

ROBERTA JULIANA COSTA VASCONCELOS

SUPLEMENTAÇÃO DE COLINA EM DIETAS PARA POEDEIRAS

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais como requisito
parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia.
Área de concentração: Produção Animal.
Orientador: Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a Ângela Maria Quintão Lana

Belo Horizonte
UFMG – Escola de Veterinária
2010

DEDICATÓRIA

À minha avó Aracy por estar sempre por perto mesmo tão longe!

Aos amigos da Avicultura, esse trabalho é de todos nós!

*Sozinhos nada somos, nada valemos.
(Pilay)*

*O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem...
(João Guimarães Rosa)*

AGRADECIMENTOS

Á minha insubstituível família pelo apoio!

À minha maravilhosa mãe pelo amor, incentivo e exemplo de força, alegria e fé!

Ao meu pai pelo amor sempre incondicional!

Ao professor Baião pelo exemplo ético e profissional, ensinamentos, dedicação, paciência, confiança e constante desafio!

Ao professor Leo pela amizade, paciência, disponibilidade, conselhos e incentivo!

À tia Mary por todo carinho!

À tia Beth pelo português perfeito!

Aos meus primos amados pelos encontros sempre divertidos!

Ao Dani, meu amor, amigo e parceiro pelo apoio, respeito e por acreditar na minha capacidade de vencer e superar desafios!

À família Alpino pela acolhida sempre calorosa e carinhosa!

À Telma amiga de todas as horas e momentos!

Às amigas Paula e Kássia pela ajuda inestimável, afinal sem ela eu não viraria referência!

Aos meus queridos “et al” Anamaria, André, Cadu, Carol, Chris, Daniel, Felipe, Fernanda, Gustavo, Júlia, Luis, Mariana, Marília, Paula Cardeal, Paula Mourão, Pedro, Thiago e Vanessa pela disponibilidade de tempo e paciência e também pelos momentos divertidos e agradáveis no balanço da Kombi!

À Júlia pelas análises estatísticas e ensinamentos constates!

À Charlotte, Sofia e ao José!

À granja Planalto pelo fornecimento das aves!

Aos funcionários da Fazenda Experimental, em especial ao Carlos, Varlei, Anderson e às meninas da cozinha! Aos funcionários do setor de transporte por sempre atenderem aos meus pedidos de última hora!

À Escola de Veterinária e ao colegiado de pós-graduação pelo suporte!

À professora Silvana pela disponibilização do laboratório!

À professora Roselene e sua aluna Marina pelas análises dos fígados!

À professora Ângela pela co-orientação!

Aos professores Leo Lara e Stringhini por contribuírem na correção da dissertação!

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1- INTRODUÇÃO	11
2 – REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 – Colina - uma vitamina especial, um nutriente essencial	13
2.2 - Exigências de colina para poedeiras.....	14
2.3 – Deficiência de colina	17
2.4 - A colina e o desempenho das poedeiras	19
2.5 – Acúmulo de gordura no fígado	20
2.6 – Composição do ovo	22
3 – MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 – Local.....	23
3.2 – Fase experimental I.....	24
3.2.1 - Aves e instalações	24
3.2.2 - Manejo das aves	24
3.2.2.1 – Debicagem.....	24
3.2.2.2 – Programa de luz.....	24
3.2.3 - Rações	25
3.2.4 - Tratamentos	28
3.2.5 - Avaliações de desempenho.....	28
3.2.5.1 – Peso corporal	28
3.2.5.2 – Consumo de ração	28
3.2.5.3 – Conversão alimentar	28
3.2.5.4 – Taxa de viabilidade.....	28
3.2.6 – Avaliações macro e microscópica dos fígados às 15 semanas de idade	29
3.2.7 - Delineamento experimental	29
3.3 – Fase experimental II	29
3.3.1 - Local.....	29
3.3.2 - Aves e manejo	29
3.3.3 - Rações	30
3.3.4 - Tratamentos	31
3.3.5 - Dados obtidos.....	32
3.3.5.1 – Desempenho produtivo	32
3.3.5.1.1 – Produção de ovos.....	32
3.3.5.1.2 – Consumo de ração	32
3.3.5.1.3 – Conversão alimentar	32
3.3.5.1.4 – Taxa de viabilidade.....	32

3.3.5.1.5 – Peso das aves	32
3.3.5.1.6 – Peso dos ovos.....	32
3.3.5.2 – Avaliações macro e microscópico dos fígados	33
3.3.5.3 - Qualidade dos ovos.....	33
3.3.5.3.1 - Avaliação dos componentes dos ovos e das qualidades interna e da casca	33
3.3.5.3.1.1 – Porcentagens de gema, albúmen e casca.....	33
3.3.5.3.1.2 – Unidades Haugh.....	34
3.3.6 –Delineamento experimental	34
4 –RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 – Fase I (inicial e recria).....	35
4.1.1 – Peso corporal, consumo de ração e conversão alimentar	35
4.1.2 – Análises macro e microscópica dos fígados às 15 semanas de idade	36
4.1.2.1 –Análise macroscópica	36
4.1.2.2 –Análise microscópica	36
4.2 – Fase II (desempenho produtivo, qualidade dos ovos e análise dos fígados).....	37
4.2.1 – Porcentagem de postura	37
4.2.2 – Consumo diário de ração	39
4.2.3 – Conversão alimentar	41
4.2.4 – Número de ovos por ave alojada.....	41
4.2.5 – Viabilidade.....	42
4.2.6 – Peso das aves	44
4.2.7 - Peso dos ovos	45
4.2.8 - Porcentagem de casca.....	46
4.2.9 - Porcentagem de gema.....	47
4.2.10 - Porcentagem de albúmen.....	48
4.2.11 - Unidades Haugh	49
4.2.12 - Análises macro e microscópica dos fígados às 32 semanas de idade	50
4.2.12.1 - Análises macroscópica	50
4.2.12.2 - Análises microscópica	50
4.2.13 - Análises macroscópicas dos fígados às 44 semanas de idade.....	51
5. CONCLUSÕES	52
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Exigências de colina para todo o ciclo de produção.....	16
Tabela 2-	Exigência de colina para poedeiras conforme recomendado pelo NRC-94 e valores praticados comercialmente.....	17
Tabela 3-	Composição percentual e valores nutricionais calculados da ração inicial com e sem colina suplementar.....	25
Tabela 4-	Composição percentual e valores nutricionais calculados da ração de recria I com e sem colina suplementar.....	26
Tabela 5-	Composição percentual e valores nutricionais calculados da ração de recria II com e	

	sem colina suplementar.....	27
Tabela 6-	Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações de produção (18 a 44 semanas de idade).....	30
Tabela 7-	Efeitos dos níveis de suplementação de colina nas rações das aves de uma a 14 semanas de idade, no peso corporal (PC) em gramas, no consumo de ração (CR) em gramas e na conversão alimentar (CA) em gramas de ração por gramas de peso.....	35
Tabela 8-	Características macroscópicas dos fígados das poedeiras, às 15 semanas de idade, de acordo com os níveis de suplementação de colina.....	36
Tabela 9-	Características microscópicas dos fígados das poedeiras, às 15 semanas de idade, de acordo com os níveis de suplementação de colina.....	37
Tabela 10-	Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre a produção diária de ovos, em porcentagem, no período de 18 a 44 semanas de idade.....	37
Tabela 11-	Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre o consumo diário de ração em gramas de ração por ave, no período de 18 a 44 semanas de idade.....	39
Tabela 12-	Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre a conversão alimentar em quilogramas de ração por dúzia de ovos, no período de 18 a 44 semanas de idade.....	41
Tabela 13-	Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre o número de ovos por ave alojada, no período de 18 a 44 semanas de idade.....	42
Tabela 14-	Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre a viabilidade das aves no período de 18 a 44 semanas de idade.....	42
Tabela 15-	Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre o peso das aves em gramas às 44 semanas de idade.....	44
Tabela 16-	Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre o peso dos ovos em gramas, de 22 a 42 semanas de idade, avaliado em intervalos de quatro semanas.....	45
Tabela 17-	Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre a porcentagem de casca de 22 a 42 semanas de idade, avaliada em intervalos de quatro semanas.....	46
Tabela 18-	Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre a porcentagem de gema de 22 a 42 semanas de idade, avaliada em intervalos de quatro semanas.....	47
Tabela 19-	Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre a porcentagem de albúmen de 22 a 42 semanas de idade, avaliada em intervalos de quatro semanas.....	48
Tabela 20-	Efeito dos níveis de suplementação de colina na ração sobre as unidades Haugh de 22 a 42 semanas de idade, avaliadas em intervalos de quatro semanas.....	49
Tabela 21-	Características macroscópicas dos fígados das poedeiras, às 32 semanas de idade, de acordo com os níveis de suplementação de colina.....	50
Tabela 22-	Características microscópicas dos fígados das poedeiras, às 32 semanas de idade, de acordo com os níveis de suplementação de colina.....	51
Tabela 23-	Características microscópicas dos fígados das poedeiras, às 44 semanas de idade, de acordo com os níveis de suplementação de colina.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Efeito dos níveis de suplementação de colina na fase de postura sobre a porcentagem diária de postura, quando as aves receberam dietas suplementadas com colina na fase I.....	38
Figura 2-	Efeito dos níveis de suplementação de colina na fase de postura sobre a porcentagem diária de postura, quando as aves receberam dietas sem suplementação de colina na fase I.....	38
Figura 3-	Efeito dos níveis de suplementação de colina sobre o consumo diário de ração, em	

	gramas, pelas aves na fase de postura.....	40
Figura 4-	Efeito dos níveis de suplementação de colina sobre a viabilidade das aves na fase de postura.....	43
Figura 5-	Efeito dos níveis de suplementação de colina sobre o peso das aves, em gramas.....	45

ANEXO

Anexo 1-		60
----------	--	----

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito dos níveis de suplementação de colina em dietas para poedeiras sobre o desempenho, qualidade interna e externa dos ovos e análise macro e microscópica dos fígados foi realizado um experimento dividido em duas fases. Na primeira fase foi avaliada a influência da suplementação de colina sobre o desempenho de uma a 14 semanas de idade. Foram utilizadas 2240 aves da linhagem Dekalb White, alojadas em galpão convencional. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos e 14 repetições de 80 aves por unidade experimental. As rações foram isonutritivas, com exceção dos níveis de colina. Os tratamentos foram definidos pelos níveis de suplementação de colina. Não foi observada diferença entre os tratamentos ($p > 0,05$), pelo teste F, quanto ao peso corporal, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade, nem para as características macro e microscópicas dos fígados pelo teste de Mann-Whitney. Na segunda fase foi avaliado o efeito dos níveis de suplementação de colina no desempenho das aves, análises macro e microscópicas dos fígados das aves e qualidade dos ovos na fase de produção. Foram utilizadas 1800 aves da com 18 semanas de idade provenientes da fase experimental I. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2×5 (dois níveis de suplementação de colina nas fases: inicial e recria x cinco níveis de suplementação colina na fase de postura) com seis repetições de 30 aves cada. As rações foram isonutritivas, com exceção dos níveis de colina. Os tratamentos foram definidos pelos níveis de suplementação de colina. Não foi observada diferença entre os tratamentos ($p > 0,05$), pelo teste F, quanto à conversão alimentar e ao número de ovos por ave alojada. Quanto à produção diária de ovos foi observada interação da suplementação de colina na fase de recria, com os níveis de colina na fase de produção, ($p \leq 0,05$). Efeito linear positivo foi obtido quando as rações foram suplementadas com colina na fase de recria, quando não foi feita a suplementação nessa fase, observou-se efeito linear negativo. Quanto ao peso das aves, consumo diário de ração e viabilidade não houve interação ($p \leq 0,05$). Para a avaliação macro e microscópica dos fígados da fase I, o delineamento foi, inteiramente ao acaso com dois tratamentos (com e sem suplementação de colina) com oito repetições cada, sendo que cada ave foi considerada a repetição. Para as avaliações macro e microscópica dos fígados o delineamento experimental da fase II foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2×5 (2 níveis de suplementação de colina nas fases: inicial e recria x 5 níveis de suplementação colina na fase de postura), com quatro repetições, sendo que cada fígado foi considerado como uma repetição. Não foi observada diferença estatística ($p > 0,05$) para nenhuma das variáveis. Para as avaliações da qualidade dos ovos o delineamento foi o mesmo utilizado para as avaliações de desempenho, com exceção do número de repetições que foi de

30, sendo que cada ovo foi considerado como uma repetição. Não houve interação entre suplementação de colina na recria e os níveis de colina na fase de postura para nenhuma das variáveis observadas, com exceção da porcentagem de casca.

Palavras chave: poedeiras, exigência nutricional, vitamina, colina, desempenho

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of supplementation levels of choline in diets for laying hens on performance, internal and external quality of eggs and macro and microscopic analysis of livers an experiment was conducted in two phases. In the first phase was to study the effect of choline supplementation on the performance of one to 14 weeks of age. We used 2240 pullets Dekalb White, housed in a shelter conventional. The experimental design was completely randomized design with two treatments and 14 repetitions of 80 birds per experimental unit. Diets isonutrient, except the levels of choline. The treatments were defined by the levels of choline supplementation. There was no difference between treatments ($p > 0.05$), F test, the body weight, feed intake, feed conversion and viability, or for the macro and microscopic features of liver by the Mann-Whitney. In the second phase, the effect of the levels of choline supplementation on broiler performance, macro and microscopic analysis of livers of poultry and egg quality during production. 1800 birds were used in the 18 weeks of age from phase I. The experimental design was completely randomized in a factorial 2x5 (two levels of choline supplementation phases: initial and re-x five levels of choline supplementation on laying phase) with six replicates of 30 birds each. Diets isonutrient, except the levels of choline. The treatments were defined by the levels of choline supplementation. There was no difference between treatments ($p > 0.05$), F test, as the feed and the number of eggs per bird housed. The daily egg production was observed interaction of choline supplementation in the growing phase, with levels of choline in the production phase ($p \leq 0.05$). Positive linear effect was obtained when the diets were supplemented with choline in the growing phase, when it was made to supplement this phase, there was a linear effect. The weight of the birds, feed intake and viability there was no interaction ($p \leq 0.05$). For macroscopic and microscopic evaluation of liver phase I, the design was completely randomized design with two treatments (with and without choline supplementation) with eight replications, each bird was considered a recurrence. For macroscopic and microscopic evaluations of the livers of the experimental phase II was randomized in a factorial 2x5 (2 levels of choline supplementation phases: initial and re-x 5 levels of choline supplementation on laying phase) with four replications, and each liver was considered as a repetition. There was no statistical difference ($p > 0.05$) for any variable. For the

evaluation of the quality of the eggs was the same design used for the benchmarks, except for the number of replications was 30, and each egg was considered as one repetition. There was no interaction between choline supplementation in growing and choline levels in the laying stage for any of the variables observed, except the percentage of shell.

