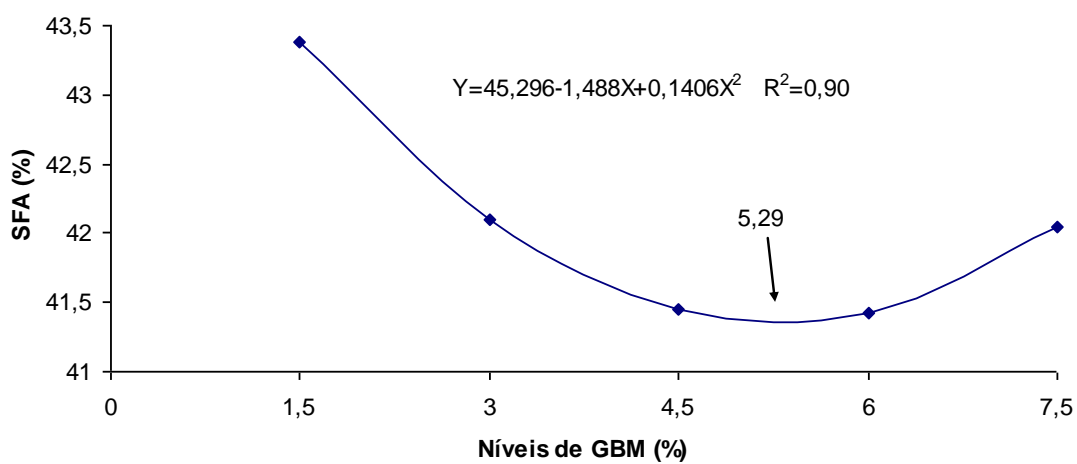


Figura 9. Porcentagem de ácidos saturados (SFA) em função dos níveis de glicerina bruta mista (GBM) na ração.

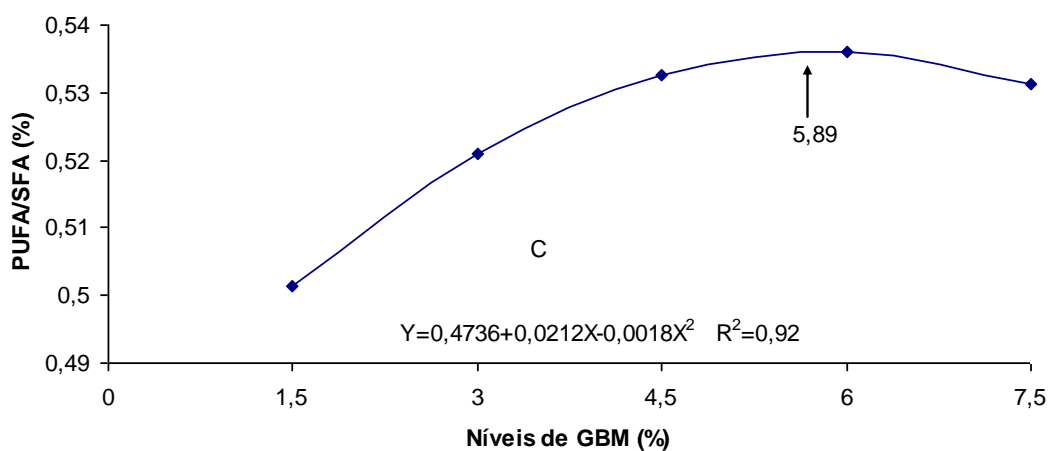


Figura 10. Porcentagem da relação de ácidos poliinsaturados/saturados (PUFA/SFA) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina bruta mista (GBM) na ração.

