

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE ZOOTECNIA

Maieli Rohr

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS
ALIMENTADAS COM DIFERENTES FONTES DE COLINA**

Porto Alegre
2018

Maieli Rohr

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS
ALIMENTADAS COM DIFERENTES FONTES DE COLINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para obtenção do Grau de
Zootecnista, Faculdade de Agronomia,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Machado Leal
Ribeiro

Porto Alegre

2018

Maieli Rohr

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Zootecnista, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Data de aprovação: __/__/____.

Andréa Machado Leal Ribeiro, Profa. Dra. – UFRGS
Orientadora

Inês Andretta Profa. Dra. – UFRGS
Membro da Banca

Carolina Schell Franceschina, Mestre – UFRGS
Membro da Banca

RESUMO

As poedeiras comerciais possuem necessidades nutricionais adicionais, pois, há também a síntese de proteína do ovo, e um dos principais fatores para se obter máxima produção é uma dieta balanceada, que atenda às exigências nutricionais considerando o custo dos ingredientes. Foi realizado um experimento, conduzido na granja de um produtor integrado da empresa Naturovos. O objetivo desse estudo foi comparar índices de produtividade e qualidade de ovos de galinhas de 55 a 60 semanas de idade, alimentadas com Biocholine®, extrato vegetal de baixa higroscopicidade, fonte de fosfatidilcolina, e cloreto de colina. Foram utilizadas 26.460 poedeiras leves da linhagem Bovans White distribuídas em dois tratamentos isonutritivos, ambos com nível de colina de 1.330 mg/kg ração e consumo diário restrito a 110g/ ave/dia. A fase experimental foi dividida em 2 períodos de 21 dias. A taxa de postura não foi afetada significativamente no 1º e 2º período experimental, assim como o peso dos ovos, altura de gema e clara e coloração de gema, unidade Haugh e resistência de casca. As aves que receberam cloreto de colina apresentaram maior espessura de casca no 1º período experimental. Pode-se concluir com o presente estudo que a fosfatidilcolina é uma fonte viável de colina para aves de postura, visto que as respostas obtidas no ensaio não foram afetadas pelo consumo de dietas contendo diferentes fontes de colina em ambos os períodos avaliados.

Palavras-chave: poedeiras, qualidade de ovos, colina.

ABSTRACT

Commercial laying hens have additional needs, as there is also egg protein synthesis, and one of the main factors to achieve maximum production is a balanced diet that meets nutritional requirements considering the cost of the ingredients. An experiment was carried out on the farm of the integrated producer of Naturovos. The objective of this study was to compare productivity and egg quality index of chickens from 55 to 60 weeks of age, fed with Biocholine ®, low hygroscopicity plant extract, source of phosphatidylcholine, and choline chloride. A total of 26,460 laying hens of the Bovans White strain were used in two isonutritive treatments, both with choline level of 1,330 mg / kg feed and daily consumption restricted to 110g / bird / day. The experimental phase was divided into 2 periods of 21 days. The laying rate was not affected significantly in the 1st and 2nd experimental periods, as well as egg weight, yolk height and light and yolk color, Haugh unit and bark resistance. The birds that received choline chloride showed higher eggshell thickness in the 1st experimental period. It can be concluded from the present study that phosphatidylcholine is a viable source of choline for laying birds, since the responses obtained in the trial were not affected by the consumption of diets containing different sources of choline in both evaluated periods.

Key words: laying hens, egg quality, choline

SUMÁRIO

RELAÇÃO DE FIGURAS.....	6
RELAÇÃO DE TABELAS.....	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 Qualidade de ovos	9
3. HIPÓTESES E OBJETIVOS	18
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1 Localização do experimento	18
4.2 Instalações.....	19
4.3 Manejo alimentar	20
4.4 Tratamentos.....	21
4.4 Parâmetros avaliados	22
4.4.1 Taxa de postura.....	22
4.4.2 Consumo Alimentar	22
4.4.3 Qualidade de ovos	22
4.4 Análise estatística	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1. Resultados de desempenho zootécnico	23
5.2 Resultados de qualidade de ovos.....	24
6. CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura química das diferentes formas de colina (Adaptado de Koc et al., 2002)	13
Figura 2. Metabolismo a colina (adaptado de Zeisel, 1990)	15
Figura 3. Metabolismo de grupos metil no organismo (adaptado de Brosnan et al., 2004)	17
Figura 4. Localização do município de Maratá -RS	18
Figura 5. Localização da granja.....	19
Figura 6. Galpões Californianos	20

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1. Tipos de ovos e parâmetros a serem considerados para a tipificação de ovos.....	10
Tabela 2. Médias de peso do ovo, percentagem de gema e de albúmen, altura de albúmen, gravidade específica e unidade Haugh, de acordo com a idade à postura, em quatro linhagens de poedeiras	11
Tabela 3. Concentração de colina em alguns ingredientes utilizados na alimentação de aves de acordo com diferentes referências.....	14
Tabela 4. Ingredientes e valor nutricional das dietas experimentais, com base na matéria natural (%).....	21
Tabela 5. Produção de ovos nos períodos experimentais de aves suplementadas com Cloreto de Colina (CLC) e Biocholine (BIO)	23
Tabela 6. Parâmetros de qualidade externa de ovos de aves suplementadas com Cloreto de Colina (CLC) e Biocholine (BIO)	25
Tabela 7. Parâmetros de qualidade interna de ovos de aves suplementadas com Cloreto de Colina (CLC) e Biocholine (BIO)	26

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva brasileira de ovos possui alta tecnologia, conquistada pelo conhecimento e avanço da genética com a utilização de linhagens altamente produtivas, nutrição, sanidade, ambiência e manejo, com a utilização de granjas automatizadas em sistemas de baterias de gaiolas levando a criação das aves a níveis industriais, gerando empregos à população e contribuindo para a excelência comercial do país, garantindo assim, o status de grande produtor e exportador, tanto de carne quanto de ovos, em todo o mundo (VIEIRA, 2014).

O ovo é considerado um dos alimentos mais completos para a alimentação humana, por ser fonte de proteínas que contêm todos os aminoácidos essenciais, além de vitaminas, minerais e ácidos graxos que não podem deixar de fazer parte da alimentação diária (RÊGO et al., 2012). Em 2015 os brasileiros consumiram aproximadamente 191,7 unidades per capita, número 5,2% superior ao obtido em 2014, que era de 182, porém ainda baixo quando comparado a países como EUA, México e Paraguai.

O setor de avicultura de postura apresenta uma estabilidade no mercado nacional, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2016) mostram que a produção brasileira de ovos vem crescendo a cada ano, em 2015 o Brasil bateu seu recorde histórico com 39,5 bilhões de ovos produzidos. Ocupa o sétimo lugar de maior produtor mundial, correspondendo a 3% da produção mundial de ovos.