Keywords: hens, nutritional requirements, vitamin, choline, performance

1. INTRODUÇÃO

Os níveis de vitaminas exigidos nas dietas para as aves domésticas têm aumentado ao longo dos anos devido ao melhoramento genético das diversas linhagens disponíveis no mercado. Aliado a isso sua suplementação para poedeiras tem sido controversa por vários anos (Harms et al., 1990; Mazzuco, 2006). Particularmente, as linhagens de poedeiras cuja maturidade sexual precoce e maiores taxas de postura concomitantes a um consumo cada vez menor de ração, têm apresentado grandes desafios aos nutricionistas para conseguirem a suplementação vitamínica adequada em uma fórmula balanceada. Além disso, as criações intensivas continuam a impor estresses metabólicos diversos, predispondo as aves à maior susceptibilidade em relação a deficiências vitamínicas, o que tem implicado suplementação contínua e níveis de inclusão nas dietas mais elevados nas diversas fases de criação (Mazzuco, 2006).

Os dois principais doadores funcionais de grupos metil no metabolismo animal são a colina e a metionina (Ruiz et al., 1983b; Lesson e Summers, 2001). Os grupos metil provenientes da colina, também podem auxiliar na síntese de metionina a partir da transmetilação da homocisteína. Esta pode, portanto, substituir a metionina desde que haja quantidade adequada de colina para metilação (Lesson e Summers, 2001).

A betaína, um dos metabólitos da colina, é um composto nitrogenado, denominado deste modo por sua elevada presença na beterraba, segundo Tacconi (1988). No organismo animal, a função metabólica primária da betaína compreende a doação de grupos metil (CH_3). A betaína também é derivada da colina através de reações de oxidação. Em função de seu alto potencial em doar grupos metílicos, a betaína pode ser incorporada nas rações com o objetivo de economizar metionina e colina (Sakomura, 1996).

A substituição da metionina pela colina ou betaína, através da doação de grupos metil, parece não ser quantitativamente importante ou suficiente para garantir o crescimento máximo das aves, pois a capacidade da betaína, e da colina após sua degradação em betaína, para substituir a metionina é limitada, não conseguindo conferir uma ótima taxa de desenvolvimento, mesmo de aves jovens, as quais têm uma baixa capacidade de síntese de colina (Simon, 1999).

As recomendações sobre níveis de suplementação de colina para poedeiras variam muito entre os manuais das linhagens, entre estes e as tabelas publicadas por instituições de pesquisa, e também entre as indicações das empresas de suplementos vitamínicos e minerais. Existem poucos estudos atuais na literatura sobre as exigências desta vitamina para as aves.

Na tabela 1 encontram-se os valores das exigências de colina recomendadas às aves de postura conforme o NRC (1994), durante todo o ciclo de produção. Já na tabela 2 pode-se ver a comparação dos valores comerciais recomendados por Lesson e Summers (2001) e por Rostagno et al., (2005) nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos.

Tabela 1. Exigências médias¹ de colina para todo o ciclo de produção (mg/kg de ração)

Vitamina	0-6 semanas	7-18 semanas	19-45 semanas	Acima de 45 semanas
Colina (mg)	600	500	600	600

¹Valores médios por quilograma de ração, obtido de manuais de linhagens comerciais e NRC-94, mg = miligramas

Tabela 2. Valores recomendados comercialmente de suplementação de colina para poedeiras (mg/kg de ração)

Vitamina	Lesson e Summers (2001)	Rostagno (2005)
Colina (mg)	1050-1200	200

As exigências de colina para aves de postura têm sido estudadas principalmente em relação ao seu papel na produção de ovos e na prevenção da Síndrome do fígado gorduroso (Harms e Miles, 1985).

Com este trabalho objetivou-se avaliar os efeitos dos níveis de suplementação de colina na dieta de poedeiras, nas fases inicial, recria e postura, sobre: o desempenho das aves, as características dos ovos e a avaliação das características macro e microscópicas dos fígados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A colina foi, originalmente, isolada da bile suína (NRC, 1987; Larbier e Leclercq, 1994; Islabão s/d; Leeson e Summers, 2001) em 1849 por Strecker. Em 1932, foi descoberto que a colina era um componente ativo da lecitina pura, que agia na prevenção de fígado gorduroso em ratos (Ferreira e Neto, 2003). Industrialmente, é sintetizada a partir da amônia e metanol, formando trietilamina que é convertida a cloridrato pelo ácido clorídrico, sendo então transformada em cloreto de colina na presença de dióxido de etileno.

Quimicamente a colina é denominada de B-hidroxiethyltrimetilamônio hidróxido (Ruiz et al., 1983b; Carrato, 1985) e se constitui em nutriente essencial para aves (Harms e Russell, 2002) sendo utilizada tanto como unidade de construção quanto como componente essencial regulador de alguns processos metabólicos (McDowell, 1989). Há quem a considere vitamina por ser metabolicamente essencial à ave, e sua deficiência dá origem a sintomas característicos. Por outro lado, é considerada apenas como nutriente ou metabólito simples que pode ser sintetizado pela ave, sendo parte integrante da composição de outros elementos (fosfolipídios) e está presente na dieta em quantidades consideravelmente maiores do que as demais vitaminas hidrossolúveis (Larbier e Leclercq, 1994; NRC, 1994).

A colina é classificada como vitamina do complexo B, embora não corresponda satisfatoriamente à definição estrita de vitamina. Isto porque, ao contrário das outras vitaminas do mesmo grupo, pode ser sintetizada no fígado. A exigência desta vitamina é maior do que a quantidade sintetizada pelas aves. A colina serve para síntese de lecitina e de outros fosfolipídios participando da estrutura das células e, por conseguinte dos tecidos, funcionando aparentemente como um componente estrutural e não participa da formação de coenzimas (Islabão s/d). Independentemente da sua classificação, é um nutriente essencial para todos os animais e sua suplementação é exigida para algumas espécies (McDowell, 1989).

De acordo com Leeson e Summers (2001) a colina tem quatro principais funções no organismo da ave: construção e manutenção da estrutura celular, como um fosfolipídio, sendo parte estrutural da lecitina, fosfatidilcolina e também da esfingomielina. É essencial no metabolismo do fígado, prevenindo acúmulo anormal de gordura neste órgão, por meio do transporte de lipídios do fígado como lecitina ou pelo aumento do catabolismo de ácidos graxos, tendo sido considerada, portanto, como fator lipotrópico. A colina é também necessária para síntese de acetilcolina – importante para transmissão de impulsos nervosos; e é doadora de grupos metil que agem na formação de metionina a partir da homocisteína e de creatina a partir de ácido guanidoacético. Segundo Klasing (1998), quantitativamente, o papel primário da colina é integrar a fosfatidilcolina, a esfingomielina e as lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL).

De acordo com Islabão (s/d), do ponto de vista bioquímico, a colina tem, no metabolismo animal, as seguintes funções:

1. Síntese do composto orgânico: síntese de lecitina, de esfingomielina e de outros compostos orgânicos. A lecitina participa da absorção e transporte das gorduras ao fígado e da posterior mobilização e transporte das gorduras hepáticas. Participa também das membranas celulares e da membrana das partículas subcelulares como as

mitocôndrias. As esfingomielinas são fosfolipídios compostos de um ácido graxo, um radical fosfórico, colina e um álcool aminado complexo, a esfingosina. Já a síntese de outros compostos orgânicos, como metionina e creatina, ocorre pelo fornecimento de grupos metil.

2. Síntese de acetilcolina: a acetilcolina é conhecida como substância mediadora da atividade nervosa, sendo produzida a partir da colina e do ácido acético.

A maioria das pesquisas sobre o papel biológico da colina têm sido realizadas com ratos, mas também um número considerável de estudos foi realizado com diferentes espécies de aves domésticas, especialmente galinhas (*Gallus domesticus*) (Ruiz et al, 1983b).

2.1 Colina – uma vitamina especial, um nutriente essencial.

Esta vitamina está disponível para a indústria de alimentos como o sal cloreto, em diluições líquidas de 50%, 60% ou 70%. A colina pura é incolor, viscosa, fortemente alcalina e muito higroscópica. Esses produtos comerciais disponíveis precisam ser adicionados em grandes quantidades e sendo muito higroscópicos, não são adequados, portanto, para incorporação em suplementos vitamínicos e por isso devem ser adicionados diretamente às rações (Leeson e Summers, 2001).

Os alimentos utilizados na formulação das dietas das aves influenciam fortemente a necessidade de suplementação de colina (Harms e Miles, 1985). A colina está presente em todos os alimentos naturais como lecitina. Todos os lipídios naturais contêm alguma quantidade desta substância. Portanto, é fornecida por todos os alimentos que contêm gordura. A gema de ovo, glândulas, vísceras, coração, nervos, cérebro e peixe são as fontes, de origem animal, mais abundantes em colina, enquanto o gérmen de cereais, leguminosas e oleaginosas são as melhores fontes de origem vegetal. Nos cereais, a colina está aparentemente concentrada no gérmen e a remoção deste resulta em perda de aproximadamente 75% desta vitamina. A colina é praticamente ausente nos óleos vegetais refinados. O conteúdo de colina nas fontes de origem animal está diretamente relacionado ao conteúdo de fosfolipídios destes materiais (Engel, 1943; Harms e Miles, 1985; McDowell, 1989). A mandioca, trigo, aveia, cevada e milho são alimentos pobres em colina. O farelo de soja contém alta quantidade da referida vitamina que está disponível em torno de 60% a 75% (Molitoris e Baker, 1976; McDowell, 1989). O milho possui 1.500mg/kg de colina com biodisponibilidade que varia de 60 a 70%. Já as farinhas de origem animal, possuem colina com biodisponibilidade acima de 90%. As farinhas de carne e ossos e de peixe contêm 1.950 e 3.500mg/kg de colina, respectivamente (Bertechini, 2006);

porém, pouco se sabe sobre a sua biodisponibilidade em ingredientes de origem vegetal. Este é um dos motivos da adição desse nutriente às rações (Annison, 1996).

2.2 Exigências de colina para poedeiras

As exigências dietéticas de colina foram estabelecidas para várias espécies animais incluindo frangos, poedeiras, suínos, ratos e cães. A maioria das espécies consegue produzir toda a colina necessária por meio de síntese hepática a partir da serina e grupos metil da S-adenosilmetionina. No caso das aves, pode não ser rápida o suficiente para suportar o crescimento e a produtividade das mesmas, tornando-se necessário fazer suplementação das dietas (NRC, 1987; Klasing, 1998).

As aves em crescimento têm determinada exigência de colina que não pode ser substituída por altos níveis de metionina ou por outros doadores de grupos metil na dieta (Jukes, 1940; Jukes, 1941). A necessidade de colina para galinhas em postura pode ser influenciada pelo nível desta na dieta que as aves recebem na fase de recria, ou seja, quando as frangas são alimentadas com rações sem adição de colina, após oito semanas de idade, estas são capazes de sintetizar toda a colina exigida para ótima produção de ovos. Entretanto, quando as aves consomem ração de crescimento com adição desta vitamina, faz-se necessária a suplementação na ração de postura para maximizar a produção de ovos (Nesheim et al., 1971; Tsiagbe et al., 1982; Leeson e Summers, 2001) e manter nível relativamente baixo de gordura no fígado (Nesheim et al., 1971; Leeson e Summers, 2001).

Para determinar as exigências de colina para máxima produção de ovos, prevenção da Síndrome do Fígado Gorduroso e determinar sua influência na dieta quanto à capacidade da ave em sintetizar esta vitamina, Crawford et al., (1969) utilizaram 595, 955, 1.910, 3.819 e 5.729mg/kg de colina total. Para determinar a relação entre o consumo e a produção de colina pelas aves foi analisado o conteúdo desta na gema do ovo, na carcaça e nas excretas. Os autores concluíram que 595mg/kg de colina na dieta foram suficientes para satisfazer as necessidades quanto à produção de ovos. A variação nos níveis desta vitamina na dieta, de 595 a 5.729mg/kg, não afetou seu conteúdo na gema do ovo, nem nos tecidos corporais. Não foram encontradas quantidades significativas de colina nas excretas das aves.

Estudos de Lucas et al., (1946) mostraram que poedeiras alimentadas com dieta purificada contendo 0,03% de colina mantiveram a produção de ovos semelhante às aves que receberam a mesma dieta suplementada com 0,21%. Segundo os autores, isso mostra que as aves são capazes de sintetizar quantidades suficientes de colina para manterem a produção dispensando a adição à

dieta, esta conclusão foi confirmada também para etanolamina que é precursora da colina (Gish et al., 1949).

Além do nível de metionina, as concentrações de ácido fólico e cobalamina podem afetar a exigência de colina das aves jovens (Derilo e Balnave, 1980; Leeson e Summers, 2001). A adição de colina à alimentação das poedeiras é, por vezes, questionada, já que poucas respostas positivas são obtidas a partir da suplementação quando os níveis de aminoácidos sulfurados da dieta estão adequados (Derilo e Balnave, 1980; Harms e Miles, 1985).

Tsiagbe et al., (1982) concluíram que a necessidade de colina para poedeiras estaria entre 1.000 e 1.500ppm em rações sem suplementação de metionina. Por outro lado, Crawford et al., (1967), Brooks e Creger (1983) e Miles et al., (1986) sugeriram níveis mais baixos, entre 595 e 700mg/kg, como exigências mínimas. Ao contrário Ruiz et al., (1983a) não conseguiram qualquer benefício da suplementação de colina, entre 55 e 880mg/kg de ração à base de milho e soja.

De acordo com Klasing (1998), para aves a exigência de colina será maior quanto mais elevado for o nível de proteína da dieta. Segundo este autor, isso se deve a maior necessidade de grupamentos metil para a síntese e excreção de ácido úrico. A exigência pode ser reduzida por excesso de qualquer um dos doadores de grupos metil, como a metionina ou a betaína. A betaína pode substituir parcialmente a colina tanto em aves jovens como em velhas, entretanto, esta só é utilizada nas funções de transmetilação da colina, não podendo substituir as funções estrutural e de neurotransmissão. Entretanto, Griffith et al., (1969) não encontraram diferenças na exigência de colina quando as aves foram alimentadas com rações produzidas com alta e baixa proteína e diferentes níveis de colina. Já Parsons e Leeper (1984) trabalhando com poedeiras, com 23 semanas de idade, utilizaram rações com dois níveis de proteína bruta (140 e 160g/kg) e dois de suplementação de metionina (500 e 1.000mg/kg) ou de colina (500 e 1.000mg/kg), ou sem suplementação. Os autores observaram que as poedeiras responderam tanto à adição de metionina quanto à de colina. Com um nível de proteína bruta de 160g/kg a suplementação de metionina aumentou o peso e o rendimento de ovos, enquanto a adição de colina não teve os mesmos efeitos. Na produção de ovos ou na conversão alimentar nem colina, nem metionina tiveram efeitos significativos. Entretanto, usando o nível de 140g/kg de proteína bruta, concluíram que a suplementação da dieta com os dois ingredientes melhorou a produção de ovos e a conversão alimentar, mostrando influência da proteína na suplementação. Também, Miles et al., (1986) observaram aumento da produção de ovos e melhoria na conversão alimentar, quando a dieta deficiente em aminoácidos sulfurados foi suplementada com colina.