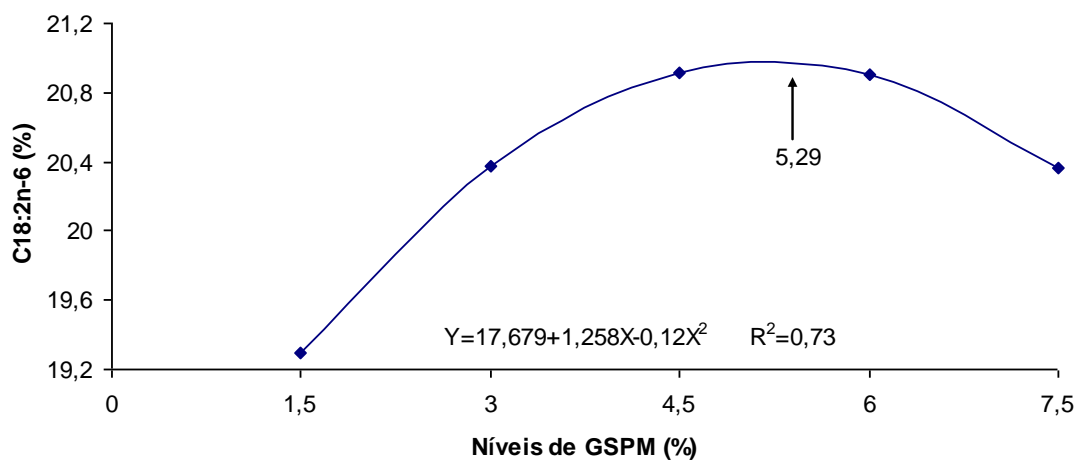


Figura 11. Porcentagem do ácido linoléico (C18:2n-6) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina semi-purificada mista (GSPM) na ração.

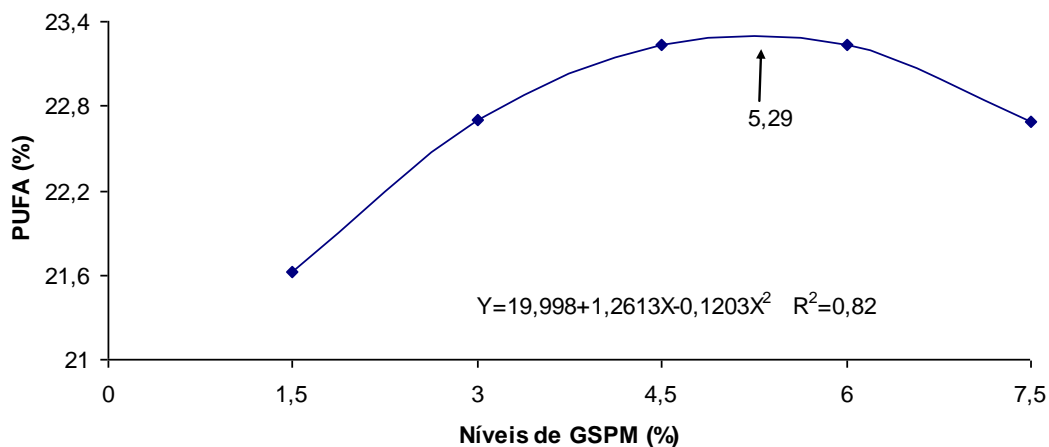


Figura 12. Porcentagem de ácidos poliinsaturados (PUFA) na gema do ovo em função dos níveis de glicerina semi-purificada mista (GSPM) na ração.

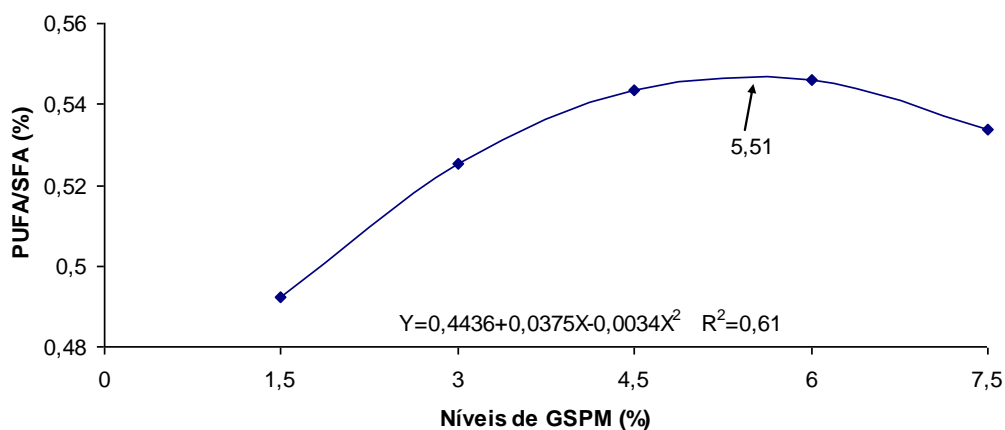


Figura 13. Porcentagem da relação poliinsaturados/saturados (PUFA/SFA) em função dos níveis de glicerina semi-purificada mista (GSPM) na ração.