O Rio Grande do Sul ocupa o quinto lugar entre os estados maiores produtores de ovos do país com cerca de 3,2 bilhões de unidades produzidas, respondendo por 9% da produção nacional. Os municípios maiores produtores são Salvador do Sul com uma média de 35 milhões de dúzias de ovos e Farroupilha com 23 milhões de dúzias/ano em 2013-2015. Apenas 1% da produção brasileira de ovos é destinada à exportação, onde o Rio Grande do Sul é responsável por 28,66% das exportações brasileiras de ovos.

A alimentação balanceada é fundamental para a produção e qualidade dos ovos e isso significa a presença adequada de todos os nutrientes na dieta, dentre eles os minerais e as vitaminas, elementos essenciais para o funcionamento do organismo da ave e indispensáveis na formação da casca e componentes internos do ovo.

A indústria de rações avícolas utiliza em suas formulações uma grande quantidade de matéria-prima vegetal – cerca de 80% dos componentes. Esses ingredientes alternativos são usados como fontes de energia e proteína, e são essenciais nas dietas das poedeiras, pois influenciam diretamente no desempenho das aves. No Brasil, o milho e o farelo de soja são os ingredientes mais usados como fonte energética e proteica nas dietas de aves, e o aumento constante nos preços desses grãos tem levado a um crescente interesse por alimentos alternativos que possam ser utilizados nas dietas, sem prejuízo no desempenho desses animais (TAVERNARI et al., 2008).

A busca por alternativas que garantam maior segurança alimentar à população tem sido alvo de pesquisas da indústria de produção de insumos para a nutrição animal. Existem no mercado diversas formas de minerais e vitaminas para alimentação animal, de forma orgânica ou inorgânica, produtos de variadas disponibilidades biológicas para ave. Porém os produtos de origem natural têm ganhado grande mercado na avicultura de postura devido a exigências dos consumidores.

De modo geral, o consumidor está cada vez mais exigente e preocupado com a questão alimentar e um dos mercados que mais cresce é o de orgânicos. O Rio Grande do Sul é o estado que conta com o maior número de produtores orgânicos do Brasil, com mais de 1500 produtores no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (MAPA, 2015). No mundo atual, de economias e mercados globalizados, a questão de produção de alimentos mais seguros é inevitável. Esta preocupação vem ocasionando mudanças na cadeia produtiva.

A busca por alternativas na alimentação de aves é realidade constante e estudos são necessários para que possamos afirmar até que ponto eles podem ou não serem utilizados, e em que condições e dimensões são realmente viáveis.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Qualidade de ovos

A qualidade dos ovos de consumo inclui um conjunto de características que motivam a aceitabilidade do produto pelos consumidores, sendo determinada por diversos aspectos externos e internos. Os aspectos externos referentes à qualidade do ovo estão relacionados à qualidade da casca, ao considerar sua estrutura e

higiene. Os aspectos internos consideram características relativas ao albúmen, gema, câmara de ar, cor, odor, sabor e manchas de sangue (MENDES, 2010).

De acordo com o decreto número 30.691 de 29 de março de 1952 do CIPOA/DNDA/SNAD, atualmente no mercado consumidor há apenas a produção industrial e comercialização de dois tipos de ovos, aqueles com casca branca e os ovos de casca marrom. Os ovos de casca branca são aqueles de poedeiras comerciais leves, e os de casca marrom são produzidas por linhagens semipesadas.

Em relação ao tipo, os ovos são classificados pelo peso, um dos fatores mais importantes do ponto de vista comercial, (Tabela 1), onde consumidor conta com uma variedade grande deste produto no mercado, porém, o mais comercializado é o ovo tipo extra.

Tabela 1. Tipos de ovos e parâmetros a serem considerados para a tipificação de ovos

Tipificação dos ovos	Parâmetro- peso (g/ unidade)
Tipo 1	Jumbo \geq 66
Tipo 2	Extra entre 60 - 66
Tipo 3	Grande mínimo entre 55 - 60
Tipo 4	Médio mínimo entre 50 - 55
Tipo 5	Pequeno mínimo entre 45 - 50
Tipo 6	Industrial < 45

Fonte: BRASIL, 1991, modificado por MORAES et al., 2007.

Vários fatores podem influenciar o tamanho e a qualidade do ovo como a fisiologia da ave, tempo de oviposição, estrutura da gaiola, número de aves por gaiola, frequência de colheita de ovos, idade das aves, nutrição, condições de manejo, estado sanitário, temperatura e umidade, genética e manejo das aves (ANDRIGUETTO et al., 1998).

O ovo, por ser um alimento perecível, pode apresentar perdas na qualidade logo após a oviposição. Uma das formas de conservar a qualidade é mantê-los refrigerados. Entretanto, no Brasil pela legislação não é obrigatória a refrigeração (MAPA, 1997). Os ovos saem direto das granjas para serem embalados e distribuídos aos pontos de comercialização, e, durante todo este trajeto, não tem controle da temperatura. Nos postos de venda e supermercados, eles também não são mantidos

sob refrigeração. Quando comprados e levados para casa, eles são colocados no compartimento específico, na porta das geladeiras, onde também sofre variações de temperatura, mesmo que por um curto período de tempo, nos momentos em que abrimos e fechamos a porta.

Uma das formas de conservar a qualidade é mantê-los refrigerados. Entretanto, no Brasil pela legislação não é obrigatória a refrigeração (MAPA, 1997), ovos geralmente saem direto das granjas para serem embalados e distribuídos aos pontos de comercialização, e, durante todo este trajeto, não tem controle da temperatura. Ainda nos postos de venda e supermercados, eles também não são mantidos sob refrigeração. Embora a legislação brasileira determine condições mínimas internas, como câmaras de ar de quatro a dez mm de altura; gema translúcida e consistente; clara transparente, consistente, sem mancha, na prática, apenas o peso e características aparentes de casca (sujeiras, trincas e cascas defeituosas) têm sido considerados. A utilização de unidade Haugh, que é a altura do albúmen corrigida para o peso do ovo, como avaliação da qualidade interna, é universal devido à sua fácil aplicação e à alta correlação com a aparência do ovo ao ser quebrado, e é definida como aferidor da qualidade interna do ovo e tem sido utilizada pela indústria desde sua introdução em 1937.

Carvalho et al. (2010), analisando a idade das poedeiras, verificaram que o peso do ovo aumenta com o avançar da idade, enquanto a unidade Haugh e altura do albúmen diminuem, mostrando que, independentemente da linhagem, a qualidade interna do ovo tende a piorar, conforme mostra a Tabela 2. Estes dados concordam com os estudos de Llobet (1989).

Tabela 2. Médias de peso do ovo, percentagem de gema e de albúmen, altura de albúmen, gravidade específica e unidade Haugh, de acordo com a idade à postura, em quatro linhagens de poedeiras

Idade (semanas)	Peso do ovo (g)	Gema (%)	Albúmen (%)	Altura de Albúmen (mm)	Gravidade específica	Unidade Haugh
29	56,02 ⁰	24,69 ^b	62,10 ^a	10,10 ^a	1,081 ^a	100,76 ^a
60	63,40 ^a	26,56 ^a	60,69 ^b	8,28 ^b	1,075 ^b	90,76 ^b
69	63,38 ^a	27,20 ^a	60,03 ^b	7,53 ^b	1,074 ^b	85,43 ^b
CV (%)	7,92	5,66	3,39	14,74	0,46	7,39

Letras minúsculas diferentes na coluna indicam diferem estatisticamente ($P>0,05$)

Fonte: CARVALHO et al. (2007).