Pourreza e Smith (1988) avaliaram 16 estudos da influência da suplementação de colina para poedeiras. Destes trabalhos, 11 relataram aumento na produção de ovos com aumento do peso dos ovos em sete destes estudos, resultados atribuídos pelos autores à suplementação de colina. Cinco destes trabalhos não apresentaram efeitos na produção de ovos quando foi feita adição de colina às dietas com baixos níveis de metionina. De acordo com os autores, os resultados contraditórios encontrados podem estar relacionados ao tipo de dieta basal utilizada, duração do experimento, idade das aves, conteúdo protéico das dietas, concentração de metionina e/ou suplementação de colina. As evidências encontradas sugerem que em certas condições experimentais a suplementação de colina pode aumentar a produção de ovos quando a ingestão de metionina pelas aves for baixa.

Vigo e Vance (1981) relataram que os hormônios estrogênicos, fundamentais na produção de ovos, aumentam a necessidade de colina para a síntese de fosfolipídios pelo fígado que são essenciais para a formação da gema.

2.3 Deficiência de colina

Os sinais de deficiência de colina em frangos e perus são diferentes daqueles observados em mamíferos. Tem sido relatado que os ratos (Best e Huntsman, 1932; Best et al., 1934), suínos (Neumann et al., 1949), coelhos (Hove et al., 1954), cães (McKibbin e Taylor, 1950), bezerras (Johnson et al., 1951), camundongos, galinhas, codornas e trutas, desenvolvem fígado gordo e em alguns casos rim hemorrágico, apresentam taxa lenta de crescimento e disfunções ósseas, por deficiência de colina (Zeisel, 1990; Zeisel, 1993).

Em virtude da participação da metionina na biossíntese de colina, a quantidade de proteína da ração influencia a necessidade de colina. Dessa forma, a deficiência desta vitamina normalmente coincide com uma leve carência de proteína na ração. Por isso, a deficiência não ocorre em animais que recebem ração com um nível adequado de proteína (Islabão, s/d).

A ausência de colina torna frágeis os fosfolipídios de membrana, o que impede a transferência de triglicerídios e colesterol para a corrente sanguínea, acumulando-os no fígado (Larbier e Leclercq, 1992). Esse órgão contém de 4% a 5% de gordura, entretanto, sob certas circunstâncias, pode chegar a ter 30%, ou mais. Este excesso pode levar a trocas fibróticas do fígado denominadas cirrose. Tal problema é causado por falta de mobilização das gorduras hepáticas, tendo a lecitina um papel importante nesse processo.

Em aves de postura, os sintomas de deficiência ocorrem devido à incapacidade da ave de empacotar os triglicerídios hepáticos em VLDL, estes triglicerídios acumulados no fígado causam esteatose hepática (Klasing, 1998).

Sugere-se que a colina possa ser sintetizada pela ave adulta (Lucas et al., 1946; Ringrose e Davis, 1946). Entretanto, há evidências de que a deficiência de colina em aves jovens não seja pela total incapacidade das mesmas de sintetizarem esta vitamina, mas sim à impossibilidade de conseguirem metabolizar a uma taxa que satisfaça as suas necessidades. Aparentemente, a síntese de colina em aves aumenta com a idade; por isso é difícil verificar deficiência em aves a partir de oito semanas de idade (Leeson e Summers, 2001).

A deficiência de colina é prontamente percebida em frangos alimentados com dieta pobre em colina, ou em seus precursores. A facilidade de se produzir deficiência em frangos, em contraste com galinhas de postura, sugere que a biossíntese desta seja mais eficiente nas galinhas que nos frangos (Nesheim et al., 1971). Entretanto, esse efeito em poedeiras não está claramente definido (Nesheim et al., 1971; March, 1981), podendo causar aumento na taxa de mortalidade das aves e redução na produção de ovos (Islabão s/d).

A princípio, Nesheim et al., (1970) não foram capazes de induzir deficiência de colina em aves alimentadas com dieta composta por ingredientes naturais como milho e farelo de soja e, mesmo quando as aves receberam dietas purificadas muito deficientes em colina, os efeitos da suplementação não foram observados. Entretanto, quando foram utilizadas dietas com baixos níveis de metionina e vitamina B₁₂ respostas positivas foram obtidas com a suplementação de colina.

Avaliando os efeitos da adição de vários níveis de colina em rações purificadas e práticas para poedeiras, Nesheim et al., (1971) observaram que aves alimentadas com dietas deficientes em colina de oito a 20 semanas de idade não responderam à suplementação feita na ração de postura. Os autores sugeriram que dietas suplementadas com colina na fase de recria prejudicam o mecanismo de biossíntese em aves adultas. Entretanto, aquelas alimentadas a partir de 16 semanas de idade, com dieta carente desta vitamina ou as alimentadas com dieta suplementada, de oito a 20 semanas de idade, apresentaram maior taxa de produção de ovos após ser adicionada colina à dieta de postura. Os autores mostraram também que a colina reduz o conteúdo de gordura no fígado de aves alimentadas com dieta sem suplementação, de 16 a 20 semanas de idade, ou de aves de oito a 20 semanas que foram suplementadas. Aquelas que receberam dieta deficiente em colina de oito a 20 semanas de idade não apresentaram maior teor

de gordura no fígado. Estes dados mostram que a dieta da recria afeta a resposta das aves à suplementação de colina na fase de postura.

March e MacMillan (1980) relataram que grande parte da colina no farelo de canola não é biologicamente disponível para aves em crescimento. Quando alimentaram aves com farelo de canola observaram redução no tamanho do ovo e, em certas linhagens, houve aumento da mortalidade por Síndrome do fígado gorduroso. Estas alterações foram atribuídas à deficiência de colina. Estes autores sugerem que as dietas compostas de ingredientes naturais talvez sejam deficientes em colina disponível e que as aves adultas não são capazes de sintetizar quantidade suficiente de colina que satisfaça os requisitos para tamanho de ovo e prevenção da Síndrome do fígado gorduroso.

2.4 A colina e o desempenho das poedeiras

Os resultados dos efeitos da suplementação de colina, nas dietas de poedeiras, são conflitantes. Segundo Gish et al., (1949), Skinner et al., (1951), Johnson (1954) Welch e Couch (1955), Balloun (1956), Dagher et al., (1960), Crawford et al., (1967) e Griffith et al., (1969), a suplementação de colina na ração não melhora o desempenho das aves. Por outro lado, Abbott e DeMasters (1940), Burns e Ackerman (1955), Saloma et al., (1965) e Crawford et al., (1967) observaram efeitos positivos da suplementação de colina em rações para poedeiras.

Segundo Ketola e Nesheim (1974), a suplementação de colina em dietas, com alto teor protéico, para poedeiras provoca aumento no consumo de ração e no ganho de peso.

Para avaliar os efeitos da suplementação de colina na ração de poedeiras de oito a 29 semanas de idade, Tsiagbe et al., (1982) realizaram dois experimentos. No primeiro, com a inclusão de 0,1% de colina na ração basal, verificaram que na fase de crescimento não houve efeito no consumo, no peso corporal, na conversão alimentar e na taxa de mortalidade. Mas na fase de postura houve aumento na produção de ovos, no peso dos ovos e melhora na conversão alimentar. No segundo, foram utilizadas quatro dietas com diferentes quantidades de inclusão de colina (sem suplementação; 0,05%; 0,1% e 0,1% + 2 μ g vitamina B₁₂). Neste experimento, com a suplementação de 0,05% e 0,1% de colina houve aumento na produção e no peso dos ovos, e no consumo de ração e não houve efeito na conversão alimentar, no peso das aves e nem na taxa de mortalidade. Não foi observada interação dos tratamentos utilizados na recria com os da produção.

Ruiz et al., (1983a) avaliaram o efeito da suplementação de colina (zero, 55, 110, 220, 440 e 880mg/kg) nas de rações para poedeiras da linhagem Hisex com 50 semanas de idade. Estas rações continham nível adequado de metionina. A produção de ovos, a conversão alimentar, o peso específico e o peso do ovo não foram afetados pelos tratamentos. Os resultados deste experimento demonstraram que, a despeito do peso corporal, as aves velhas não necessitam de colina suplementar quando recebem ração com níveis adequados de metionina.

Fernandes et al., (1983) analisaram a viabilidade da substituição parcial ou total da metionina, por colina e/ou sulfato de sódio, para poedeiras de 28 a 48 semanas de idade. A produção de ovos, a conversão alimentar e a mortalidade não foram influenciados pelos tratamentos. Com relação à qualidade interna e externa dos ovos, somente com a substituição total da metionina por 0,30% de sulfato de sódio ocorreu redução do peso dos ovos.

De acordo com Pourreza e Smith (1988), a colina pode substituir em parte a metionina necessária para a produção de ovos quando a dieta contém baixos níveis de aminoácidos sulfurados. Para poedeiras, a adição de colina não é necessária quando a ração contém níveis adequados de metionina, pois este aminoácido supre a exigência de grupos metil (Harms et al., 1990)

2.5 Acúmulo de gordura no fígado

Segundo Hansen e Walzem (1993), a Síndrome do Fígado Gorduroso causa grandes perdas associadas à queda na produção de ovos e piora da conversão alimentar, sendo, por isso de grande importância econômica.

Em 1956 Couch descreveu uma “nova” doença em galinhas a qual recebeu a denominação de Síndrome do fígado gorduroso. Esta Síndrome foi relatada por ele e por outros autores (Wolford e Polin, 1975; Squires e Lesson, 1988; Schumann et al., 2003) com as seguintes características: aumento no peso corporal de 25% a 30%; decréscimo de um terço na taxa de postura; excesso de gordura abdominal; acúmulo excessivo de gordura no fígado; hemorragia capilar e hematomas hepáticos; aumento na mortalidade, principalmente em dias quentes.

Couch (1956) sugeriu que a suplementação com colina, vitamina B₁₂ e vitamina E seja benéfica na prevenção do acúmulo de triglicerídios no fígado. Entretanto, Wolford e Murphy (1972) e Jensen (1974) não encontraram alteração no conteúdo de gordura no fígado de aves que receberam dietas suplementadas com vitaminas lipotrópicas (vitamina B₁₂, vitamina E, colina, inositol) não prevenindo, dessa forma, a ocorrência da Síndrome de Fígado Gorduroso.

Estudos de Lombardi et al., (1968) indicaram que fígados gordurosos são causados por problema na síntese de lipoproteína ou pela sua liberação, o que resultaria em declínio da capacidade de transporte de lipídios. A remoção destes, do fígado, na forma de lipoproteínas depende da disponibilidade da molécula de proteína, e também dos componentes dos fosfolipídios, que são essenciais para a montagem completa das lipoproteínas. Assim, o acúmulo de lipídios no fígado ocorre se a proteína da dieta não fornecer quantidades adequadas de aminoácidos para a síntese de apolipoproteínas ou esta pode ser inibida por uma deficiência de ácidos graxos essenciais (Butler, 1976). Segundo Ivy e Nesheim (1973), o acúmulo de gordura no fígado de galinhas poedeiras é devido, em grande parte, à deposição de lipídios neutros como triglicéridos.

Segundo Nesheim et al. (1969), as galinhas em postura têm normalmente maior quantidade de gordura hepática quando comparadas com aquelas fora de postura, e não há correlação entre a taxa de produção de ovos e a quantidade de gordura no fígado. Mas, Griffith et al., (1969) relataram que a suplementação de colina em dietas deficientes em metionina reduz o conteúdo de gordura do fígado de aves de postura. A concentração de gordura no fígado é muito variável, e nem sempre altos níveis de gordura são necessariamente prejudiciais ao desempenho das aves (Ivy e Nesheim, 1973; March, 1981). Harms e Miles (1985) relataram que é difícil relacionar a deficiência de colina com a Síndrome do fígado gorduroso.

Trabalhando com dietas para poedeiras, Schexnaider e Griffith (1973) utilizaram níveis de proteína que variaram entre 15,9% e 17,3% e diferentes combinações de suplementação de metionina, colina e vitamina B₁₂. A suplementação só colina, de colina e vitamina B₁₂, ou metionina e vitamina B₁₂ apresentaram efeito positivo reduzindo, significativamente, os níveis de gordura no fígado e aumentando a produção de ovos e o peso corporal das aves.

Muitos anos após a primeira recomendação do uso de colina, vitamina E, vitamina B₁₂ e/ou inositol para se impedir ou atenuar a Síndrome do fígado gorduroso, a eficácia destas vitaminas como agentes lipotrópicos ainda não tinha sido comprovada, segundo Wolford e Polin, 1975.

De acordo com Butler (1976) surtos de Síndrome do Fígado Hemorrágico ocorrem em lotes de poedeiras, especialmente nas de linhagens mais pesadas, quando alojadas em gaiolas. A produção de ovos pode cair bruscamente, e algumas aves apresentarem excesso de peso, crista e barbelas pálidas e com descamação. Porém, muitas vezes, há poucos indícios do aparecimento da doença que só é detectada após a morte da ave. A mortalidade total é, geralmente, inferior a 5% e tem como causa hemorragia proveniente do fígado que se rompe. Macroscopicamente, se

apresenta muito aumentado em volume devido à presença de quantidades excessivas de gordura e muito friável; sob a cápsula, podem-se observar múltiplas hemorragias petequiais. Ao exame microscópico, mostra arquitetura normal, embora preenchida por hemorragias capilares difusas, alteração da integridade vascular e áreas de necrose e fibrose. Alguns hepatócitos estão rompidos e os que restam estão distendidos pela gordura que se acumula e forma vacúolos citoplasmáticos, desorganizando a estrutura interna da célula. O núcleo não está centralizado e mostra sinais de degeneração, e ainda, indicações de mudanças estruturais podem estar presentes nas mitocôndrias. Ocorre lise das bandas reticulares ao redor da célula, resultando em fraqueza estrutural do fígado que é a lesão definitiva da Síndrome. Características semelhantes haviam sido observadas por Wolford et al., (1971) em trabalho que teve como objetivo a descrição fotográfica da Síndrome. Ainda de acordo com Wolford et al., (1971), tal patologia se torna um problema quando a infiltração de gordura é associada a hematomas e/ou hemorragia maciça no abdômen em decorrência da ruptura da cápsula hepática.

Embora as galinhas acometidas pela Síndrome do fígado gorduroso Hemorrágico estejam com o órgão evidentemente anormal à necropsia, apresentam-se em boas condições, exceto pelo peso corporal elevado para a idade e estágio de produção de ovos (Meijering, 1979).

Estudando os efeitos da suplementação de colina na dieta e da categoria de peso de poedeiras, Ruiz et al., (1983a) observaram que quando as aves receberam 590mg de aminoácidos sulfurados por dia não responderam à suplementação de colina; as aves do grupo pesado apresentaram maior conteúdo de gordura no fígado do que aquelas da categoria leve e que a suplementação de colina resultou em decréscimo da quantidade de gordura no fígado das galinhas da categoria pesada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em duas fases. A primeira compreendeu o período de uma a 18 semanas de idade das aves. Nesta fase, foi avaliada a influência da suplementação de colina nas rações: inicial e de recria sobre consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e avaliação dos fígados. Na segunda fase, ou seja, no período de postura foram avaliados os efeitos da suplementação de colina nas rações utilizadas na primeira fase e níveis de suplementação de colina nas rações utilizadas na fase de postura sobre o desempenho das aves, características dos fígados e qualidade dos ovos.

3.1 Local

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental “Prof. Hélio Barbosa” da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizada no município de Igarapé – MG, no período de 21 de novembro de 2008 a 25 de setembro de 2009. As análises histológicas dos fígados e a qualidade dos ovos foram realizadas no laboratório de Patologia Animal e no laboratório de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal respectivamente, ambos localizados na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais no município de Belo Horizonte – MG.