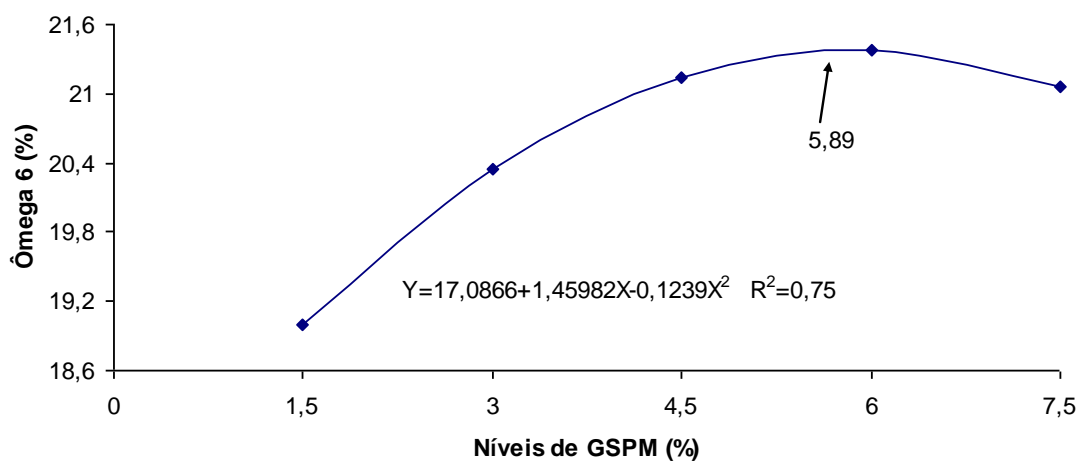


Figura 14. Porcentagem de ômega 6 na gema do ovo em função dos níveis de glicerina semi-purificada mista (GSPM) na ração.



Tabela 9. Perfil de ácidos graxos da gema do ovo (%) de poedeiras comerciais, alimentadas com glicerina semi-purifica mista (GSPM).

Ácidos graxos	Ração Controle	GSPM					Média	P	Regressão
		1,5	3,0	4,5	6,0	7,5			
C14:0 (mirístico)	0,325	0,338	0,363	0,373*	0,326	0,353	0,351	ns	ns
C16:0 (palmítico)	28,463	28,101	28,008	28,205	26,001	27,542	27,571	ns	ns
C17:0 (palmitoléico)	0,639	0,602	0,664	0,692	0,680	0,656	0,659	ns	ns
C18:0 (esteárico)	10,182	10,400	10,840	10,788	10,948	10,889	10,771	ns	ns
C18:1n9 (oléico)	37,590	35,812	35,087	34,851	34,976	35,221	35,389	0,014	L <sup>1</sup>
C18:2n6 (linoléico)	17,679	19,596*	19,767*	21,165*	21,456*	20,353*	20,467	0,001	Q <sup>2</sup>
C18:3n3 (alfa-linolênico)	2,226	1,952*	2,086	1,902*	1,626*	1,781*	1,869	0,001	L <sup>3</sup>
C20:0 (eicosanóico)	1,574	1,475*	1,480*	1,400*	1,407*	1,380*	1,414B	ns	ns
C20:1 (eicosenóico)	0,166	0,162	0,174	0,167	0,165	0,175	0,169	ns	ns
C22:0 (behênico)	0,670	0,787*	0,792*	0,797*	0,898*	0,905*	0,836	0,001	L <sup>4</sup>
C20:4n6 (araquidônico)	0,205	0,230*	0,220	0,255*	0,223	0,287*	0,243	0,001	L <sup>5</sup>
24:0 (libnocérico)	1,678	1,672	1,689	1,713	1,820	1,779	1,734	ns	ns
22:6n3 (cervônico)	0,118	0,123	0,124	0,123	0,123	0,123	0,123	ns	ns
Ácidos graxos saturados (SFA)	43,531	43,375	43,796	43,958	42,058	43,504	43,338	ns	ns
Ácidos graxos insaturados (USFA)	57,984	57,875	57,417	58,463	58,569	57,940	57,943	ns	ns
Ácidos graxos monoinsaturados (MUFA)	37,756	35,974	35,261	35,018	35,141	35,396	35,558	0,015	L <sup>6</sup>
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA)	20,228	21,819*	22,197*	23,445*	23,428*	22,544*	22,687	0,001	Q <sup>7</sup>
Relação MUFA/SFA	0,868	0,829	0,805	0,806	0,845	0,814	0,820	ns	ns
Relação PUFA/SFA	0,464	0,503	0,507	0,533	0,577	0,518	0,528	0,001	Q <sup>8</sup>
$\omega$ -3	2,344	2,075*	2,210	2,024*	1,749*	1,904*	1,992	0,006	L <sup>9</sup>
$\omega$ -6	17,884	19,826*	19,987*	21,420*	21,679*	20,640*	20,710	0,004	Q <sup>10</sup>
Relação $\omega$ -6/ $\omega$ -3	7,630	9,556*	9,116*	10,706*	12,393*	10,956*	10,545	0,001	L <sup>11</sup>