A casca de ovos pode se apresentar alterada em relação à forma (deformados, com estrangulamento mediano, corrugados ou enrugados e achatados de lado etc.), cor (perda de cor, amarelados, pintas amareladas e manchadas), odor (mofo e contaminação), espessura (mole ou sem casca, casca fina, poroso e porosidade nos extremos), textura (superfície lisa, concreções, deposição de cálcio deficiente) e trincas (fissuras e quebrados) (DEEMING, 1996).

A cor da gema é a característica interna mais observada pelo consumidor, apesar de ser uma medida subjetiva, que varia do amarelo claro ao laranja avermelhado. A exigência para cor da gema está entre o número 9 a 10 do Leque Colorimétrico Roche (RCF) para ovos comuns. No comércio de ovos particulares ou marca de grandes redes de supermercados fica entre o número 11 a 12 do RCF e tem número maior do que 12 do RCF os ovos de qualidade superior (MENDES, 2010).

2.2 Colina

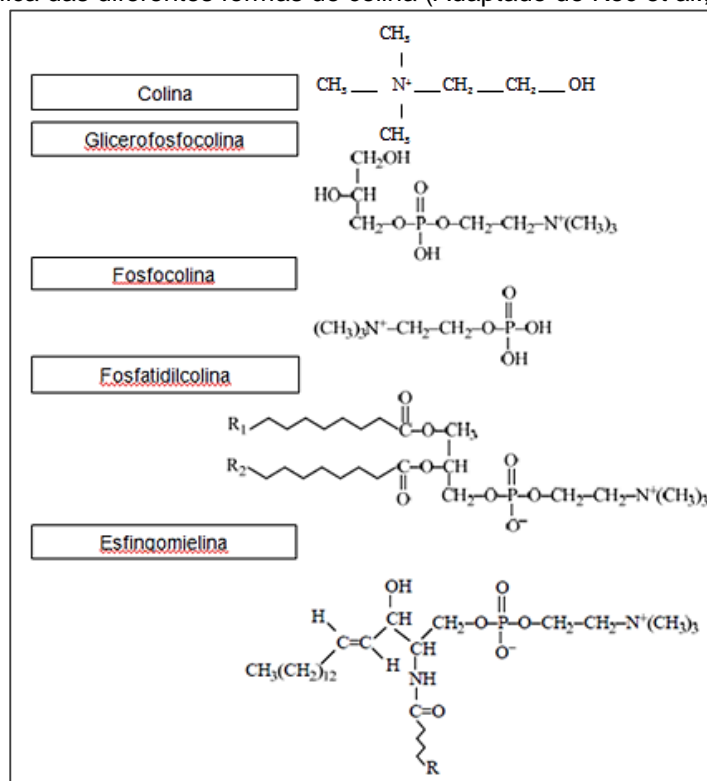
A colina é um composto orgânico, quimicamente denominada 2-hidroxiethyltrimetilamônio, considerada como um sal quaternário de amônio, incolor, altamente solúvel em água e álcool. A colina é um micronutriente essencial para aves de postura. No metabolismo ela participa da formação de acetilcolina, um importante neurotransmissor, e também faz parte da estrutura da fosfatidilcolina, que é a forma predominante presente no corpo, e classificada por alguns autores como vitamina do complexo B.

Segundo Comb e Gerald (1992) a fosfatidilcolina (lecitina), que é um elemento estrutural nas membranas biológicas, é essencial na manutenção e formação da estrutura celular. Na biossíntese de lecitina, a colina deve ser antes convertida em colina ativa. A colina livre é fosforilada pela enzima citosólica, colina fosfotransferase (colina quinase), usando o ATP como doador fosfato.

Considerada um fator lipotrófico, a colina é encontrada tanto em células animais como vegetais, podendo apresentar-se nas formas livre ou complexada como acetilcolina, lecitina e esfingomielina (Vieira et al., 2001). Na Figura 3, encontra-se a estrutura química das várias formas de colina. As exigências de colina podem ser

influenciadas pelo teor de lipídeos da dieta e aminoácidos sulfurados, uma vez que pode ocorrer sua síntese no fígado a partir da doação de grupos metílicos da metionina (Barroeta et al., 2002).

Figura 1. Estrutura química das diferentes formas de colina (Adaptado de Koc et al., 2002)



Atualmente, as dietas para poedeiras são formuladas tendo como base os manuais das linhagens e tabelas institucionais (CARIOCA et al., 2010). Entretanto, a exigência por colina para poedeiras comerciais ainda é muito discutida. O NRC (1994) recomenda uma concentração de colina dietética de 1.050 mg/kg para rendimento máximo de ovos. Dänicke et al. (2006) relataram que o requerimento para ótimo produção de ovos foi de 1.500 mg / kg de ração. Rostagno et al. (2011) recomenda uma suplementação de 27 mg/dia para poedeiras leves na fase de postura.

De maneira geral, alimentos de origem animal são fontes ricas em colina, e sua concentração tem relação com o conteúdo de fosfolipídios (Engel, 1943), conforme a Tabela 3. Kettunen et al. (2001) demonstraram que a maior parte da colina está associada ao tecido adiposo na carne de frango, ou seja, associada à fosfatidilcolina. As vísceras são melhores fontes de colina em relação ao músculo, que entre as espécies de mamíferos apresenta pouca variação (Engel, 1943).

Tabela 3. Concentração de colina em alguns ingredientes utilizados na alimentação de aves de acordo com diferentes referências

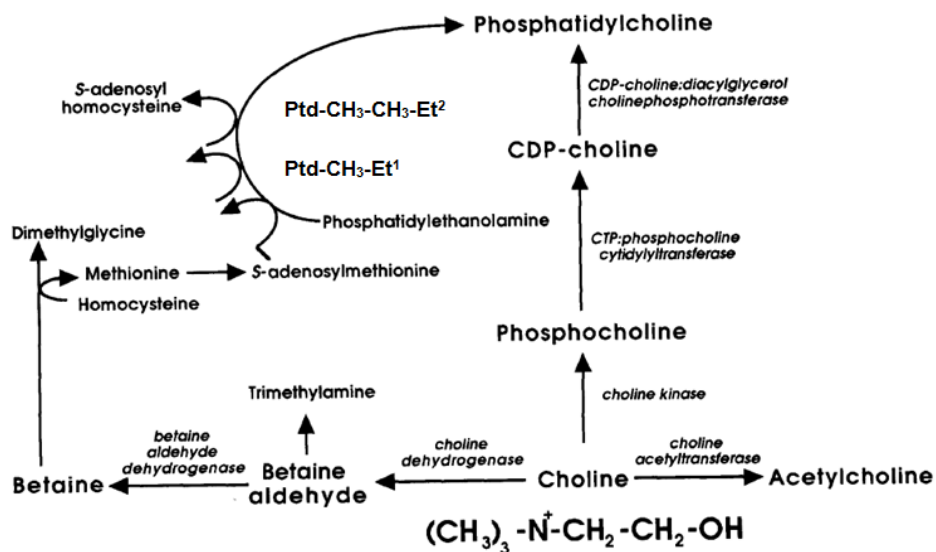
Ingrediente	Concentração de colina (mg/kg)	Referência
Milho	1100	Batal et al. (2012)
	620	NRC aves (1994)
	210	Rhian et al. (1943)
Arroz branco	1076	McDowell (2000)
	58	USDA (2008)
Trigo	1053	McDowell (2000)
	320	Rhian et al. (1943)
Cevada	1390	Engel (1943)
	937	Almquist & Maurer (1951)
Farelo de soja	2916	McDowell (2000)
	1160	Rhian et al. (1943)
Glúten de milho 60%	2200	Batal et al. (2012)
	330	NRC aves (1994)
Farinha de carne e ossos 50%	2000	Batal et al.(2012)
Farinha de vísceras de frango	5952	NRC aves (1994)