3.2 Fase experimental I

3.2.1 Aves e instalações

Foram utilizadas 2240 aves da linhagem Dekalb White que foram alojadas em galpão experimental, dividido em 54 boxes de 10m² cada. Foram alojadas 80 aves por box, sendo oito aves/m². Durante as primeiras duas semanas de idade, o aquecimento das aves foi feito com uma lâmpada infravermelho de 250 watts. Neste período foi utilizado em cada box um bebedouro tipo copo pressão com capacidade de três litros e um comedouro tipo tubular com capacidade de cinco quilogramas. Posteriormente, os bebedouros foram substituídos pelos do tipo pendular automático, e os comedouros pequenos substituídos por outros com capacidade para 15 quilogramas, sendo estes equipamentos utilizados até o final desta fase do experimento.

As pintinhas foram vacinadas no incubatório de origem, contra doença de Marek e Boubá; na terceira semana de vida foram vacinadas contra Gumboro, Newcastle e Bronquite Infecciosa, via água de bebida; na oitava receberam vacina contra Boubá e Encefalomielite via membrana da asa; na 11^a foram vacinadas contra Newcastle e Bronquite infecciosa via água de bebida e na 15^a receberam vacina contra Newcastle, Bronquite Infecciosa e Síndrome da Queda de Postura por via injetável no músculo do peito.

3.2.2 Manejo das aves

O manejo das aves seguiu a rotina de uma granja comercial, conforme descrito a seguir.

3.2.2.1 Debicagem

Aos 10 dias de idade as aves foram submetidas à primeira debicagem e às 10 semanas foi feita a segunda.

3.2.2.2 Programa de luz

O programa de luz utilizado foi de 24 horas de luz nas duas primeiras semanas de idade das aves. Após este período e até 20 semanas de idade não foi utilizada iluminação artificial. A partir 21 semanas de idade o período de iluminação diário foi de 16 horas (natural + artificial).

3.2.3 Rações

As rações foram isonutritivas e isoenergéticas, exceto para os níveis de suplementação de colina. Para os cálculos dos níveis nutricionais das rações foram utilizados os dados dos valores nutricionais dos alimentos de acordo com Rostagno et al., (2005). Foram utilizados três tipos de ração de acordo com as fases, ou seja: inicial de uma a seis semanas, recria I de sete a 12 semanas e recria II de 13 a 17 semanas de idade das aves. A composição destas rações com seus respectivos valores nutricionais calculados encontram-se nas tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3 - Composição percentual e valores nutricionais calculados da ração inicial com e sem colina suplementar

Ingredientes	Tratamentos	
	A	B
Milho grão	64,000	64,000
Farelo de soja 45% PB	28,400	28,400
F. carne e ossos 45% PB	6,400	6,400
Calcário	0,455	0,455
DL – Metionina	0,130	0,130
Sal comum	0,300	0,300
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050
L-Lisina HCl	0,060	0,060
Cloreto de colina 60%	0,050	0,000
Salinomicina	0,035	0,035
Nicarbazina 25%	0,020	0,020
Inerte	0,000	0,050
TOTAL (%)	100,00	100,00
Níveis nutricionais		
Ácido linoléico	1,38	1,38

Colina (mg/kg)	1580	1280
EMAn (kcal/kg)	2967	2967
Proteína bruta (%)	21,0	21,0
Cálcio (%)	1,03	1,03
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45
Fósforo total (%)	0,65	0,65
Lisina digestível (%)	1,02	1,02
Lisina total (%)	1,13	1,13
Metionina digestível (%)	0,42	0,42
Metionina total (%)	0,45	0,45
Metionina + cistina digestível (%)	0,70	0,70
Metionina + cistina total (%)	0,79	0,79
Sódio (%)	0,18	0,18

¹Premix Vitamínico (composição por quilo do produto): Vit. A 10.000.000 UI, Vit. D₃ 2.500.000 UI, Vit E 15.000 UI, Vit. K₃ 2.000 mg, Vit. B₁ 2.000 mg, Vit. B₂ 4.000 mg, Vit. B₆ 4.000 mg, Vit. B₁₂ 15.000 mg, Vit. C 50.000 mg, Niacina 30.000 mg, Ácido Fólico 500 mg, Ácido Pantotênico 16.000 mg, Biotina 60 mg e BHT 125 mg.

²Premix Mineral (composição por quilo do produto): Manganês 200.000 mg, Zinco 125.000 mg, Ferro 50.000 mg, Cobre 15.000 mg, Iodo 1.880 mg, Selênio 400 mg

Tabela 4 - Composição percentual e valores nutricionais calculados da ração de recria I com e sem colina suplementar

Ingredientes	Tratamentos	
	A	B
Milho grão	61,000	61,000
Farelo de soja 45% PB	22,000	22,000
Farelo de Trigo	1,000	1,000
Calcário	0,840	0,840
F. Carne 40% PB	5,400	5,400
DL-metionina	0,120	0,120
Sal comum	0,300	0,300
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050
L-Lisina HCl	0,090	0,090
Cloreto de colina 60%	0,045	0,000
Inerte	0,000	0,000
TOTAL (%)	100,00	100,00
Níveis nutricionais		
Colina (mg/kg)	1342	1072
EMAn (kcal/kg)	2880	2880
Proteína bruta (%)	19,0	19,0
Cálcio (%)	1,055	1,055

Fósforo disponível (%)	0,42	0,42
Fósforo total (%)	0,66	0,66
Lisina digestível (%)	0,90	0,90
Lisina total (%)	1,00	1,00
Metionina digestível (%)	0,38	0,38
Metionina (%)	0,42	0,42
Metionina + cistina dig (%)	0,64	0,64
Metionina + cistina (%)	0,73	0,73
Sódio (%)	0,17	0,17

¹Premix Vitamínico (composição por quilo do produto): Vit. A 10.000.000 UI, Vit. D₃ 2.500.000 UI, Vit E 15.000 UI, Vit. K₃ 2.000 mg, Vit. B₁ 2.000 mg, Vit. B₂ 4.000 mg, Vit. B₆ 4.000 mg, Vit. B₁₂ 15.000 mg, Vit. C 50.000 mg, Niacina 30.000 mg, Ácido Fólico 500 mg, Ácido Pantotênico 16.000 mg, Biotina 60 mg e BHT 125 mg.

²Premix Mineral (composição por quilo do produto): Manganês 200.000 mg, Zinco 125.000 mg, Ferro 50.000 mg, Cobre 15.000 mg, Iodo 1.880 mg, Selênio 400 mg

Tabela 5 - Composição percentual e valores nutricionais calculados da ração de recria II com e sem colina suplementar

Ingredientes	Tratamentos	
	A	B
Milho grão	67,000	67,000
Farelo de soja 45% PB	16,500	16,500
Farelo de trigo	9,810	9,810
Calcário	0,500	0,500
F. Carne 40% PB	5,500	5,500
DL-metionina	0,130	0,130
Sal comum	0,300	0,300
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050
L-Lisina HCl	0,070	0,070
Cloreto de colina 60%	0,040	0,000
Inerte	0,000	0,040
TOTAL (%)	100,00	100,00
Níveis nutricionais		
Colina (mg/kg)	1103	863
EMAn (kcal/kg)	2740	2740
Proteína bruta (%)	17,0	17,0
Cálcio (%)	1,051	1,051
Fósforo disponível. (%)	0,45	0,45
Fósforo total (%)	0,68	0,68
Lisina digestível (%)	0,75	0,75
Lisina total (%)	0,84	0,84

Metionina digestível (%)	0,39	0,39
Metionina (%)	0,42	0,42
Metionina + cistina dig (%)	0,61	0,61
Metionina + cistina (%)	0,69	0,69
Sódio (%)	0,18	0,18

¹Premix Vitamínico (composição por quilo do produto): Vit. A 10.000.000 UI, Vit. D₃ 2.500.000 UI, Vit E 15.000 UI, Vit. K₃ 2.000 mg, Vit. B₁ 2.000 mg, Vit. B₂ 4.000 mg, Vit. B₆ 4.000 mg, Vit. B₁₂ 15.000 mg, Vit. C 50.000 mg, Niacina 30.000 mg, Ácido Fólico 500 mg, Ácido Pantotênico 16.000 mg, Biotina 60 mg e BHT 125 mg.

²Premix Mineral (composição por quilo do produto): Manganês 200.000 mg, Zinco 125.000 mg, Ferro 50.000 mg, Cobre 15.000 mg, Iodo 1.880 mg, Selênio 400 mg

3.2.4 Tratamentos

Os tratamentos foram definidos pela suplementação ou não de colina. Nas fases: inicial e de recria I metade das aves (1120 aves) receberam ração sem suplementação de colina e a outra metade ração com suplementação. A partir de 12 semanas de idade, quando da transferência das frangas para as gaiolas, o número de aves por tratamento foi reduzido para 900. De 12 a 17 semanas as aves foram alimentadas com a ração de recria II. As quantidades de colina adicionada às rações inicial, recria I e II foram de 300, 270 e 240 miligramas de colina por quilograma, respectivamente.

3.2.5 Avaliações de desempenho

3.2.5.1 Peso corporal

As aves foram pesadas antes do alojamento e depois, semanalmente, todas as aves de cada repetição foram pesadas e calculados seus pesos médios

3.2.5.2 Consumo de ração

O consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida durante cada semana subtraindo-se a sobra ao final da mesma. Para o cálculo do consumo diário de ração, de acordo com os tratamentos, foi considerado o número de aves mortas na semana.

3.2.5.3 Conversão alimentar

O cálculo da conversão alimentar foi feito, semanalmente, com base no consumo de ração e o peso vivo das aves, a mortalidade diária foi considerada para o cálculo.

3.2.6 Avaliações macro e microscópicas dos fígados às 15 semanas de idade

Para as avaliações macroscópicas foram utilizados os fígados colhidos após o abate das aves, dos quais foram retirados os fragmentos para microscopia. Portanto, na mesma idade e números por tratamento. Macroscopicamente, foram avaliadas coloração, consistência e dimensões. Microscopicamente, foram avaliados os escores de degeneração gordurosa, sendo classificados como: normal, multifocal (leve, moderada ou acentuada) ou difusa (leve, moderada e acentuada). Cada fígado foi considerado como uma repetição.

3.2.7 Delineamento experimental

Para as avaliações do desempenho de uma a 12 semanas de idade o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com dois tratamentos (com e sem suplementação de colina) com 14 repetições de 80 aves cada. De 12 a 17 semanas de idade o delineamento experimental foi o mesmo, com exceção do número de repetições e do número de aves por repetição, que foi de 10 e 90, respectivamente.

Para avaliação histológica dos fígados da fase I, o delineamento foi, inteiramente ao acaso com dois tratamentos (com e sem suplementação de colina) com oito repetições cada, sendo que cada ave foi considerada a repetição.

3.3 Fase experimental II

3.3.1 Local

Esta fase do experimento foi realizada na mesma estação experimental onde foi realizada a fase I.

3.3.2 Aves e manejo

Foram utilizadas 1800 aves da linhagem Dekalb com 18 semanas de idade provenientes da fase experimental I. Às 12 semanas de idade, as frangas foram transferidas para um galpão experimental equipado com gaiolas de 45 x 50cm. Nestas gaiolas, equipadas com comedouros do tipo calha e bebedouros do tipo *nipple*, foram alojadas cinco aves por gaiola, com a densidade foi de 450cm²/ave. O manejo foi semelhante ao utilizado na produção comercial. O

programa de luz utilizado foi de 16 horas de luz/dia, (natural e artificial). Água e ração foram fornecidas à vontade.

As parcelas experimentais foram constituídas por seis gaiolas, as quais tiveram seus comedouros separados por divisórias de madeira para impedir que as aves de uma repetição tivessem acesso à ração da outra parcela.

3.3.3 Rações

As rações foram isonutritivas, exceto quanto aos níveis de suplementação de colina. Para os cálculos dos níveis nutricionais das rações foram utilizados os dados dos valores nutricionais dos alimentos de acordo com Rostagno et al., (2005). A composição das rações de produção com seus respectivos valores nutricionais calculados encontra-se na tabela 6.

Tabela 6 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações de produção (18 a 44 semanas de idade)

Ingredientes	Tratamentos				
	A/F	B/G	C/H	D/I	E/J
Milho grão	65,200	65,200	65,200	65,200	65,200
Farelo de soja 45% PB	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000
Calcário	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
F. Carne 40% PB	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
DL-metionina	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Sal comum	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Inerte	0,080	0,060	0,040	0,020	0,000
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
L-Lisina HCl	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Cloreto de colina 60%	0,000	0,02	0,04	0,06	0,08
TOTAL (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais					
Colina (mg/kg)	977	1097	1217	1337	1763
EMAn (kcal/kg)	2780	2780	2780	2780	2780
Proteína bruta (%)	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
Cálcio (%)	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86
Fósforo disponível. (%)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Fósforo total (%)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Lisina digestível (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

Lisina (%)	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Metionina digestível (%)	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Metionina (%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Metionina + cistina dig. (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Metionina + cistina (%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

¹Premix Vitamínico (composição por quilo do produto): Vit. A 10.000.000 UI, Vit. D₃ 2.500.000 UI, Vit E 15.000 UI, Vit. K₃ 2.000 mg, Vit. B₁ 2.000 mg, Vit. B₂ 4.000 mg, Vit. B₆ 4.000 mg, Vit. B₁₂ 15.000 mg, Vit. C 50.000 mg, Niacina 30.000 mg, Ácido Fólico 500 mg, Ácido Pantotênico 16.000 mg, Biotina 60 mg e BHT 125 mg.

²Premix Mineral (composição por quilo do produto): Manganês 200.000 mg, Zinco 125.000 mg, Ferro 50.000 mg, Cobre 15.000 mg, Iodo 1.880 mg, Selênio 400 mg.

3.3.4 Tratamentos

Os tratamentos foram definidos pelos níveis de suplementação de colina. Na produção, a diferença entre os tratamentos foi de 200 miligramas de colina por quilograma de ração de suplementação de colina, conforme descrição a seguir:

Tratamento A: ração sem suplementação de colina na fase I (inicial, recria I e II) e sem suplementação de colina na produção;

Tratamento B: ração sem suplementação de colina na fase I e ração de produção com 200mg/kg de suplementação de colina;

Tratamento C: ração sem suplementação de colina na fase I e ração de produção com 400mg/kg de suplementação de colina;

Tratamento D: ração sem suplementação de colina na fase I e ração de produção com 600mg/kg de suplementação de colina;

Tratamento E: ração sem suplementação de colina na fase I e ração de produção com 800mg/kg de suplementação colina;

Tratamento F: ração com suplementação de colina na fase I e sem suplementação de colina na ração de produção;

Tratamento G: ração com suplementação de colina na fase I e ração de produção com 200mg/kg de suplementação de colina;

Tratamento H: ração com suplementação de colina na fase I e ração de produção com 400mg/kg de suplementação de colina;

Tratamento I: ração com suplementação de colina na fase I e ração de produção com 600mg/kg de suplementação de colina;

Tratamento J: ração com suplementação de colina na fase I e ração de produção com 800mg/kg de suplementação de colina.