\* diferem pelo teste de Dunnett (P<0,05); ns = não significativo; L= linear; Q= quadrática Equações: 1-  $Y = 35,557 - 0,0862X$  ( $R^2 = 0,59$ ); 2-  $Y = 17,679 + 1,258X - 0,12X^2$  ( $R^2 = 0,73$ ); 3-  $Y = 2,11 - 0,0535X$  ( $R^2 = 0,53$ ); 4-  $Y = 0,7332 - 0,0228X$  ( $R^2 = 0,81$ ); 5-  $Y = 0,2079 + 0,0078X$  ( $R^2 = 0,73$ ); 6-  $Y = 35,741 - 0,085X$  ( $R^2 = 0,79$ ); 7-  $Y = 19,998 + 1,2613X - 0,1203X^2$  ( $R^2 = 0,82$ ); 8-  $Y = 0,4436 + 0,0375X - 0,0034X^2$  ( $R^2 = 0,61$ ); 9-  $Y = 2,25806 - 0,537729X$  ( $R^2 = 0,52$ ); 10-  $Y = 17,0866 + 1,45982X - 0,12395X^2$  ( $R^2 = 0,75$ ); 11-  $Y = 8,60024 + 0,396132X$  ( $R^2 = 0,53$ ).

Tabela 10. Interação para o perfil de ácidos graxos da gema do ovo (%) de poedeiras comerciais alimentadas com glicerina bruta (GBM) e semi-purificada mista (GSPM).

Ácidos graxos	Ração Controle	GBM						P	Regressão
		1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	Média		
C20:0 (eicosanóico)	1,574	1,464*	1,373*	1,367*	1,496	1,471	1,434A	0,001	Q <sup>1</sup>
$\omega$ -3	2,344	2,297	1,772*	1,884*	1,893*	1,732*	1,916B	0,03	L <sup>2</sup>
Relação $\omega$ -6/ $\omega$ -3	7,630	8,607	11,326*	10,771*	10,889*	11,870*	10,692A	0,008	L <sup>3</sup>
		GSPM							
C20:0 (eicosanóico)	1,574	1,475*	1,480*	1,400*	1,407*	1,380*	1,414B	ns	ns
$\omega$ -3	2,344	2,075*	2,210	2,024*	1,749*	1,904*	1,992A	0,01	L <sup>4</sup>
Relação $\omega$ -6/ $\omega$ -3	7,630	9,556*	9,116*	10,706*	12,393*	10,956*	10,545B	0,008	L <sup>5</sup>

A, B - Letras maiúsculas na coluna representam interações; \* diferem pelo teste de Dunnett (P<0,05); ns = não significativo; L= linear; Q= quadrático

Equações: 1-  $Y = 1,5266 - 0,0672X + 1,5266X^2$  (R<sup>2</sup>=0,63); 2-  $Y = 2,17978 - 0,622433X$  (R<sup>2</sup>=0,43); 3-  $Y = 9,05389 + 0,380939X$  (R<sup>2</sup>=0,53); 4-  $Y = 2,25806 - 0,537729X$  (R<sup>2</sup>=0,52); 5-  $Y = 8,60024 + 0,396132X$  (R<sup>2</sup>=0,53).