Existem diversos estudos na literatura sobre a relação entre metionina e colina na dieta de frangos de corte. Segundo Almquist & Grau (1945), a colina pode poupar metionina apenas quando há deficiência de grupos metil na dieta. Colina ou betaína podem reduzir o uso de metionina pelo fornecimento de grupos metil, mas não se pode reduzir a necessidade de metionina se a dieta não contém colina suficiente (Rostagno e Pack, 1996; Schutte et al., 1997; McDevitt et al., 2000).

Foi sugerido que a eficiência alimentar é melhorada adicionando betaína à dieta do que adicionando colina (Abel et al., 1986); no entanto, outros autores não encontraram essa melhoria (Lowry et al., 1986). Schutte et al. (1997) relataram que a betaína não afetou o crescimento, mas aumentou rendimento de peito de frangos de corte.

O organismo não apresenta rota bioquímica para a formação direta de colina livre. Porém, indiretamente a síntese é possível através de três metilações sequenciais da fosfatidiletanolamina dando origem à fosfatidilcolina (Figura 2), reação catalisada pela fosfatidiletanolamina N-metiltransferase (Blusztajn et al., 1979).

Figura 2. Metabolismo a colina (adaptado de Zeisel, 1990)



A fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina, fosfatidilserina e fosfatidilinositol são os fosfolípidos constitutivos que formam um quadro estrutural e o ambiente que define as funções associadas com cada tipo de célula. Fosfatidilcolina, fosfatidilserina e fosfatidilinositol proporcionam membranas de superfície hidratadas ou carregadas, permitindo que tanto a água quanto os íons se liguem aos seus grupos polares. Em contraste, as superfícies ricas em fosfatidiletanolamina são hidrofóbicas, pouco hidratadas e promovem interações superfície-superfície, sem ligação direta de proteína (Bataglia & Schimmel, 1997).

Yao & Vance (1988) comprovaram que a fosfatidilcolina é responsável por remover os lipídios do fígado, pois ela é fundamental para a formação da VLDL, que por sua vez transporta a gordura até os tecidos. Tidwell (1956) demonstrou que a fosfatidilcolina melhorou a absorção lipídica em ratos. Farina (2014) não observou sinais de perose nem fígado gorduroso em frangos de corte suplementados com dietas contendo níveis de 100 a 300mg/kg de fosfatidilcolina. De acordo com Cheng et al. (1996), existe variação na biodisponibilidade e utilização entre os diferentes ésteres de colina, o que justifica a maior eficiência da fosfatidilcolina.

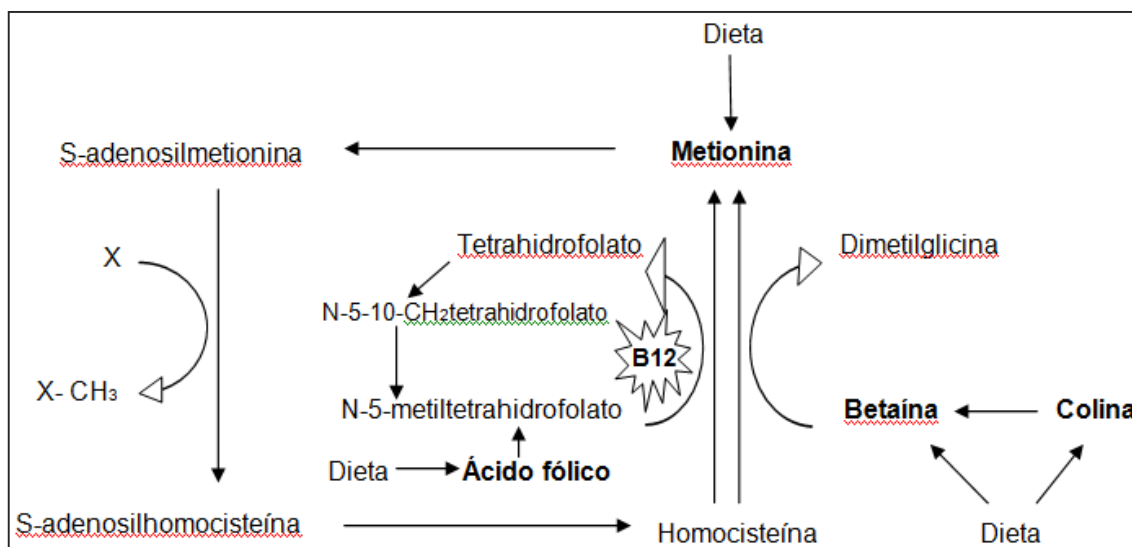
A S-adenosilmetionina, formada pela adenilação da metionina via S-adenosilmetionina sintetase, é a molécula doadora de grupos metil (CH_3) em praticamente todas as metilações biológicas conhecidas (Mudd & Poole, 1975). Mais de 100 reações de metilação envolvendo a metionina são conhecidas, incluindo a

regulação do DNA e a síntese de importantes metabólitos como a creatina e carnitina, além da própria fosfatidilcolina. Segundo estudos com humanos feitos por Mudd et al. (1980), a síntese de creatina no fígado é a maior consumidora de grupos metil no organismo, consumindo aproximadamente 75% da S-adenosilmetionina (SAM) disponível. Do restante, foi estimado que a formação de fosfatidilcolina via fosfatidiletanolamina N-metiltransferase consome 15% da SAM e os outros 10% são utilizados para outras transmetilações e síntese de poliaminas.

Estudo realizado em humanos por De La Huerga & Popper (1952) mostrou que apenas uma parcela da colina ingerida é absorvida intacta, pois o restante (aproximadamente dois terços) é transformado em trimetilamina, responsável por conferir odor de peixe à carne e ovos (Combs Junior, 2008) e excretada na urina entre 6 e 12 horas após o consumo. A colina ingerida na forma de fosfatidilcolina não está sujeita a tal degradação (Zeisel et al., 1989). Tem sido demonstrado que a produção de trimetilamina aumenta com a maior ingestão de colina (De La Huerga & Pooper, 1951). Microorganismos intestinais são os principais responsáveis por sua formação, sendo que ela foi diminuída abruptamente em animais tratados com antibióticos ou que receberam colina intraperitonealmente, sem passar pelo trato gastrointestinal (Asatoor & Simenhoff, 1965).