3.3.5 Dados obtidos

3.3.5.1 Desempenho produtivo

3.3.5.1.1 Produção de ovos

A produção de ovos foi registrada diariamente, de acordo com as repetições e os tratamentos e, posteriormente, calculada a porcentagem semanal de postura. A mortalidade durante a semana foi considerada para o cálculo da porcentagem de postura semanal.

3.3.5.1.2 Consumo de ração

O consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida durante cada semana subtraindo-se a sobra ao final da mesma. Foi calculado o consumo médio diário de acordo com as repetições e os tratamentos, e foi considerado o número de aves mortas na semana.

3.3.5.1.3 Conversão alimentar

A conversão alimentar (quilogramas de ração consumida/dúzia de ovos produzidos) foi obtida dividindo o consumo de ração semanal e a produção de ovos na semana, levando-se em consideração a mortalidade diária, de acordo com as repetições e os tratamentos.

3.3.5.1.4 Taxa de viabilidade

A mortalidade diária foi registrada e a porcentagem de mortalidade foi calculada e, a partir desse valor, calculada a porcentagem de viabilidade de acordo com os tratamentos.

Viabilidade = 100 - % de mortalidade

3.3.5.1.5 Peso das aves

Todas as aves de cada repetição foram pesadas no início e no final do período experimental, e a partir destes valores foram calculados os pesos médios, de acordo com os tratamentos.

3.3.5.1.6 Peso dos ovos

No último dia de cada semana, a partir das 18 até as 44 semanas de idade, todos os ovos produzidos foram coletados, identificados e pesados para obtenção do peso dos ovos de acordo com os tratamentos.

3.3.5.2 Avaliações macro e microscópica dos fígados

Para as avaliações macroscópicas foram utilizados os fígados colhidos após o abate das aves às 32 e 44 semanas de idade, dos quais foram retirados os fragmentos para microscopia. Portanto, nas mesmas idades e números por tratamento. Macroscopicamente, foram avaliadas coloração, consistência e dimensões. Microscopicamente, foram avaliados os escores de degeneração gordurosa, sendo classificados como: normal, multifocal (leve, moderada ou acentuada) ou difusa (leve, moderada e acentuada). Cada fígado foi considerado como uma repetição.

3.3.5.3 Qualidade dos ovos

3.3.5.3.1 Avaliação dos componentes dos ovos, das qualidades interna e da casca dos ovos

Estas avaliações foram realizadas a cada quatro semanas a partir das 22 semanas de idade das galinhas. Foram utilizados 30 ovos de cada tratamento, tomados ao acaso, sendo coletados cinco ovos de cada uma das seis repetições. As avaliações foram feitas no dia seguinte ao da postura. Os mesmos ovos foram utilizados para todas as avaliações de qualidade

Como componentes dos ovos foram consideradas as porcentagens de gema, albúmen e casca. A qualidade interna do albúmen foi medida pelas unidades Haugh (UH).

3.3.5.3.1.1 Porcentagens de gema, albúmen e casca

Para estas avaliações foram pesados, individualmente, 30 ovos de cada tratamento, tomados ao acaso, sendo coletados cinco ovos de cada uma das seis repetições. As pesagens foram feitas no dia seguinte da produção.

Após as pesagens individuais em balança analítica digital de precisão de 0,01 gramas (balança Analítica Ohaus série Traveler™), os ovos foram quebrados, separando-se o albúmen, a gema e a casca. A separação da gema foi feita com utensílio próprio para isso, e o resíduo de clara, aderido à gema, foi removido com o auxílio de papel absorvente. Após este procedimento as gemas foram pesadas individualmente. As cascas, depois de lavadas em água corrente para retirada de resíduos do albúmen, secadas à temperatura ambiente durante 24 horas, foram

pesadas individualmente. O peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso do ovo inteiro e o peso da gema mais o peso da casca [*Peso do albúmen = peso do ovo inteiro – (peso da gema + peso da casca)*]. Após estas pesagens foram calculadas as porcentagens destes componentes.

3.3.5.3.1.2 Unidades Haugh (UH)

Os valores de Unidades Haugh foram obtidos dos mesmos ovos utilizados para as avaliações dos componentes destes. Portanto, estes ovos já tinham sido pesados, individualmente. A altura do albúmen foi medida utilizando aparelho específico para este fim (medidor de Unidades Haugh – Ames modelo S-8400, Massachussets, EUA) (Haugh, 1937).

Com os dados de peso do ovo e a altura do albúmen, os valores de UH foram obtidos pela seguinte fórmula (Brant et al., 1951):

$$UH = 100 \log \left[H - \frac{\sqrt{G(30W^{0,37} - 100)}}{100} \right] + 1,9$$

em que:

H = altura do albúmen denso (milímetros);

G = constante gravitacional de valor 32;

W = peso do ovo (gramas),

3.3.6 Delineamento experimental

Para as avaliações do desempenho, o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x5 (dois níveis de suplementação de colina nas fases: inicial e recria x cinco níveis de suplementação colina na fase de postura) com seis repetições de 30 aves cada. Foi realizada análise de variância e os contrastes comparados pelo teste de Fisher. As respostas foram regredidas em relação aos níveis de colina na postura em seus componentes lineares e quadráticos, para escolha do modelo de regressão que melhor descreveu as observações. A conversão alimentar e número de ovos por ave alojada violaram os princípios da normalidade e homocedasticidade, portanto, o teste utilizado foi o de Kruskal-Wallis (Sampaio, 2002).

Para as avaliações macro e microscópica dos fígados o delineamento experimental da fase II foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x5 (2 níveis de suplementação de colina nas fases: inicial e recria x 5 níveis de suplementação colina na fase de postura), com quatro repetições,

sendo que cada fígado foi considerado como uma repetição. Para as avaliações macroscópicas e microscópicas dos fígados que violaram os princípios da normalidade e homocedasticidade, o teste utilizado foi o de Kruskal-Wallis (Sampaio, 2002).

Para as avaliações dos componentes dos ovos e das UH o delineamento foi o mesmo utilizado para as avaliações de desempenho, com exceção do número de repetições que foi de 30, sendo que cada ovo foi considerado como uma repetição.

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa SAEG (2007) e Instat.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fase I (inicial e recria)

4.1.1 Peso corporal, consumo de ração e conversão alimentar

Na tabela 7 são apresentados os dados de peso corporal, consumo de ração e conversão alimentar de acordo com os tratamentos.

Tabela 7. Efeitos dos níveis de suplementação de colina na dieta das aves de uma a 14 semanas de idade, no peso corporal em gramas (PC), no consumo de ração em gramas (CR) e na conversão alimentar em gramas de ração por gramas de peso (CA)

Níveis de suplementação de colina (mg/kg)	PC (g)	CR (g)	CA (g/g)
Zero	992,8	4340,7	4,553
400	993,8	4401,3	4,611
CV %	2,06	4,38	4,42

Médias não seguidas de letras são semelhantes estatisticamente pelo teste F ($p>0,05$)

Não foram observadas diferenças ($p>0,05$) no desempenho das frangas, em função dos tratamentos. Isso demonstra que a quantidade de colina contida nos alimentos foi suficiente para suprir as exigências das aves, não sendo necessário suplementá-las nessa fase.

Para peso corporal, o resultado encontrado está de acordo com Nesheim et al., (1971) e Tsiagbe et al., (1982) que não observaram diferença no ganho de peso de aves Leghorn brancas, no período de cria e recria, que receberam dietas com e sem suplementação de colina. Tsiagbe et al., (1982) também não notaram efeito significativo da suplementação de colina no consumo de ração e na conversão alimentar.

Esses resultados indicam que em dietas à base de milho, soja e farinha de carne e ossos, para as aves de postura nas fases inicial e de recria não há necessidade de suplementação de colina. Provavelmente, o conteúdo desta vitamina nos referidos alimentos seja suficiente para atender a necessidade das aves nesse período. Além disto, as aves têm capacidade para sintetizar determinada quantidade de colina (Lesson e Summers, 2001). Isso é importante do ponto de vista econômico, já que sem suplementação de colina haverá redução dos custos de produção, sem perda de desempenho.

4.1.2 Análises macro e microscópicas dos fígados das frangas com 15 semanas de idade

4.1.2.1 Análise macroscópica

Na tabela 8 são apresentados os resultados da análise macroscópica dos fígados de acordo com os tratamentos.

Tabela 8. Características macroscópicas dos fígados das frangas, às 15 semanas de idade, de acordo com os níveis de suplementação de colina

Níveis de suplementação de colina (mg/kg)	Características macroscópicas ¹
Zero	2,5
400	2,0

¹ Macro = macroscópicas = escores de coloração do fígado: normal = 1; levemente amarelado = 2; moderadamente amarelado = 3; intensamente amarelado = 4.

Medianas não seguidas de letras na coluna são estatisticamente semelhantes pelo teste Mann-Withney ($p > 0,05$)

Não foram encontradas diferenças ($p > 0,05$) nas características macroscópicas dos fígados em função dos tratamentos.

4.1.2.2 Análise microscópica

Na tabela 9 são apresentados os resultados da análise microscópica dos fígados de acordo com os tratamentos.

Tabela 9. Características microscópicas dos fígados das frangas, às 15 semanas de idade, de acordo com os níveis de suplementação de colina

Níveis de suplementação de colina (mg/kg)	Características microscópicas ¹
Zero	2,5
400	2

² Micro = microscópicas = escores de degeneração gordurosa: normal = 1; difusa leve = 2; difusa moderada = 3; difusa acentuada = 4.

Medianas não seguidas de letras na coluna são estatisticamente semelhantes pelo teste Mann-Whitney ($p > 0,05$)

Não foram encontradas diferenças ($p > 0,05$) nas características microscópicas dos fígados em função dos tratamentos.

Esse resultados estão de acordo com Nesheim et al., (1971) que relataram aves de oito a 20 semanas de idade que receberam dieta deficiente em colina não apresentaram maior acúmulo de gordura do que as que receberam.

4.2 Fase II (desempenho produtivo, qualidade dos ovos e análise dos fígados)

4.2.1 Porcentagem de postura

Os resultados referentes à produção diária de ovos, no período de 18 a 44 semanas de idade, estão demonstrados na tabela 10 e nas figuras 1 e 2.

Tabela 10. Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre a produção diária de ovos, em porcentagem, no período de 18 a 44 semanas de idade

Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	Produção diária de ovos (%)	
	Suplementação de colina na recria (mg/kg)	
	0	400
0	83,2	82,6
200	83,2	83,2
400	82,8	83,6
600	82,3	83,9
800	82,2	84,5
Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	L	L
CV (%)	1,78	

L – Efeito linear do nível de suplementação de colina pelo teste F ($p \leq 0,01$).

Para porcentagem diária de postura, houve interação entre suplementação de colina na fase de recria e os níveis de suplementação na fase de produção. Os níveis de suplementação influenciaram a porcentagem diária de postura, que apresentou efeito linear positivo ($y = 82,7064 + 0,00220450 x$, R^2 ajustado = 97,7%, $p \leq 0,01$), quando as aves receberam colina na

recria. Entretanto, quando não receberam, os níveis de suplementação na postura exerceram efeito linear negativo ($y = 83,3032 - 0,00138726 x$, R^2 ajustado = 89,7%, $p \leq 0,01$).

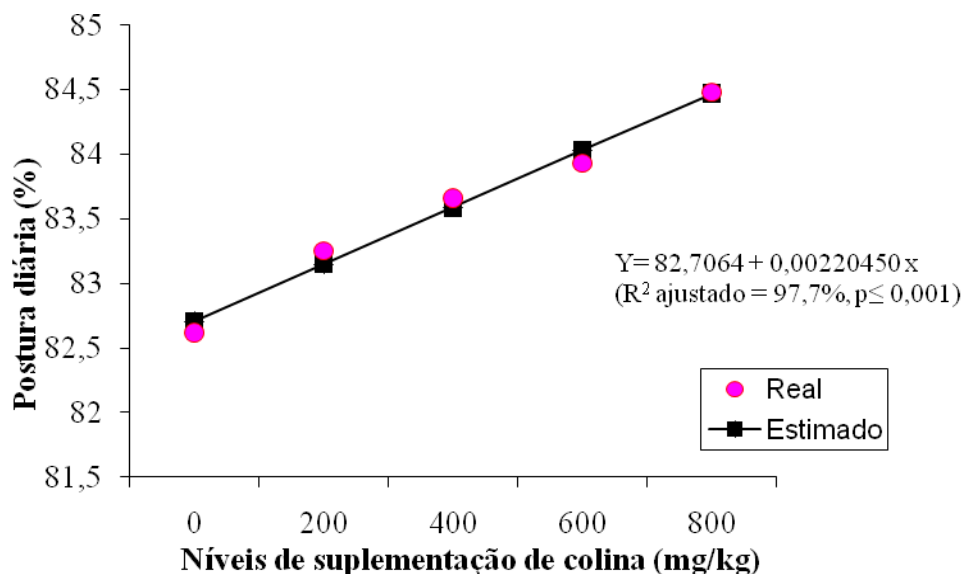


Figura 1. Efeito dos níveis de suplementação de colina na fase de postura sobre a porcentagem diária de postura, quando as aves receberam dietas suplementadas com colina na fase I

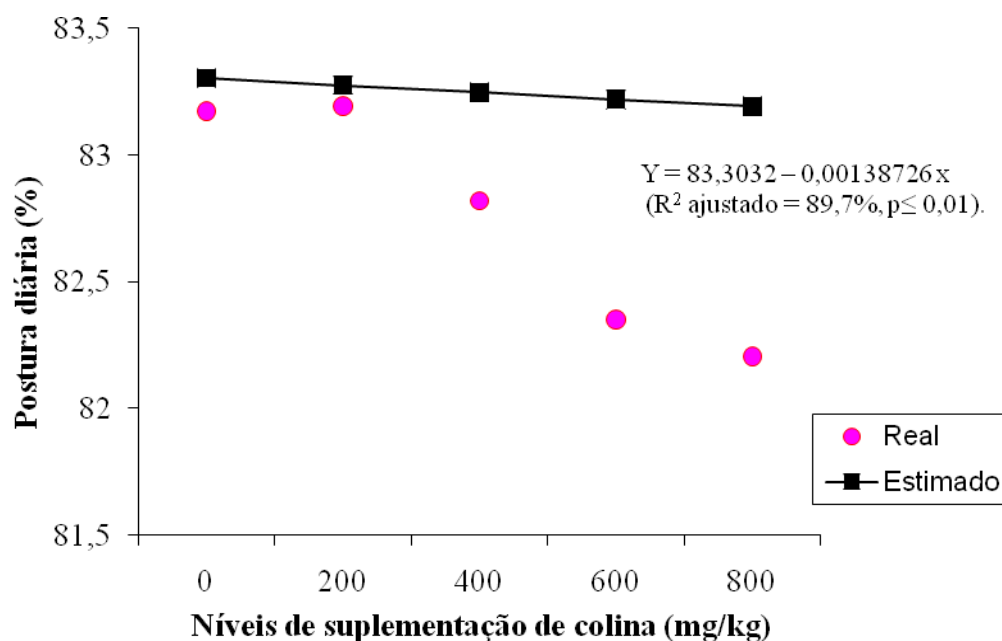


Figura 2. Efeito dos níveis de suplementação de colina na fase de postura sobre a porcentagem diária de postura, quando as aves receberam dietas sem suplementação de colina na fase I

Estes resultados estão de acordo com Nesheim et al., (1971), Tsiagbe et al., (1982) e Leeson e Summers (2005), os quais relataram que, quando aves em crescimento consomem ração

adicionada de colina, precisam receber dietas suplementadas com esta vitamina, na fase de produção.