#### 4.4. Conclusão

As glicerinas bruta e semi-purificada mista, podem ser utilizadas nas dietas de poedeiras até o nível de 7,5%, sem afetar o desempenho, qualidade dos ovos e tempo de armazenamento dos ovos. No entanto, é necessário fazer uma análise dos teores de sódio e potássio para que inclusão da glicerina na matriz nutricional da ração não afete o desempenho das aves e principalmente a % de umidade de excreta. A porcentagem de ácidos poliinsaturados aumentou com a inclusão de glicerina bruta mista e a % de monoinsaturados diminuiu com a inclusão de glicerina semi-purificada mista. Com base nestes achados, conclui-se que a glicerina por ser um subproduto com alta disponibilidade no mercado e com teores elevados de energia, pode ser utilizada nas rações de poedeiras comerciais, trazendo principalmente, uma melhora no perfil lipídico da gema dos ovos.

#### 4.5. Literatura Citada

- ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha sob refrigeração. **Sciencia Agrícola**, v.58, n.4, p.681-685, 2001.
- AVISITE, <http://www.avisite.com.br/economia/cotacoesmed.asp?acao=ovomilhofarelo>, acessado em 26, março de 2011.
- BARBOSA, N. A. A., SAKOMURA, N. K., MENDONÇA E. M. O. et. al. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, SP ,v.24, n.2, 127-133, 2008.
- 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.
- 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**, Faisalabad, v. 5, n.11, p. 1001-1007, 2006.
- DOZIER III, W.A.; KERR, B.; CORZO, A. et al. Apparent Metabolizable Energy of Glycerin for Broiler Chickens. **Poultry Science**. v.87, p.317–322, 2008.
- FENNEMA, O. R. Química de los alimentos. 2 ed., Zaragoza, Editorial Acribia, 2000, 1258p.
- FUENTES, J.A.G. Que alimentos convêm ao coração? *HigieneAlimentar*, São Paulo, v.12, n.53, p.7-11, 1998.
- GUERRA, R. L. H. **Glicerina bruta na alimentação de frangos de corte**. 2010. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2010.
- GOMEZ, M. E. D. B. **Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta**. 2003. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, Ithaca, v. 61, p. 2022-2039, 1982.
- HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937.
- ISO- International Organization of Standardization. (1978). **Animal and vegetable fats and oils** – Preparation of methyl esters of fatty acids. Method ISO 5509, p.1-6.
- 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.
- LAMMERS, P. J.; KERR, B. J.; WEBER, T. E. et al. Growth performance, carcass characteristics, meat quality and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin-supplemented diets. **Journal of Animal Science**. V. 86, p. 2962-2970, 2008b.
- MANUAL DA LINHAGEM HY-LINE. **Hy-line Variedade W-36**. Brasil, 2009.

- MOUROT, J.; AUMAITRE, A.; MOUNIER, A. et al. Nutritional and physiological effects of dietary glycerol in the growing pig. Consequences on fatty tissues and post mortem muscular parameters. **Livestock Production Science**, v.38, p.237-244, 1994.
- OLIVEIRA, G. E. **Influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e nos teores de aminos bioativas em ovos**. 2006. 79p. Dissertação (Mestrado em ciências de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, UFMG, Belo Horizonte, MG, 2006.
- PEREIRA, A. L. F. **Efeito dos lipídios da ração sobre a qualidade, composição e estabilidade dos ovos de poedeiras comerciais**. 2009. 87p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, 2009.
- PITA, M.C.G.; PIBER NETO, E.; CARVALHO, P.R.; MENDONÇA JÚNIOR, C.X. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados em ovos de galinha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 5, 2006.
- RIBEIRO, M. L. G.; SILVA, J. H. V.; SILVA, A. C. S. Efeito do nível de sódio em dieta para frangas semipesadas de 1 a 6 semanas de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 7, n. 7, p. 99, 2005. Suplemento.
- ROBERGS, R.A.; GRIFFIN, S. E. Glycerol. Biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. **Sports medicine** (Auckland, N.Z.), v.26, n.3, p.145-67, 1998.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: 424 UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.
- SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição: Introdução a bromatologia**. 3 ed., Porto Alegre, Artemed, 2002, 274p.
- SANTOS, M.S.V., ESPÍNDOLA, G.B., LÔBO, R.N.B. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29(3): 513-517, jul.-set. 2009.
- SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system: user's guide:statistics**. Version 6. Cary, NC, 2000. 956p.
- SHANG, X. G.; WANG, F. L.; LI, D. F. et al. Effect of dietary conjugated linoleic acid on productivity of laying hens and egg quality during refrigerated storage. **Poultry Science**, Champain, v.83, n.10, p. 1688-1695, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SIMOPOULOS, A.P. Human requirement for N-3 polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, v.79, p. 961-970, 2000.
- SINGH, R.P.; PANDA, B. Comparative study on some quality attributes of quail and chicken eggs during storage. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 60, n. 1, p. 114-117, 1990.