Existem diversos estudos na literatura sobre a relação entre metionina e colina na dieta de aves. A figura 3 demonstra as rotas de doação de grupos metil no organismo e regeneração da metionina. A colina participa desse processo, já que ela é capaz de regenerar a metionina com a doação de grupos metil à homocisteína (du Vigneaud et al., 1939).

Figura 3. Metabolismo de grupos metil no organismo (adaptado de Brosnan et al., 2004)



A absorção de colina acontece no jejuno e íleo, por um mecanismo carreador dependente de energia e sódio.

A biocolina, comercialmente chamada de Biocholine Powder® é um extrato vegetal de baixa higroscopicidade, fonte de fosfatidilcolina, à base de *Trachyspermum amni*, *Citrullus colocynthis*, *Achyranthus aspera* e *Azadirachta indica*. Farina (2014), em análise realizada no Departamento de Nutrição da Universidade da Carolina do Norte conforme metodologia descrita por Koc et al. (2002) análise do produto Biocholine® cita o valor de 0,29% de fosfatidilcolina, embora a o laudo emitido pelo fabricante ateste 1,67%. O fato deste produto conter baixa higroscopicidade é positivo no sentido de levar a menores perdas de vitaminas hidrossolúveis quando adicionado ao premix, comparado ao cloreto de colina, devido à diminuição no teor de água livre na mistura, resultando em menor potencial reativo. Excesso de água também pode ocasionar problemas operacionais na fábricas de ração.

Outra diferença entre biocolina e colina é que, a colina presente no cloreto está sujeita à degradação pela flora intestinal, podendo ser transformada em trimetilamina (De La Huerga & Pooper, 1952). Já a fosfatidilcolina sofre pouca degradação (McDowell, 2000). A trimetilamina é responsável pelo gosto de sabor “de peixe” em ovos de poedeiras alimentadas com canola. Neste caso, as bactérias do ceco produzem trimetilamina a partir da molécula de colina. A trimetilamina absorvida pela circulação portal é oxidada pela enzima oxidase trimetilamina no fígado e então excretada; porém, algumas linhagens de poedeiras de ovos marrons não possuem a enzima, o que produz o acúmulo de trimetilamina na circulação e sua transferência para o ovo (Diaz, 2001).

3. HIPÓTESES E OBJETIVOS

As hipóteses sustentadas no presente estudo são: (1) A fosfatidilcolina é uma fonte viável de colina para aves de postura; (2) O produto comercial Biocholine® pode substituir o cloreto de colina em dietas para poedeiras comerciais;

Os objetivos deste trabalho foram:

- Comparar os índices de produtividade de galinhas alimentadas com Biocholine® e cloreto de colina.
- Avaliar a qualidade dos ovos através de espessura e resistência de casca, unidade Haugh, altura de gema e clara e coloração de gema de aves alimentadas com as duas fontes de colina.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do experimento

Os dados desta pesquisa foram coletados na granja do produtor integrado da empresa Naturovos com bons resultados de uniformidade de produção, localizada na região do Vale do Cai, município de Maratá (Figura 4). Essa região possui grande número de propriedades rurais que exercem em sua maioria a agricultura familiar, sendo caracterizada por possuir vários empreendimentos avícolas, como a propriedade escolhida para o estudo (Figura 5).

O clima da região é quente e temperado, Cfa na classificação do clima de Köppen, com temperatura média de 19,1 °C. e 1451 mm de pluviosidade média anual com as quatro estações bem definidas.

Figura 4. Localização do município de Maratá -RS



Figura 5. Localização da granja

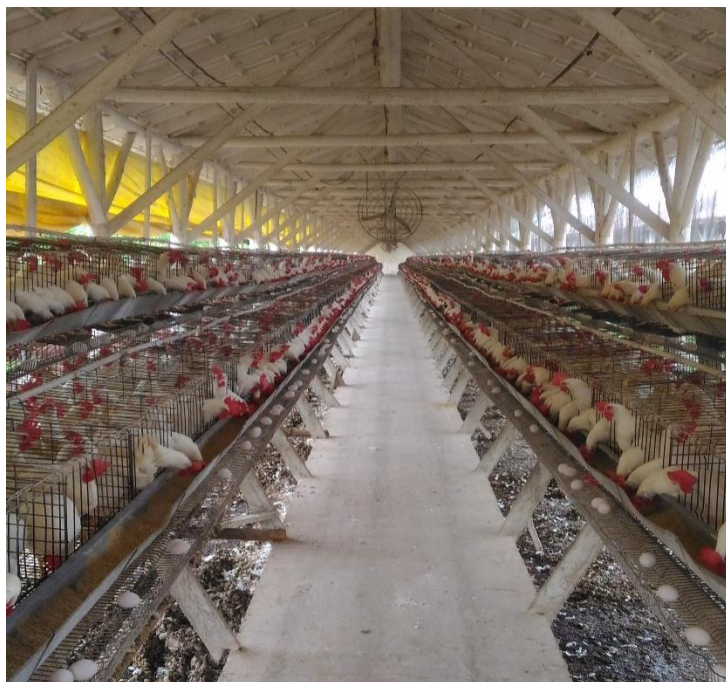


Fonte: Google Earth, 2018

4.2 Instalações

As aves estão alojadas em dois galpões convencionais californianos orientados no sentido leste-oeste, com comedouros tipo calha, arraçoamento manual e bebedouro tipo nipple, exatamente iguais (Figura 6).

Figura 6. Galpões Californianos



Fonte: Arquivo Pessoal

O regime de iluminação adotado foi de 16 horas de luz (natural + artificial) por dia (das 4 às 20 horas), feitas por luz fluorescente. A temperatura ambiente foi registrada diariamente às 16 horas, utilizando termômetros de máxima e mínima, localizados no centro de cada galpão.

4.3 Manejo alimentar

Foram utilizadas 26.460 poedeiras leves da linhagem comercial Bovans White com peso médio de 1,5 kg, no segundo ciclo de postura (55- 60 semanas). As aves passaram por um período de adaptação aos tratamentos de 14 dias aos dois tratamentos, posteriormente, dividido em dois períodos de 21 dias cada, os quais: período I – 55 a 57^a, período II - 58^aa 60^a, onde foram feitas as avaliações zootécnicas e de qualidade de ovos.

Cada galpão tem 1692 gaiolas de 60 x 60cm com espaçamento de 450cm²/ave, 8 galinhas por gaiola. As duas dietas experimentais foram isonutritivas e atenderam as exigências nutricionais estabelecidas no manual da linhagem utilizada (Tabela 1), para o consumo de 110g diários de ração. As aves foram alimentadas três vezes ao dia e fornecimento de água *ad libitum*.