Isso significa que, quando as aves recebem rações com suplementação de colina nas fases inicial e de recria, maiores níveis devem ser adicionados às rações durante a fase de postura. A maior produção diária de ovos foi alcançada com 800mg/kg nessa fase. Entretanto, por se tratar de equação linear, não foi possível estabelecer um nível ótimo de suplementação dessa vitamina na para galinhas em postura, para melhor produção diária. Em contrapartida, aves que consumiram ração sem suplementação de colina nas fases inicial e de recria, a produção de ovos foi inversamente proporcional aos níveis de inclusão de colina nas rações utilizadas na fase de postura. Entretanto, pesquisas com níveis de suplementação de colina superiores a 800mg/kg nas rações das galinhas na fase de postura, quando estas consumiram essa vitamina na recria, devem ser realizadas para se determinar qual o nível ótimo de suplementação.

4.2.2 Consumo diário de ração

De acordo com as análises dos dados de consumo diário de ração apresentados na tabela 11 e na figura 3, não houve interação entre a suplementação de colina nas rações inicial e de recria e os níveis de colina suplementar das rações na fase de postura. Dessa forma, os modelos de regressão foram testados sobre a média dos resultados de suplementação de colina nas rações de postura, demonstrada na tabela 11.

Tabela 11. Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre o consumo diário de ração em gramas de ração por ave, no período de 18 a 44 semanas de idade

Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	Consumo diário de ração (g/ave)		
	Suplementação de colina nas rações de recria (mg/kg)		
	0	400	Média
0	101,6	99,5	100,5
200	102,5	100,6	101,5
400	102,6	101,6	102,1
600	102,8	102,9	102,9
800	103,3	103,4	103,3
Média	102,6 a	101,6 b	L
CV (%) = 1,78			

^L Efeito linear do nível de suplementação de colina na postura pelo teste F ($p \leq 0,05$)

^{a,b} Letras distintas são estatisticamente diferentes pelo teste F ($p \leq 0,05$)

Portanto, independente da suplementação de colina nas rações inicial e de recria, os níveis de suplementação na fase de postura influenciaram o consumo diário de ração, que apresentou efeito linear positivo ($y = 100,687 + 0,0035069x$, R^2 ajustado = 98,1%, $p \leq 0,05$). Isso significa que o aumento da inclusão de colina na ração de postura, aumentou o consumo de ração.

Independente da suplementação de colina na postura, aves que receberam colina nas fases inicial e de recria apresentaram menor consumo de ração de 18 a 44 semanas do que aves que não receberam colina. Entretanto, a diferença, apesar de significativa, é pequena (1g/ave) para ser considerada importante. O efeito significativo pode ter sido em função do baixo coeficiente de variação (1,78%).

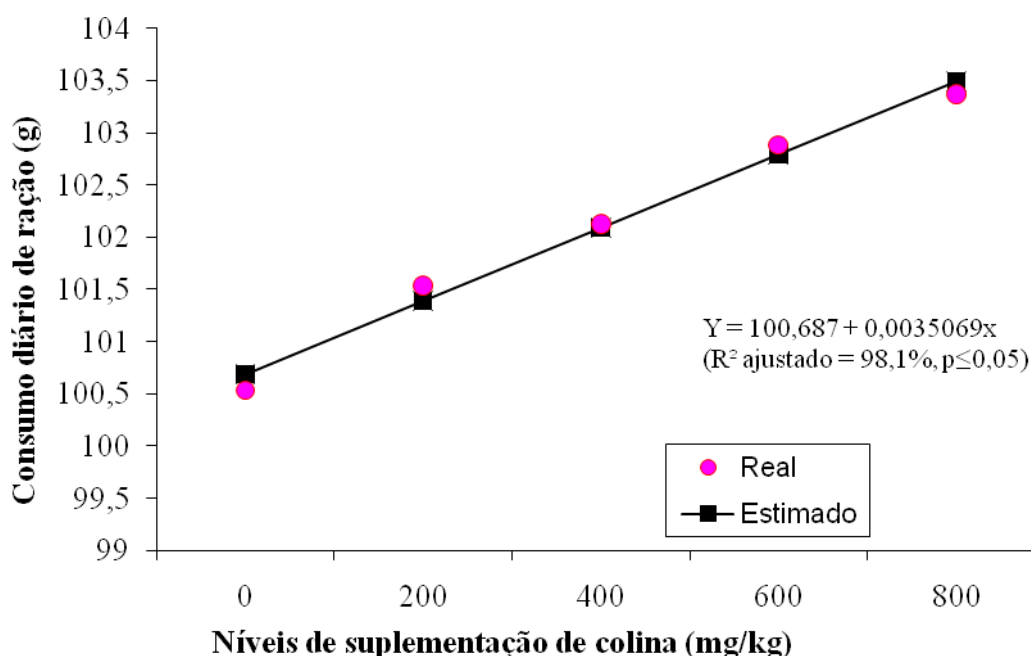


Figura 3. Efeito dos níveis de suplementação de colina sobre o consumo diário de ração, em gramas, pelas aves na fase de postura

Este resultado está de acordo com os relatos de Ketola e Nesheim (1974) e Tsiagbe et al., (1982) que comprovaram haver aumento de consumo, quando aumentada a suplementação de colina na dieta.

Assim como para a produção de ovos, o maior consumo de ração foi alcançado com 800mg/kg. Entretanto, por se tratar de equação linear, não foi possível a estimativa do nível ótimo de suplementação de colina na postura, para maior consumo de ração.

Deve-se relacionar este resultado à conversão alimentar. Neste trabalho não houve efeito da suplementação de colina nas rações de postura sobre a conversão alimentar (tabela 12). Portanto, este pode ser considerado como um resultado negativo.

4.2.3 Conversão alimentar

Os resultados referentes à conversão alimentar, no período de 18 a 44 semanas de idade, estão demonstrados na tabela 12.

Tabela 12. Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre a conversão alimentar em quilogramas de ração por dúzia de ovos, no período de 18 a 44 semanas de idade

Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	Conversão alimentar (kg/dúzia de ovos)	
	Suplementação de colina na recria (mg/kg)	
	0	400
0	1,900	1,877
200	1,953	1,877
400	1,904	1,894
600	1,877	1,922
800	1,958	1,883

Medianas não seguidas de letras são estatisticamente semelhantes pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$).

A suplementação de colina nas rações inicial e de recria e os níveis de colina utilizados nas rações na fase de postura não influenciaram ($p \geq 0,05$) a conversão alimentar das aves nesta fase. Estes resultados estão de acordo com os de Tsiagbe et al., (1982) e Ruiz et al., (1983a) que não observaram melhora na conversão alimentar, quando as aves foram suplementadas com colina em dietas com níveis adequados de metionina. Todavia, em um segundo experimento, Tsiagbe et al., (1982) notaram melhora na conversão com o aumento da inclusão de colina na dieta.

Estas observações podem estar relacionadas com as citações de Miles et al., (1986), Pourreza e Smith (1988) e Harms et al., (1990), os quais só perceberam melhora na conversão, em decorrência da suplementação de colina, quando a dieta foi deficiente em aminoácidos sulfurados.

4.2.4 Número de ovos por ave alojada

Os resultados referentes ao número de ovos por ave alojada, no período de 18 a 44 semanas de idade encontram-se na tabela 13.

Tabela 13. Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre o número de ovos por ave alojada, no período de 18 a 44 semanas de idade

Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	Número de ovos por ave alojada	
	Suplementação de colina na recria (mg/kg)	
	0	400
0	150	148
200	147	143
400	152	151
600	152	150
800	149	153

Medianas não seguidas de letras são estatisticamente semelhantes pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$).

Não houve interação da suplementação de colina na recria e os níveis de suplementação na fase de postura, para número de ovos por ave alojada.

A suplementação de colina nas rações inicial e de recria e as quantidades de colina adicionadas às rações de postura não influenciaram o número de ovos por ave alojada nesta fase. Na literatura não foi encontrada qualquer referência aos efeitos da colina sobre esta variável.

4.2.5 Viabilidade

Não houve interação da suplementação de colina na recria e os níveis de colina na fase de postura, para viabilidade (tabela 14 e figura 4). Logo, os modelos de regressão foram testados sobre a média dos resultados de suplementação de colina sobre a viabilidade.

Tabela 14. Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre a viabilidade das aves, no período de 18 a 44 semanas de idade

Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	Viabilidade		
	Suplementação de colina nas rações de recria (mg/kg)		
	0	400	Média
0	99,68	99,36	99,52
200	99,62	99,31	99,46

400	99,56	99,25	99,40
600	99,50	99,17	99,34
800	99,43	99,11	99,27
Média	99,6 a	99,2 b	L
CV (%) = 0,12			

^L Efeito linear do nível de suplementação de colina na postura pelo teste F ($p \leq 0,05$)

^{a,b} Letras distintas são estatisticamente diferentes pelo teste F ($p \leq 0,05$)

Portanto, independente da suplementação de colina nas rações inicial e de recria, os níveis de suplementação de colina nas rações de postura influenciaram a viabilidade, que apresentou efeito linear negativo ($y = 99,5231 - 0,00030914x$, R^2 ajustado = 99,7%, $p \leq 0,05$). Isso significa que o aumento da inclusão de colina na ração de postura diminui a viabilidade das aves.

Independente da suplementação de colina na postura, aves que receberam suplementação de colina nas fases inicial e de recria apresentaram menor viabilidade do que aves que não receberam a suplementação. Entretanto, a diferença, apesar de significativa, é pequena (0,04%) para ser considerada importante. O efeito significativo pode ter sido em função do baixo coeficiente de variação (0,12%).

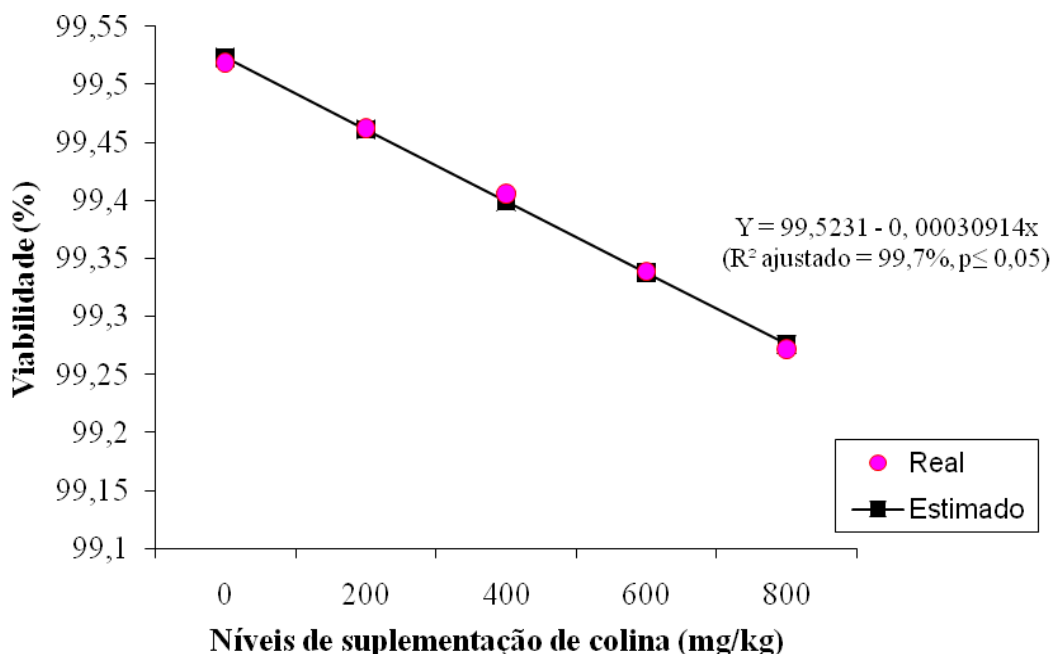


Figura 4. Efeito dos níveis de suplementação de colina sobre a viabilidade das aves na fase de postura

Estes resultados são diferentes dos encontrados por Tsiagbe et al., (1982) que não observaram aumento na mortalidade com o aumento do nível de suplementação de colina.

4.2.6 Peso das aves

Os resultados referentes ao peso das aves, às 44 semanas de idade, encontram-se na tabela 15 e na figura 5.

Tabela 15. Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre o peso das aves em gramas, às 44 semanas de idade

Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	Peso das aves (g)		
	Suplementação de colina nas rações de recria (mg/kg)		
	0	400	Média
0	1555	1484	1520
200	1548	1535	1542
400	1535	1533	1534
600	1596	1592	1594
800	1581	1566	1574
Média	1562	1542	L

CV (%) = 3,10

^L Efeito linear do nível de suplementação de colina pelo teste F ($p \leq 0,05$)

Valores não seguidos de letras na linha são semelhantes pelo teste F ($p \leq 0,05$)

Independente da suplementação de colina na postura, aves que receberam suplementação nas fases inicial e de recria apresentaram peso médio semelhante ao das aves que não receberam suplementação.

Para peso das aves não houve interação da suplementação de colina nas rações inicial e de recria e dos níveis de inclusão de colina nas rações usadas na fase de postura. Dessa forma, os modelos de regressão foram testados sobre a média dos resultados de suplementação de colina na postura, demonstrada na tabela 15. Portanto, independente da suplementação de colina na recria, os níveis de suplementação desta vitamina na postura influenciaram o peso das aves, que apresentou efeito linear positivo ($y = 1520,43 + 0,08200 x$, R^2 ajustado = 59,2%, $p \leq 0,05$). Isso significa que o aumento da inclusão de colina na ração de postura implica aumento no peso das aves.

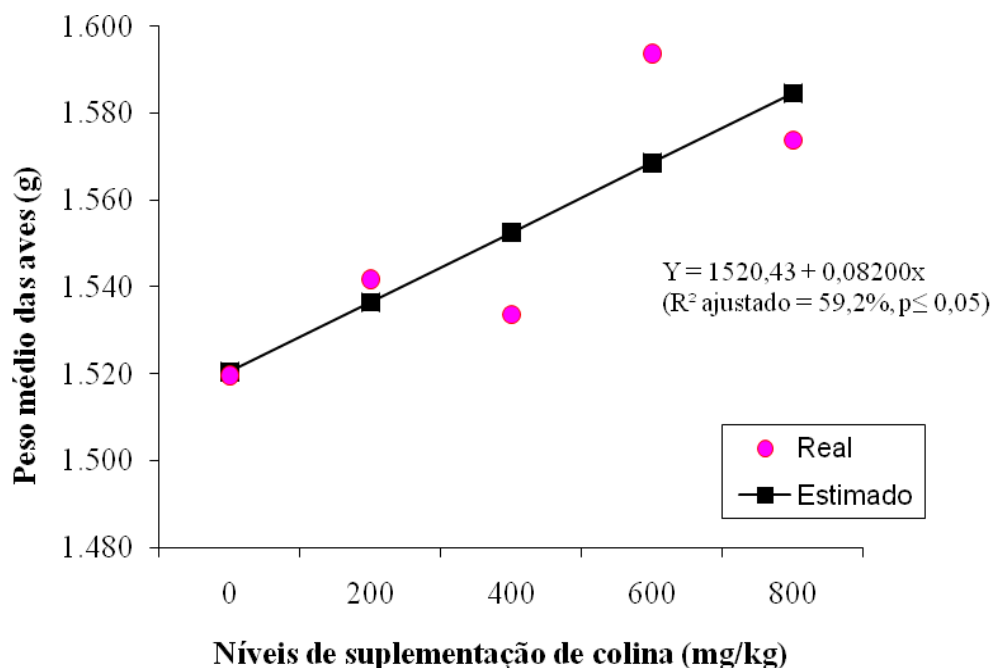


Figura 5. Efeito dos níveis de suplementação de colina sobre o peso das aves, em gramas.