- TANASESCU, M.; CHO, E.; MANSON, J. E. et al. Dietary fat and cholesterol and the risk cardiovascular disease among women with type 2 diabetes. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v.79, n.6, p. 999-1005, 2004.
- XAVIER, I. M. C.; CANÇADO, T. C.; FIGUEIREDO, L. J. C. et. al. Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.953-959, 2008.
- WALDROUP, P.W. **Glicerine and DDGS biofuel by-products for broilers**. 15<sup>a</sup> Annual ASAIM Southeast Asian Feed Tecnology and Nutrition Workshop, Indonesia, 2007.
- WATKINS, B. A. Importance of essential fatty acids their and derivatives in poutry. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.121, n.9, p.1475-1485, 1991.
- WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Barking, v.66, n.1, p. 21-32, 2003.
- YALCIN, S.; EROL, H.; ÖZSOY, B.; ONBASILAR, İ.; ÜNER, A. Effects of glycerol on performance, egg traits, some blood parameters and antibody production to SRBC of laying hens. **Journal of Livestock Science**, v.129, n.1-3, p.129–134, 2010.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabendo da importância em se dar destino aos subprodutos agroindustriais, à glicerina, subproduto do biodiesel, é uma novidade no mercado, principalmente por seu alto valor energético que vem a ser seu principal foco nas pesquisas em nutrição animal.

Um dos pontos que se deve levar em consideração, para que se obtenha sucesso em seu uso, é a padronização desta glicerina usada na alimentação animal, pois existe muita variação da composição físico-química das glicerinas produzidas, o que pode levar a distúrbios metabólicos, principalmente pelo seu alto teor de metanol, sódio e potássio e também a excessiva umidade de excreta. Neste experimento apesar das glicerinas apresentarem valores acima do exigido pelo MAPA (2010), estas não causaram efeitos tóxicos ao organismo das aves.

Outro ponto importante a ser destacado, é o perfil lipídico das glicerinas, pois quando se trabalha com glicerinas mistas, nota-se que por ter origem vegetal + animal, a composição da gordura tende a ser mais saturada, tendo seu ponto de fusão mais alto, conseqüentemente mais sólida a temperatura ambiente, dificultando principalmente o seu manuseio na inclusão da ração, sendo necessário um pré-aquecimento, para melhor mistura. E mesmo aplicando este procedimento, a ração formava grumos no fundo do comedouro, porém, era fácil sua desintegração com a mão. Através deste relato, o que facilitaria o uso da glicerina na ração, seria a forma semi-purificada (também conhecida como glicerina loira), por ser mais líquida a temperatura ambiente, sendo mais fácil sua incorporação na ração.

Para poedeiras, o uso da glicerina semi-purificada vegetal melhorou a proporção do ácido graxo  $\omega$ -3 na gema dos ovos. Fato este que é de grande valia para os pesquisadores que buscam por formas de enriquecer ovos com  $\omega$ -3.

Fica claro que são necessárias mais pesquisas nesta área, para que as glicerinas possam ser usadas nas rações sem mais implicações. Devendo sempre levar em consideração o custo benefício para sua inclusão na ração.