4.4 Tratamentos

Foram usadas duas dietas isonutritivas respeitando as exigências estabelecidas no manual da linhagem, porém se diferenciaram na fonte de colina utilizada (Tabela 4). Num galpão as aves receberam uma dieta suplementada com 330 ppm cloreto de colina, e no outro 330ppm de Biocholine Powder®. O cálculo de bioequivalência utilizado para a dosagem dos produtos na dieta foi de 1 unidade de Biocholine® equivalente a 2,52 unidades de colina na forma de cloreto de colina, equivalência esta obtida no trabalho de FARINA et al. (2017).

Tabela 4. Ingredientes e valor nutricional das dietas experimentais, com base na matéria natural (%)

Dietas Postura 2		
Ingredientes	Cloreto de colina (CLC)	Biocholine Powder® (BIO)
Milho 7,6%	62,12	62,08
Farelo de Soja 45,5%	20,50	20,45
F. Arroz Desengordurado 15%	3,00	3,15
Farinha de Carne 44,5%	3,60	3,60
Calcário Fino 36%	4,30	4,30
Calcário Grosso 36%	5,70	5,70
Sal Ref. Iodado	0,350	0,350
DL-Metionina 98%	0,112	0,112
L- Lisina 80%	0,037	0,037
L-Treonina 98%	0,006	0,006
Fonte de Colina	0,072	0,014
Premix Mineral e Vitamínico ¹	0,200	0,200
	100	100
Níveis nutricionais		
Proteína Bruta (%)	16,75	16,75
Gordura Bruta (%)	2,84	2,84
Fibra Bruta (%)	2,49	2,50
Matéria Mineral (%)	13,58	13,60
Cálcio Total (%)	4,29	4,29
Fósforo Total (%)	0,52	0,52
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.750	2.750
Lisina Dig (%)	0,76	0,76

Metionina Dig. (%)	0,32	0,32
Colina Total (mg/kg)	1.330	1.330

1:

4.4 Parâmetros avaliados

4.4.1 Taxa de postura

Os ovos foram coletados duas vezes ao dia, às 8 e às 15h, e os dados como frequência de postura, número de ovos íntegros, ovos descartados (quebrados, casca fina, sem casca), foram registrados diariamente para posteriores cálculos de desempenho zootécnico das aves.

A taxa de produção foi calculada somente para ovos íntegros destinados a comercialização, desconsiderando 8% dos ovos (ovos sujos, trincados, sem casca), visto que para indústria estes ovos geram um alto custo de processamento.

4.4.2 Consumo Alimentar

O consumo alimentar foi restrito a 110 gramas diários de ração, conferidos diariamente pelo sistema da empresa.

4.4.3 Qualidade de ovos

Foi realizada uma coleta aleatória de 100 ovos de cada tratamento no final de cada período experimental para análises de qualidade realizadas em laboratório externo, onde foi usada a máquina modelo DET 6000 da fabricante NABEL®, que fornece valores precisos dos parâmetros: peso, resistência da casca, espessura da casca, altura do albúmen, altura e coloração da gema e Unidade Haugh, calculada automaticamente após a medição dos parâmetros através da fórmula:

$$HU=100 \times \log (H-1.7W^{0.37}+7.6))$$

Onde, HU: Unidade Haugh H: Altura da clara W: Peso do ovo

A coloração da gema foi avaliada através de um leque colorimétrico (DSM – Yolk color fan), com escore de 1 a 15, sendo 1- amarelo fraco e 15 - amarelo avermelhado.

4.4 Análise estatística

Cada galpão foi considerado como um bloco experimental e os ovos foram considerados repetições nas respostas de qualidade. Após a obtenção dos dados, foi realizada análise de variância, sendo que os resultados quando significativos a 5% de probabilidade, foram submetidos ao teste de Tukey para comparação de médias. Esses procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa estatístico Minitab 18.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho zootécnico estão dispostos nas Tabelas 3 e organizados em dois períodos de 21 dias. Os resultados de qualidade de ovos estão distribuídos nas Tabelas 5 e 6, também organizados de acordo com o respectivo período.

5.1. Resultados de desempenho zootécnico

A produção média de ovos para o estudo foi 79,96% e 84,48% durante o período 1 e período 2, respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para a taxa de postura (Tabela 5), nos períodos de estudo em relação às fontes de colina suplementadas na dieta. No manual da linhagem Bovans White a taxa de produção total para a idade avaliada é de 89%, considerando as repostas do estudo para taxa de produção, somado a 8% dos ovos descartados as aves chegaram a produção total de 87,96% e 92,48% para o primeiro e segundo, período respectivamente.

Tabela 5. Produção de ovos nos períodos experimentais de aves suplementadas com Cloreto de Colina (CLC) e Biocholine (BIO)

	Taxa de postura (%)	
	Período I (55 ^a -57 ^a)	Período II (58 ^a -60 ^a)
BIO	79,86 ^a	84,21 ^a
CLC	80,08 ^a	84,75 ^a
Média	79,96	84,48
P	0,879	0,461
Desv Pad	4,671	2,358
Erro padrão	0,721	0,364

BIO (adição de 330ppm de colina), CLC (adição de 330ppm de colina)

Nas linhas, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ($P > 0,05\%$).

Esses resultados demonstram que houve uma maior produção de ovos no segundo período de produção (58^a -60^a), independentemente da fonte de colina na dieta. A possível causa dessa resposta se deve à condição climática, visto que a temperatura média dentro dos galpões durante o primeiro período foi de 26 °C e umidade de 65%, já no segundo período, 21 °C e umidade média de 70%. Segundo Donald (1998), em ambientes com 26,7 °C e umidade relativa de 60%, as aves completamente emplumadas estão próximas ao limite superior de sua zona de conforto, ou seja, não estão estressadas pelo calor, porém em ambientes com a mesma temperatura e umidade relativa do ar superior a 80%, se tornam desconfortáveis e isto prejudica seu desempenho. Ferreira (2005) descreve que aves adultas apresentam melhor produção quando estão em ambientes com umidade relativa na faixa de 40 a 70%.

O consumo de ração nos dois tratamentos, durante todo período experimental esteve de acordo com o esperado para a linhagem Bovans White na idade avaliada, 110 g, resultado previsto já que as aves dos dois tratamentos receberam dietas isocalóricas. O NRC (1994) considera que em temperatura constante de 22 °C, a ave de acordo com sua faixa percentual de produção de ovos e peso vivo, vai regular o seu consumo de ração de acordo com a sua necessidade. Embora a massa de ovo diária também seja importante para este tipo de cálculo os autores não a consideram para efeitos práticos. Outros nutrientes, como aminoácidos, vitaminas e minerais serão consumidos em função do nível energético da ração, devendo ser ajustados de acordo com o consumo de energia.