Estes resultados estão de acordo com Schexnailder e Griffith (1973) e Ketola e Nesheim (1974) que avaliaram o efeito da suplementação de colina com diferentes níveis de proteína e observaram que houve aumento no peso das aves devido à suplementação. Porém, contradizem os de Tsiagbe et al., (1982) que não encontraram efeito dos níveis de suplementação de colina sobre o peso corporal das aves.

Assim como foi observado para consumo de ração, é preciso ser feito um estudo para se definir a viabilidade econômica desse aumento de peso, caso ele seja acompanhado de maior produção de ovos, menor consumo de ração e, conseqüentemente, melhor conversão alimentar, sendo desejável, portanto, que as aves recebam maiores níveis de suplementação.

4.2.7 Peso dos ovos

Observa-se na tabela 16 que não houve interação entre suplementação de colina nas rações utilizadas nas fases inicial e de recria e os níveis de colina nas rações oferecidas as galinha em postura, para peso dos ovos.

Tabela 16. Efeitos dos níveis de suplementação de colina sobre o peso dos ovos em gramas, de 22 a 42 semanas de idade, em intervalos de quatro semanas

Suplementação	Peso dos ovos (g)
---------------	-------------------

de colina nas rações de postura (mg/kg)	Suplementação de colina nas rações de recria (mg/kg)		
	0	400	Média
0	58,45	58,92	58,69
200	57,52	59,59	58,56
400	59,00	58,66	58,83
600	57,63	59,50	58,55
800	59,03	58,91	58,97
Média	58,30 b	59,10 a	ns
CV(%) = 0,19			

ns – efeito não significativo pelo teste F ($p > 0,05$)

^{a,b} Letras distintas são estatisticamente diferentes pelo teste F ($p \leq 0,05$)

Dessa forma, os modelos de regressão foram testados sobre a média dos resultados de suplementação dessa vitamina nas rações de postura, demonstrada na tabela 15, sendo que estes não se ajustaram à variável.

Independente da suplementação de colina na postura, aves que receberam suplementação de colina nas fases inicial e de recria apresentaram maior peso dos ovos de 22 a 44 semanas de idade do que aves que não receberam a suplementação. Entretanto, a diferença, apesar de significativa, é pequena (0,8%) para ser considerada importante. O efeito significativo pode ter sido em função do baixo coeficiente de variação (0,19%).

Este resultado concorda com os de Balloun (1956), Dagher et al., (1960), Ruiz et al., (1983a) e Parsons e Leeper (1984) que não encontraram diferença no peso dos ovos, quando as poedeiras foram alimentadas com rações suplementadas com colina. Entretanto, Tsiagbe et al., (1982) relataram que a suplementação de colina nas rações para poedeiras resulta no aumento do peso dos ovos.

4.2.8 Porcentagem de casca

Os resultados referentes à porcentagem de casca de 22 a 42 semanas de idade, avaliada em intervalos de quatro semanas encontram-se na tabela 17.

Tabela 17. Efeito dos níveis de suplementação de colina na ração sobre a porcentagem de casca, de 22 a 42 semanas de idade, avaliada em intervalos de quatro semanas

Suplementação de colina nas	Porcentagem de casca
	Suplementação de colina na recria

rações de postura (mg/kg)	(mg/kg)	
	0	400
0	10,4	10,0
200	10,3	10,2
400	9,9	10,3
600	10,3	10,1
800	10,2	10,0
Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	ns	ns
CV (%)	2,68	

ns – Efeito não significativo pelo teste F ($p > 0,05$)

Para porcentagem de casca, houve interação entre a suplementação de colina nas rações inicial e de recria e as quantidades de colina adicionadas nas rações para a fase de postura. Entretanto, os modelos de regressão estudados não se ajustaram à variável. Isso já era esperado, pois esse nutriente não influencia a composição da casca.

4.2.9 Porcentagem de gema

Os resultados referentes à porcentagem de gema avaliada em ovos de aves de 22 a 42 semanas de idade, em intervalos de quatro semanas encontram-se na tabela 18. Estes resultados não revelaram interação significativa entre a de suplementação de colina nas rações inicial e de recria e as quantidades de colina incluídas nas rações usadas na fase de postura. Portanto, os modelos de regressão foram testados sobre a média dos resultados de suplementação de colina nas rações de postura, sendo que estes não se ajustaram à variável.

Tabela 18. Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre a porcentagem de gema, de 22 a 42 semanas de idade, avaliada em intervalos de quatro semanas

Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	Porcentagem de gema		
	Suplementação de colina na recria (mg/kg)		
	0	400	Média
0	25,54	25,89	25,71
200	25,65	25,07	25,36
400	25,68	25,98	25,83
600	25,50	25,71	25,60

800	25,98	25,90	25,94
Média	25,70	25,70	ns
CV (%) = 3,03			

ns – Efeito não significativo pelo teste F ($p>0,05$)

Valores não seguidos de letras na linha são semelhantes pelo teste F ($p\leq 0,05$)

Independente dos níveis de suplementação de colina nas dietas de postura, aves que receberam colina nas fases inicial e de recria apresentaram porcentagem de gema semelhante ao das aves que não receberam suplementação.

4.2.10 Porcentagem de albúmen

Os resultados referentes à porcentagem de albúmen avaliada em ovos de aves de 22 a 42 semanas de idade, em intervalos de quatro semanas encontram-se na tabela 19.

Tabela 19. Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre a porcentagem de albúmen, de 22 a 42 semanas de idade, avaliada em intervalos de quatro semanas

Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	Porcentagem de albúmen		
	Suplementação de colina na recria (mg/kg)		
	0	400	Média
0	63	63	63,00
200	62	63	62,50
400	63	62	62,50
600	63	63	63,00
800	62	63	62,50
Média	62,6	62,7	ns
CV (%) = 1,31			

ns – Efeito não significativo pelo teste F ($p>0,05$)

Valores não seguidos de letras na linha são semelhantes pelo teste F ($p\leq 0,05$)

Independente da suplementação de colina na postura, aves que receberam colina nas fases inicial e de recria apresentaram porcentagem de albúmen semelhante ao das aves que não receberam suplementação.

Como não houve interação entre as quantidades de suplementação de colina nas rações inicial e de recria e os níveis de suplementação de colina na fase de postura, os modelos de regressão foram testados sobre a média dos resultados de suplementação de colina na postura, demonstrada na tabela 19 sendo que estes não se ajustaram à variável.

4.2.11 Unidades Haugh

Os resultados referentes às unidades Haugh avaliadas de 22 a 42 semanas de idade, em intervalos de quatro semanas encontram-se na tabela 20.

Tabela 20. Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre as unidades Haugh, de 22 a 42 semanas de idade, avaliadas em intervalos de quatro semanas

Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	Unidades Haugh		
	Suplementação de colina na recria (mg/kg)		
	0	400	Média
0	101,29	99,94	100,61
200	101,47	100,06	100,77
400	101,72	99,36	100,54
600	101,15	100,17	100,66
800	100,81	100,30	100,56
Média	101,3 a	100,0 b	ns
CV (%) = 1,64			

ns – Efeito não significativo pelo teste F ($p > 0,05$)

^{a,b} Letras distintas são estatisticamente diferentes pelo teste F ($p \leq 0,05$)

Não houve interação de suplementação de colina na recria e os níveis de colina na fase de postura, para unidades Haugh. Assim, os modelos de regressão foram testados sobre a média dos resultados de suplementação de colina na postura, demonstrada na tabela 20, sendo que estes não se ajustaram à variável.

Independente da suplementação de colina na postura, aves que receberam suplementação de colina nas fases inicial e de recria produziram ovos que tiveram menores valores de unidades Haugh de 22 a 44 semanas de idade do que aves que não receberam a suplementação. Entretanto, a diferença, apesar de significativa, é pequena (1,3%) para ser considerada importante. O efeito significativo pode ter sido em função do baixo coeficiente de variação (1,64%).

A suplementação de colina nas rações das poedeiras não influenciou a porcentagem de casca, gema, albúmen, nem de unidades Haugh. Estes resultados estão de acordo com Naber (1979) e Leeson e Caston (2003) os quais afirmaram que as vitaminas hidrossolúveis exercem pouco ou

nenhum efeito sobre a composição do ovo, mesmo quando fornecidas em níveis muito maiores que a exigência dietética da ave.

Portanto, não seriam mesmo esperadas alterações na composição dos ovos utilizados neste trabalho. Também Balloun (1956), Tsiagbe et al., (1982) e Fernandes et al., (1983) não observaram diferença na qualidade interna e externa dos ovos quando as galinhas receberam rações suplementadas com colina.

4.2.12 Análises macro e microscópica dos fígados das galinhas com 32 semanas de idade

4.2.12.1 Análise macroscópica

Na tabela 21 são apresentados os resultados da análise macroscópica dos fígados de acordo com os tratamentos.

Tabela 21. Características macroscópicas dos fígados das poedeiras, às 32 semanas de idade, de acordo com os níveis de suplementação de colina

Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	Características macroscópicas ¹	
	Suplementação de colina na recria (mg/kg)	
	0	400
0	3	3,5
200	3	2,5
400	3,5	2
600	3	3
800	3	2,5

¹ Macro = macroscópicas = escores de coloração do fígado: normal = 1; levemente amarelado = 2; moderadamente amarelado = 3; intensamente amarelado = 4.

Medianas não seguidas de letras na coluna são estatisticamente semelhantes pelo teste Kruskal-Wallis ($p > 0,05$)

Não foram encontradas diferenças ($p > 0,05$) nas características macroscópicas dos fígados em função dos tratamentos.

4.2.12.2 Análise microscópica

Na tabela 22 são apresentados os resultados da análise microscópica dos fígados de acordo com os tratamentos.

Tabela 22. Características microscópicas dos fígados das poedeiras, às 32 semanas de idade, de acordo com os níveis de suplementação de colina

Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	Características microscópicas ¹	
	Suplementação de colina na recria (mg/kg)	
	0	400
0	4	3,5
200	3,5	2,5
400	3,5	2,0
600	3	3
800	3	2,5

¹ Micro = microscópicas = escores de degeneração gordurosa: normal = 1; difusa leve = 2; difusa moderada = 3; difusa acentuada = 4.

Medianas não seguidas de letras na coluna são estatisticamente semelhantes pelo teste Kruskal-Wallis ($p > 0,05$)

Não foram encontradas diferenças ($p > 0,05$) nas características microscópicas dos fígados em função dos tratamentos.

4.2.13 Análises macroscópica dos fígados das galinhas com 44 semanas de idade

Na tabela 23 são apresentados os resultados da análise macroscópica dos fígados de acordo com os tratamentos.

Tabela 23. Características macroscópicas dos fígados das poedeiras, às 44 semanas de idade, de acordo com os níveis de suplementação de colina

Suplementação de colina nas rações de postura (mg/kg)	Características macroscópicas ¹	
	Suplementação de colina na recria (mg/kg)	
	0	400
0	2	3
200	2	3
400	3	2
600	3	3
800	2	2

¹ Macro = macroscópicas = escores de coloração do fígado: normal = 1; levemente amarelado = 2; moderadamente amarelado = 3; intensamente amarelado = 4.

Medianas não seguidas de letras na coluna são estatisticamente semelhantes pelo teste Kruskal-Wallis ($p > 0,05$)

Não foram encontradas diferenças ($p>0,05$) nas características macroscópicas dos fígados em função dos tratamentos.

Estes resultados foram semelhantes ao relatado por Wolford e Murphy (1972) e Jensen et al., (1974), que não detectaram nenhuma diferença no acúmulo de gordura dos fígados de galinhas de postura alimentadas com dietas suplementadas com colina, vitamina E, vitamina B₁₂ ou inositol, individualmente ou em combinação. Entretanto, Griffith et al., (1969) e Schexnaider e Griffith (1973), observaram diminuição no conteúdo de gordura do fígado de aves, alimentadas com dietas adicionadas de colina (850mg/kg) ou da combinação de colina (850mg/kg), metionina (0,1%) e vitamina B₁₂ (0,005mg/kg). Nesheim et al., (1971) também observaram redução no conteúdo de gordura do fígado porém, em aves que receberam ração sem suplementação de colina na fase de produção. Já Ruiz et al., (1983a) observaram que o conteúdo lipídico do fígado foi superior em aves pesadas eu receberam ração sem suplementação de colina.

5. Conclusões

Nas condições em que foi realizado este experimento, conclui-se que o nível de inclusão de colina utilizado na recria influencia a produção de ovos e a porcentagem de casca, sem influência nos demais parâmetros avaliados.

Quando as aves recebem ração, à base de milho, soja e farinha de carne, suplementada com colina, na fase de criação, elas devem ser suplementadas na fase de produção para maior postura diária de ovos. Entretanto, aves que não recebem ração suplementada com colina nas fases inicial e recria, devem ser alimentadas com ração sem colina suplementar na fase de postura.

Maiores níveis de suplementação de colina do que os utilizados neste experimento devem ser avaliados para determinar o melhor nível para produção diária de ovos e consumo de ração, pois a resposta encontrada foi linear.

A colina não influencia os parâmetros de qualidade dos ovos nem as características macro e microscópicas dos fígados analisados.