5.2 Resultados de qualidade de ovos

No presente estudo, o peso de ovos não foi significativamente afetado por suplementação dietética de diferentes fontes de colina no nível de 1.330 mg/kg ração, que está de acordo com outras pesquisas (Parsons e Leeper, 1984; Dänicke et al., 2006). No presente ensaio o menor peso de ovos foi observado no segundo período (64,5 e 63,96 para a fase 1 e fase 2, respectivamente), esses resultados demonstram que o peso dos ovos se manteve acima do preconizado pelo manual da linhagem para a idade avaliada. Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (1991), ovos classificados como do Tipo1 ou Extra são aqueles que pesam mais de 60 gramas. No trabalho ambos os tratamentos obtiveram ovos padrão Tipo 1.

Para as características de peso de ovos e resistência de casca não houve diferença significativa em ambos os períodos experimentais para os tratamentos. Por outro lado, o tratamento com cloreto de colina melhorou a espessura de casca no primeiro período experimental. Como não há na literatura nenhum trabalho comparando as duas fontes de colina, seria necessária uma maior investigação a fim de concluir-se com certeza se esta diferença é fruto da fonte ou de condições aleatórias.

Como pode ser observado no presente trabalho, a espessura da casca de ambos os tratamentos esteve dentro dos padrões de normalidade e maior do que a observada por Ferreira (2008), onde a espessura média da casca no início da vida produtiva das aves era em torno de 0,48 a 0,51mm, sendo uma redução da espessura da casca para 0,300 a 0,350 a partir de 50 semanas de idade mantendo-se constante até a idade de 70 semanas, o que demonstra que este enfraquecimento da casca é fruto da idade. À medida que a galinha envelhece, ocorre aumento de até 20% no peso do ovo, porém não ocorre aumento proporcional no peso da casca. Todo cálcio presente para formação da casca do ovo precisa ser distribuído por uma superfície maior (LLOBET et al., 1989). Isso possibilita maior condutância de vapores de água, aumentando também as trocas gasosas do interior dos ovos para o meio externo.

Tabela 6. Parâmetros de qualidade externa de ovos de aves suplementadas com Cloreto de Colina (CLC) e Biocholine (BIO)

Qualidade externa de ovos			
I Período			
	Peso ovos (g)	Resistência de casca (Kgf)	Espessura de casca (mm)
BIO	64,71 ^a	41,73 ^a	0,378 ^b
CLC	64,59 ^a	41,72 ^a	0,394 ^a
Média	64,65	41,729	0,386
P	0,816	0,985	0,001
Desv Pad	3,908	7,140	0,029
Erro padrão	0,252	0,465	0,001
II Período			
BIO	63,45 ^a	41,59 ^a	0,405 ^a
CLC	64,48 ^a	42,59 ^a	0,401 ^a
Média	63,96	42,24	0,403
P	0,050	0,148	0,175

Desv Pad	3,834	6,599	0,020
Erro padrão	0,264	0,454	0,001

BIO (adição de 330ppm de colina), CLC (adição de 330ppm de colina)

^{a,b} As letras diferem nas colunas pelo Teste de Tukey ($P>0,05\%$).

Vasconcelos et al. (2013), estudando os efeitos da suplementação de colina para galinhas poedeiras de uma a 44 semanas de idade, verificaram que o nível de inclusão de colina na fase de recria influencia a produção de ovos e a porcentagem de casca sem influenciar os demais parâmetros, entretanto não foi possível aos autores determinar o melhor nível de suplementação de colina devido à resposta linear crescente encontrada.

Tabela 7. Parâmetros de qualidade interna de ovos de aves suplementadas com Cloreto de Colina (CLC) e Biocholine (BIO)

Qualidade interna de ovos				
I Período				
	Unidade Haugh UH	Altura do albúmen (mm)	Cor da gema	Altura gema (mm)
BIO	66,44 ^a	5,126 ^a	5,454 ^a	15,39 ^a
CLC	64,87 ^a	4,946 ^a	5,403 ^a	15,57 ^a
Média	65,64	5,034	5,428	15,48
P	0,278	0,293	0,393	0,316
Desv Pad	10,85	1,283	0,449	1,357
Erro padrão	0,723	0,085	0,029	0,090
II Período				
BIO	73,47 ^a	5,799 ^a	5,310 ^a	16,10 ^a
CLC	74,29 ^a	5,814 ^a	5,365 ^a	15,92 ^a
Média	73,88	5,806	5,338	16,01
P	0,430	0,901	0,331	0,170
Desv Pad	7,488	0,906	0,411	0,931
Erro padrão	0,515	0,062	0,028	0,064

BIO (adição de 330ppm de colina), CLC (adição de 330ppm de colina)

Nas linhas, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ($P>0,05\%$).

Não houve diferença ($P>0,05\%$) na Unidade Haugh entre os tratamentos suplementados com colina. Tsiagbe et al. (1982) relataram que a suplementação de colina de 500 e 1.000 mg / kg não teve efeito nos escores da unidade Haugh em ovos

no período de 44 a 64 semanas, em comparação com ovos de galinhas que receberam dieta basal (colina, 1.040 mg / kg).

6. CONCLUSÃO

A fosfatidilcolina é uma fonte viável de colina para aves de postura, visto que os parâmetros de taxa de postura e qualidade de ovos não foram afetados pelo consumo de dietas contendo diferentes fontes de colina em ambos períodos avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARD, I.; FLEMMING, J.S.; GEMAEL, A.; SOUZA, G.A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos de nutrição animal, os alimentos**. 6.ed. São Paulo: Nobel, 1998. 395p.
- ASATOOR, A. M.; SIMENHOFF, M. L. **The origin of urinary dimethylamine**. *Biochimica et Biophysica Acta*, Amsterdam, v. 111, n. 2, p. 384–392, 1965.
- BARROETA, A. C. et al. **Optimum Vitamin Nutrition**. Sheffield, Reino Unido: 5M Publishing, 385 p., 2013.
- BATTAGLIA, K. B.; SCHIMMEL, R. J. **Cell membrane lipid composition and distribution: implications for cell function and lessons learned from photoreceptors and platelets**. *The Journal of Experimental Biology*, Cambridge, v. 200, p. 2927–2936, 1997.
- BATAL, A.; DALE, N.; PERSIA, M. **Ingredient Analyses Table: 2012 Edition**. *Feedstuffs MagazineSearch*, v. 14, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, e alterações. *Diário Oficial da União*. Brasília, 1997. Disponível em: Acesso em: 18 jun. 2018.
- BROSNAN, J. T. et al. **Methylation demand: a key determinant of homocysteine metabolism**. *Acta Biochimica Polonica*, Warszawa, v. 51, n. 2, p. 405–413, 2004.
- CARIOCA, S. T. et al. **Influência dos níveis energéticos e protéicos em rações de poedeiras leves em Manaus**. *Archivos de Zootecnia*, v. 59, n. 227, p. 1–4, set. 2010.
- CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M. et al. **Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades**. *Revista Ciência Animal Brasileira*, v.8, p. 25-29, 2007.

COMBS JUNIOR, G. F. **The Vitamins: Fundamental Aspects in nutrition and Health.** 3. ed. Burlington: Elsevier Academic Press, 2008. 603 p.

Dänicke, S., K. H. Ueberschär, K. Reese, and S. Weigend. 2006. **Investigations on the effects of rape oil quality, choline and methionine concentration in diets for laying hens on the trimethylamine content of the eggs, on trimethylamine metabolism and on laying performance.** Arch. Anim. Nutr. 60:57–79.

Deeming, D.C. **Large eggs: an incubation challenge.** Poultry International. 1996; 35(14):50-54.

DU VIGNEAUD, V. et al. **A further investigation of the role of betaine in transmethylation reactions in vivo.** The Journal of Biological Chemistry, Bethesda, v. 165, p. 639-648, 1946.

Donald, J. **Environmental control options under different climatic conditions.** World Poultry-Elsevier, v.14, n.11, p.22-23, 1998.

ENGEL, R. W. **The choline content of animal and plant products.** The Journal of Nutrition, Bethesda, v. 25, n. 5, p. 441-446, 1943.

FARINA, G. et al. **Desempenho de frangos de corte suplementados com diferentes fontes e níveis de colina na dieta.** Revista Ciência Animal Brasileira, v.18, p. 1-14, 2017.

Ferreira, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p

FIGUEIREDO, E. A. P.; ALBINO, J. **Linhagens comerciais de galinhas para corte e postura.** Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60156/1/CUsersPiazzonDocuments15610.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2018

GONZALES, E. **INGESTÃO DE ALIMENTOS: MECANISMOS REGULATORIOS**. In: MACARI, M.; 63 FURLAN. R.; GONZALES.E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap. 10, p. 135 - 141.

HARMS, R.H.;RUSSELL, G.B. **Betainedose not improve performance of layinghens whenthe diet contains adequatecholine**. Poultry Science, v.81, p.99-101,2002.

Hendrix-genetics, 2009. **The History of Hypeco-CPI-Bovans** Kingsley Smith 2007. pp.1–20.

KETTUNEN, H. et al. **Intestinal uptake of betaine in vitro and the distribution of methyl groups from betaine, choline, and methionine in the body of broiler chicks**. Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Oxford, v. 128, n. 2, p. 269-278, 2001.

KOC, H. et al. **Quantitation of choline and its metabolites in tissues and foods by liquid chromatography/electrospray ionization-isotope dilution mass spectrometry**.Analytical Chemistry, Washington, v.74, n. 18, p. 4734-4740, 2002.

LEESON, S.; SUMMERS, J. **COMMERCIAL POULTRY NUTRITION**. 4th ed. Guelph: University Books, 2001.

MENDES, F. R. **Qualidade física, química e microbiológica de ovos lavados armazenados sob duas temperaturas e experimentalmente contaminados com Pseudomonas aeruginosa**. 2010.72f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Mcdevitt, R. M.; Mack, S.; Wallis, I. R. **Can betaine partially replace or enhance the effect of methionine by improving broiler growth and carcass characteristics?** British Poultry Science, v.41, n.4, p.473-480, 2000.

McDOWELL, L. R. **Vitamins in animal and human nutrition**. 2. ed. Ames, IA: Iowa State University Press, 2000.812 p.

MORAES, I.A.; MANO, S.; BAPTISTA, R.F. **Análise da rotulagem de ovos comercializados na cidade do Rio de Janeiro - Brasil.** Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v.14, n.1, p.7-11, 2007.

MUDD, S. H.; POOLE, J. R. **Labile Methyl Balances for Normal Humans on Various Dietary Regimens.** Metabolism, Clinical and Experimental, New York, v. 24, n. 6, p. 721-735, 1975.

MUDD, S. H.; EBERT M. H.; STRIVER, C. R. **Labile Methyl Group Balances in the Human: The Role of Sarcosine.** Metabolism, Clinical and Experimental, New York, v. 29, n. 8, p. 707-720, 1980.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Vitamin tolerance of animals.** Washington, DC: National Academy Press, 1987. 107 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of poultry.** 9. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1994. 176 p.

Parsons, C. M., and R. W. Leeper. 1984. **Choline and methionine supplementation of layer diets varying in protein content.** Poult. Sci. 63:1604–1609.

Pesti, G. M., 1989. **The nutrition of labile methyl group donors in broiler chickens.** Pages 145–150 in: Proceedings of the Maryland Nutrition Conference, College Park, MD.

Pesti, G. M., A. E. Harper, and M. L. Sunde, 1980. **Choline nutrition of starting broiler chicks: Three models for estimating the choline requirements with economic considerations.** Poultry Sci. 59:1073–1081.

RÊGO, I.O.P.; CANÇADO, S.V; FIGUEIREDO, T.C.; MENEZES, L.D.M.; OLIVEIRA, D.D.; LIMA, A.L.; CALDEIRA, L.G.M.; ESSER, L.R. **Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n.3, p.735-742. 2012.

Rostagno, H. S., and M. Pack, 1996. **Can betaine replace supplemental DL-methionine in broiler diets?**J. Appl. Poult. Res. 5:150–154. SAS Institute, 1990.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 141p.

Schutte, J. B., J. De Jong, W. Smink, and M. Pack, 1997. **Replacement value of betaine for DL-methionine in male broiler chicks**. Poultry Sci. 76:321–325

SANTOS, J.L. e PEREIRA, M.M. **Utilização de colina em dietas para monogástricos**. PUBVET, Londrina, V. 4, N. 1, Ed. 106, Art. 716, 2010.

TAVERNARI, F. C.; CARVALHO, T. A.; ASSIS, A. P.; LIMA, H. J. A. **Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves**. Revista Eletrônica Nutritime, Viçosa, v.5, n.5, p. 673-689, 2008.

TIDWELL, H. C. **Effect of choline, methionine and ethionine on fat absorption**. The Journal of Nutrition, Bethesda, v. 58, p. 569-578, 1956.

Tsiagbe, V. K., C. W. Kang, and M. L. Sunde. 1982. **The effect of choline supplementation in growing pullet and laying hen diets**. Poultry Sci. 61:2060–2064

VASCONCELOS, R.J.C. et al. **Efeitos da suplementação de colina sobre o desempenho de poedeiras comerciais**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2013, vol.65, n.4, pp.1116-1122

VIEIRA, M.F.A.; TINOCO, H.F.F.; BARRETO, S.L.T.; COELHO, D.J.R.; SOUZA, G.S.; INOUE, K.R.A.; MENDES, M.A.S.A.; CASSUCE, D.C. **Efeitos da densidade de alojamento e sistemas de criação sobre o comportamento, desempenho produtivo e a qualidade de ovos de poedeiras comerciais**. Revista Eletrônica de Pesquisa Animal, n.2, p.169-185. 2014

VIEIRA, S.L. **Chelated minerals for poultry**. Brazilian journal of Poultry Science, v.10, n.2, p.73-79. 2001.

YAO, Z.; VANCE, D. E. **The Active Synthesis of Phosphatidylcholine Is Required for Very Low Density Lipoprotein Secretion from Rat Hepatocy**. The Journal of Biological Chemistry, Bethesda, v. 263, p. 2998-3004, 1988.

WAUBEN, P. M., AND P. E. WAINWRIGHT. 1999. **The influence of neonatal nutrition on behavioral development: a critical appraisal**. Nutr. Rev. 57:35-44.