6. Referências bibliográficas

- ABBOTT, O.D.; DeMASTERS, C.U. *The Journal of Nutrition*, v.19. p.47-55, 1940.
- ANNISON, G. Nutritional roles of methionine, choline and betaine. *Feed milling international*, p.8-12, 1996.
- BALLOUN, S.L. Choline and tallow in breeder hen diets. *Poultry Science*, v.35, p.737-738, 1956.
- BERRY, E. P.; CARRICK, C. W.; ROBERTS, R. E.; HAGUE, S.M. A deficiency of available choline in soybean oil and soybean oil meal. *Poultry Science* v.22, p.442-445, 1943.
- BERTECHINI, A.G. Metabolismo de vitaminas, In: *Nutrição de monogástricos*. Lavras: UFLA, 2006, p. 131-167.
- BEST, C.H.; HUNTSMAN, M.E. The effects of components of lecithin upon deposition of fatty in the liver. *Journal of Physiology*, v.75, p.405-413, 1932.
- BEST, C.H.; CHANNON, J.; RIDOUT, J.H. Choline and the dietary production of fatty livers. *Journal of Physiology*, v.81, p.409, 1934.
- BURNS, M.J.; ACKERMAN, C.J. effect of dietary choline, methionine and vitamin B₁₂ on weight and composition of eggs. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* v.89, p.420-421, 1955.
- BUTLER, E.J. Fatty liver diseases in the domestic fowl – a review. *Avian Pathology*, v.5, p.1-14, 1976.
- CARRATO, R.L.P. *Substituição de metionina por cloreto de colina e sulfato de sódio em rações de frangos de corte*. Tese (Mestrado). Belo Horizonte, Escola de Veterinária da UFMG, 1985. 52p.
- COUCH, J.R. Fatty livers in laying hens – a condition which may occur as a result of increased strain. *Feedstuffs*, v.28, p.46-53, 1956.
- CRAWFORD, J.S.; GRIFFITH, R.A.; TEEKELL, R.A. et al., Choline requirement as it influences egg production and feed consumption in laying hens. *Poultry Science*, v. 46, p. 1249-1250, 1967.
- CRAWFORD, J.S.; GRIFFITH, R.A.; TEEKELL, R.A.; WATTS, A.B. Choline requirement and synthesis in laying hens. *Poultry Science*, v. 48, p. 620-626, 1969.
- DAGHIR, N.J.; MARION, W.W.; BALLOUN, S.L. Influence of dietary fat and choline on serum and egg yolk cholesterol in the laying chicken. *Poultry Science*, v.39, p.1459-1465, 1960.
- DERILO, Y.L.; BALNAVE, D. The choline and sulphur amino acid requirements of broiler chickens fed on semi-purified diet. *British poultry Science*, v.21, p.479-487, 1980.
- ENGEL, R.W. The choline content of animal and plant products. *Journal of Nutrition*, v.25, p.441-446, 1943.

FERNANDES, E.A.; CAMPOS, E.J.; FERREIRA, M.O.O.; BAIÃO, N.C. Cloreto de colina, sulfato de sódio e DL-metionina em dietas de postura. CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AVICULTURA, 1983, Camboriú, SC. *Anais...* Camboriú: UBA, 1983. p.366-377.

FERREIRA, R.A.; NETO, A.R.O. Vitaminas na Nutrição Animal. *Nutrição animal – Tópicos Avançados*. Universidade Estadual do Sudeste da Bahia (UESB), Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Itapetinga – BA, p. 268, 2003.

GISH, C.L.; KUMMEROW, F.A.; PAYNE, L.F. Choline and ethanolamine requirements in the laying ration. *Poultry Science*, v. 28, p.305-306, 1949.

GRIFFITH, 1949

GRIFFITH, M.; OLINDE, A.J.; SCHEXNAILDER, R.; DAVEPORT, R.F.; McKNIGHT, W.F. *Poultry Science*, v.48, p. 2160-2172, 1969.

HANSEN, R.J.; WALZEM, R.L. Avian fatty liver hemorrhagic syndrome: a comparative review. *Advances in veterinary science and comparative medicine*. New York: Academic Press, v.37, 1993.

HARMS, R.H.; MILES, R.D. How much supplemental choline should be added to feed for commercial laying hens? *Feedstuffs*, v.57, p. 27-28, 1985.

HARMS, R.H.; RUIZ, N.; MILES, R.D. Research note: Conditions necessary for a response by the commercial laying hen to supplemental choline and sulfate. *Poultry Science*, v.69, p.1226-1229, 1990.

HARMS, R.H.; RUSSELL, G.B. Betaine does not improve performance of laying hens when the diet contains adequate choline. *Poultry Science*, v.81, p.99-101, 2002.

HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. *United States Egg Poultry Magazine*, v.43, p.552-555, 1937.

HOVE, E.L.; COPELAND, D.H.; SALMON, W.D. Choline deficiency in the rabbit. *The Journal of Nutrition*, v.53, p.377-389, 1954.

ISLABÃO, N. Vitaminas: seu metabolismo no homem e nos animais domésticos. 2.ed. São Paulo: Nobel, 199-. 201p.

IVY, C.A.; NESHEIM, M.C. Factors influencing the liver fat content of laying hens. *Poultry Science*, v.52, p.281-291, 1973.

JENSEN, L.S., SCHUMAIER, G.W., FUNK, A.D., SMITH, T.C. AND FALEN, L. Effect of selenium and lipotropic factors on liver fat accumulation in laying hens. *Poultry Science*, v.53, p. 296-302, 1974.

JOHNSON, B.C.; MITCHELL, H.H.; PINKOS, J.A.; MERRILL, C.C. Choline deficiency in the calf. *The Journal of Nutrition*, v.43, p.37-48, 1951.

JOHNSON, E.L. Vitamin B₁₂ requirements of hens as affected by choline and penicillin. *Poultry Science*, v.33, p.100-107, 1954.

JUKES, T.H. Effect of choline and other supplements on perosis. *The Journal of Nutrition*, v.20, p.445-457, 1940.

JUKES, T.H. The effect of certain organic compounds and other dietary supplements on perosis. *The Journal of Nutrition*, v.22, p.315-326, 1941.

KETOLA, H.G., NESHEIM, M.C. Influence of dietary protein and methionine levels on the requirement for choline by chickens. *The Journal of Nutrition*, v.104, p.1484-1489, 1974.

KLASING, K.C.; *Comparative avian nutrition*. Davis: CAB INTERNATIONAL, 1998. 350p.

LARBIER, M., LECLERCQ, B.; *Nutrition and Feeding of Poultry*. Nottingham: University Press, 1994. 305p.

LEESON, S.; CASTON, L.J. Vitamin enrichment of eggs. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.12, p.24-26, 2003.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D.; Vitamins, In: *Commercial Poultry Nutrition*. 4.ed. Guelph: University Books, 2001 p.176-330.

LOMBARDI, B.; PANI, P.; SCHLUNK, F.F. Choline deficiency fatty liver: impaired released of hepatic triglycerides. *Journal of Lipid Research*, v.9, p.437-446, 1968.

LUCAS, H.L.; NORRIS, L.C.; HEUSER, G.F. Observations on the choline requirements of hens. *Poultry Science*, v.25, p.373-375, 1946.

MARCH, B.E.; MacMILLAN, C. Choline concentration and availability in rapeseed meal. *Poultry Science*, v.59, p.611-615, 1980.

MARCH, B.E. Choline supplementation of layer diets containing soybean meal or rapeseed meal as protein supplement. *Poultry Science*, v.60, p.818-823, 1981.

MARVEL, J. A.; CARRICK, C.W.; ROBERTS, R.E.; HAUGE, S.M. The supplementary value of choline and methionine in a corn and soybean oil meal chick ration. *Poultry Science* v.23, p.294, 1944.

MAZZUCO, H. Vitaminas: funções metabólicas e exigências nutricionais para poedeiras. *Avicultura Industrial*. São Paulo, 32-37p., 2006.

MEIJERING, A. Fatty liver syndrome in laying hens—an attempt to review. *World's Poultry Science Journal*, v.35, p.79-94, 1979.

McDOWELL, L.R.; Choline, In: *Vitamins in animal nutrition – Comparative Aspects to Human Nutrition*. Academic Press, 1989. p.347-364.

McKIBBIN, J.M.; TAYLOR, W.E. The nitrogenous constituents of the tissue lipids. *The Journal of Biology and Chemistry*, v.185, p.357, 1950.

MILES, R.D.; RUIZ, N.; HARMS, R.H. Response of laying hens to choline when fed practical diets devoid of supplemental sulfur amino acids. *Poultry Science*, v.65, p.1760-1764, 1986.

MISHLER, D.H.; CARRICK, C.W.; ROBERTS, R.E.; HAUGE, S.M. Synthetic and natural vitamin supplements for corn and soybean oil meal chick ration. *Poultry Science*, v.25, p.479-485, 1946.

MOLITORIS, B.A.; BAKER, D.H. Choline utilization in the chick as influenced by levels of dietary protein and methionine. *The Journal of Nutrition*, v.106, p.412-418, 1976.

NABER, E.C. Modifying vitamin composition of eggs: a review. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.2, p. 385-393, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Vitamin Tolerance of Animals*. Washington: National Academic Press, 1987. 96p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. Washington: National Academic Press, 1994. 155p.

NESHEIM, M.C.; IVY, C.A.; NORVELL, M.J. Some observations on fatty livers in laying hens. *Proceedings of the Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers* p.36-41, 1969.

NESHEIM, M.C. and IVY, C.A. Factors influencing liver fat deposition in laying hens. *Proceedings of the Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*, p.43-49, 1970.

NESHEIM, M.C.; NORVELL, M.J.; CEBALLOS, E.; LEACH, R.M. The effect of choline supplementation of diets for growing pullets and laying hens. *Poultry Science*, v.50, p. 820-831, 1971.

NEUMANN, A.L.; KRIDER, J.L.; JAMES, M.F.; JOHNSON, B.C. The choline requirement of baby pig. *The Journal of Nutrition*, v. 38, p. 195-203, 1949.

PARSONS, C.M.; LEEPER, R.W. Choline and methionine supplementation of layer diets varying in protein content. *Poultry Science*, v.63, p. 1604-1609, 1984.

POURREZA, J.; SMITH, W.K. Performance of laying hens on low sulphur amino acids diets supplemented with choline and methionine. *British Poultry Science*, v.29. p. 605-611, 1988.

RINGROSE, R.C.; DAVIS, H.A. Choline in the nutrition of laying hens. *Poultry Science*, v.25, p.646-647, 1946.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al., *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV/Departamento de Zootecnia, 2005, 186p.

RUIZ, N., MILES, R.D., WILSON, H.R., HARMS, R.H. Choline supplementation in the diets of aged White Leghorn hens grouped according to body weight. *Poultry Science*, v.62, p. 1028-1032, 1983a.

RUIZ, N., MILES, R.D., HARMS, R.H. Choline, methionine and sulphate interrelationships in poultry nutrition – a review. *World's Poultry Science Journal*, v.39, p.185-198, 1983b.

SAKOMURA, N.K.; KIMURA, M.E.; JUNQUEIRA, O.M.; et al., Utilização de betaína em rações de frangos de corte. *ARS Veterinária*, 12(1): 86-94, 1996.

SALOMA, A.E.; CREGER, C.R.; COUCH, J.R. Effect of feeding varying levels of fat and choline chloride to laying hens. *Poultry Science*, v.44, p.1411, 1965.

SAMPAIO, I.B.M. *Estatística aplicada à experimentação animal*. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2002, 2.ed., 265p.

SCHEXNAILDER, R.; GRIFFITH, M. Liver fat and egg production of laying hens as influenced by choline and other nutrients. *Poultry Science*, v.52, p.1188-1194, 1973.

SCHUMANN, B.E.; SQUIRES, E.J.; LESSON, S.; HUNTER, B. Effect of hens fed dietary flaxseed with and without a fatty liver supplement on hepatic, plasma and production characteristics relevant to fatty liver haemorrhagic syndrome in laying hens. *British Poultry Science* v.44, p.234-244, 2003.

SIMON, J. Choline, betaine and methionine interactions in chickens, pigs and fish (including crustaceans). *World's Poultry Science Journal*, v.55, p.353-374, 1999.

SKINNER, J.L., QUISENBERRY, J.H.; COUCH, J.R. High efficiency and APF concentrates in the ration of the laying fowl. *Poultry Science*, v.30, p.319-324, 1951.

SQUIRES, M.W.; NABER, E.C. Vitamin profiles of eggs as indicator of nutritional status in the laying hen: vitamin A study. *Poultry Science*, v.72, p.154-164, 1993a.

SQUIRES, M.W.; NABER, E.C. Vitamin profiles of eggs as indicator of nutritional status in the laying hen: riboflavin study. *Poultry Science*, v.72, p.483-494, 1993b.

SQUIRES, E.J.; LEESON, S. Aetiology of fatty liver syndrome in laying hens. *British Veterinary Journal*, v.44, p.602-609, 1988.

TACCONI, R. Betaina e colina nei mangimi per pollame. *Riv. Avicoltura*. v.57, n.9, p.89-92, 1988.

TSIAGBE, V.K.; KANG, C.W.; SUNDE, M.L. The effect of choline supplementation in growing pullet and laying hen diets. *Poultry Science*, v.61, p.2060-2064, 1982.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. *SAEG – Sistemas de análises estatísticas e genéticas*. Versão 9.1. Viçosa, MG: 2007.

VIGO, C.; VANCE, D.E. Effect of diethylstilboestrol on phosphatidylcholine biosynthesis in the liver of roosters. *Biochemical Society Transactions*, v.9, p.98-99, 1981.

WELCH, B.E.; COUCH, J.R. Homocystine, Vitamin B₁₂, choline, and methionine in the nutrition of the laying fowl. *Poultry Science*, v.34, p. 217-222, 1955.

WILLIAMS, K.C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. *World's Poultry Science Journal*, v.48, p.5-16, 1992.

WOLFORD, J.H.; TANAKA, K. Factors influencing egg shell quality – a review. *World's Poultry Science Journal*, v.26, p.763-780, 1970.

WOLFORD, J.H.; RINGER, R.K.; SHEPPARD, T.L.; FLEGAL, C.J. Fatty liver syndrome. *Feedstuffs*, v.43, n.4, p.28-29, 1971.

WOLFORD, J.H.; MURPHY, D. Effect of diet on fatty liver-hemorrhagic syndrome incidence in laying chickens. *Poultry Science*, v. 51, p. 2087-2094, 1972.

WOLFORD, J.H.; POLIN, D. Effect of Inositol, Lecithin, Vitamins (B₁₂ with Choline and E), and Iodinated Casein on Induced fatty Liver-Hemorrhagic Syndrome in Laying Chickens. *Poultry Science*, v.54, p.981-991, 1975.

ZEISEL, S.H. Choline deficiency. *Journal of Nutritional Biochemistry* v.1, p.332-349, 1990.

ZEISEL, S.H. Choline phospholipids: signal transduction and carcinogenesis. *FASEB Journal* v.7, p.551-557, 1993.

ANEXO

Justificativa

Para determinar se a colina deve ou não ser suplementada nas rações de poedeiras, realizou-se um teste de médias para comparar a produção diária de ovos entre dois tratamentos, dentre os dez contidos neste experimento: A – sem suplementação de colina na recria e na postura e B – 400mg/kg de suplementação de colina na recria e 800mg/kg de suplementação de colina na postura.

O delineamento foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x2 (dois níveis de suplementação de colina nas fases inicial e recria x dois níveis de suplementação colina na fase de postura) com seis repetições de 30 aves cada.

Os resultados obtidos encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Efeito dos níveis de suplementação de colina nas rações sobre na produção diária de ovos, em porcentagem, no período de 18 a 44 semanas de idade

Tratamentos	Porcentagem diária de postura
A	83,2 b
B	84,5 a

CV (%) = 0,23

Letras distintas são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0,00001$)

Poedeiras alimentadas com ração suplementada com colina apresentaram porcentagem diária de postura 1,5% maior ($p \leq 0,00001$) do que a das poedeiras que não receberam colina suplementar durante as fases de recria e postura.

Levando-se em consideração que a porcentagem diária de postura é um dos parâmetros de desempenho mais importantes na criação de poedeiras, recomenda-se a utilização de colina suplementar para aumentar a produção diária de ovos.

Vale destacar que devem ser avaliados maiores níveis de colina suplementar na postura, do que os utilizados neste experimento, a fim de verificar o melhor nível para expressão máxima do potencial de postura das poedeiras.