



**UDESC**

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DO OESTE – CEO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**BICOLINA VEGETAL EM SUBSTITUIÇÃO AO  
CLORETO DE COLINA NA NUTRIÇÃO DE  
POEDEIRAS**

DIEGO DE BONA

CHAPECÓ, 2020

**DIEGO DE BONA**

**BIOCOLINA VEGETAL EM SUBSTITUIÇÃO AO CLORETO DE COLINA NA  
NUTRIÇÃO DE POEDEIRAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração Ciência e Produção Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção de grau de **Mestre em Zootecnia**

**Orientador (a):** Prof. Dr. Marcel M. Boiago

Co-orientador(s): Prof. Dr. Aleksandro  
Schafer da Silva

Chapecó, SC, Brasil

2020

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CEO/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

De Bona, Diego

Biocolina vegetal em substituição ao cloreto de colina na  
nutrição de poedeiras / Diego De Bona. -- 2020.

41 p.

Orientador: Marcel Manente Boiago

Coorientador: Aleksandro Schafer da Silva

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, Chapecó, 2020.

1. Aditivos alimentares. 2. Bioquímica sérica. 3. Desempenho.  
4. Qualidade de ovos. I. Manente Boiago, Marcel . II. Schafer da  
Silva , Aleksandro . III. Universidade do Estado de Santa Catarina,  
Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de Pós-Graduação  
em Zootecnia. IV. Título.

**Universidade do Estado de Santa Catarina  
UDESC Oeste  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**BIOCOLINA VEGETAL EM SUBSTITUIÇÃO AO CLORETO DE  
COLINA NA NUTRIÇÃO DE POEDEIRAS**

Elaborada por  
**Diego De Bona**

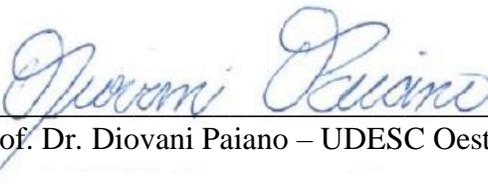
como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Zootecnia**

Comissão Examinadora:



---

Prof. Dr. Aleksandro Schafer da Silva – UDESC Oeste



---

Prof. Dr. Diovani Paiano – UDESC Oeste



---

Prof. Dr. Alexandre Oba - UEL

Chapecó, 29 de outubro de 2020.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à minha família, minha esposa Ana Rafaela de Filtro e ao meu filho Lorenzo De Bona, por todo amor, paciência, zelo, incentivo, compreensão e apoio. Certamente tudo que fiz e passamos foi por nós, e sem vocês, jamais teria embarcado nesse desafio e conquistado esse objetivo tão almejado.*

*A vocês meu muito obrigado, e todo amor.*

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento primeiramente a Deus por me dar a oportunidade da vida e poder desfrutar esse momento. A minha família que nesse período não mediu esforços para contribuir em minha formação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcel M. Boiago, por oportunizar a realização desse mestrado, auxiliar a vencer todas as dificuldades durante esse período, mesmo sabendo das minhas atividades de trabalho, acreditou que seria possível a realização desse mestrado, meu muito obrigado.

A todos os professores do programa de pós-graduação em zootecnia UDESC Chapecó, que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional. Em especial ao Grupo GEAVI, sem vocês não teria conseguido conduzir todo esse projeto, muito obrigado pela atenção, dedicação e carinho.

Aos colegas que diretamente e indiretamente fizeram parte dessa conquista.

Aos meus pais Antonio e Leonize, meu irmão Evandro que foram fundamentais para minha formação. E todo carinho, amor e paciência bem como apoio de minha esposa e meu filho.

Muito obrigado a todos.

**RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade do Estado de Santa Catarina

**BIOCOLINA VEGETAL EM SUBSTITUIÇÃO AO CLORETO DE COLINA NA NUTRIÇÃO DE POEDEIRAS**

AUTOR: Diego De Bona  
ORIENTADOR: Marcel M. Boiago  
Chapecó, Outubro de 2020

A colina é geralmente adicionada às dietas animais na forma de cloreto de colina. No entanto essa fonte tem algumas desvantagens, como alta higroscopicidade, entre outras. A fonte alternativa de colina, biocolina vegetal é um extrato vegetal de baixa higroscopicidade, fonte de fosfatidilcolina. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar fontes e níveis de colina na alimentação de poedeiras comerciais em fase final de produção. Foram utilizadas 125 poedeiras comerciais semipesadas com 60 semanas de idade, por um período de 56 dias. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições (n=125). Os tratamentos utilizados foram CP - Controle positivo com uso de 300 mg/kg de cloreto de colina; CN-controle negativo sem adição de suplementos; T150 – 150 mg/kg, na forma de biocolina vegetal; T300 – 300 mg/kg, na forma de biocolina vegetal; T450 – 450 mg/kg, na forma de biocolina vegetal. Foram avaliadas as variáveis de desempenho, qualidade dos ovos e bioquímica sérica. A fonte de biocolina vegetal adicionada a dieta de poedeiras semipesadas na dosagem de 300 mg/kg de ração não alterou o desempenho das aves e a qualidade de ovos, porém gerou melhoria da saúde das aves. A dosagem de 450 mg/kg não é indicada por causar piora na CA (kg/kg). Em relação ao desempenho pode-se concluir que não há necessidade de suplementação da dieta com colina, independente da fonte utilizada.

**Palavras-chave:** Aditivos alimentares, Bioquímica sérica, Desempenho, Qualidade de ovos.

**ABSTRACT**

Master's Dissertation  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade do Estado de Santa Catarina

**COLINA VEGETAL EM SUBSTITUIÇÃO AO CLORETO DE COLINA NA NUTRIÇÃO DE POEDEIRAS**

AUTHOR: Diego De Bona  
ADVISER: Marcel M. Boiago  
Chapecó, Outubro2020

Choline is usually added to animal diets in the form of choline chloride. However, this source has some disadvantages, such as high hygroscopicity, among others. The alternative source of choline, vegetal biocoline, is a plant extract of low hygroscopicity, source of phosphatidylcholine. In this context, the objective of this study was to evaluate sources and levels of choline in the feeding of laying hens in the final stage of production. One hundred and twenty five semi-heavy commercial hens at 60 weeks of age were used for a period of 56 days. The birds were distributed in a completely randomized design with five treatments and five replications (n = 125). The treatments used were CP - positive control using 300 mg / kg of choline chloride; CN negative control without addition of supplements; T150 - 150 mg / kg, in the form of vegetable biocholine; T300 - 300 mg / kg, in the form of vegetable biocolina; T450 - 450 mg / kg, in the form of vegetable biocolina. The performance, egg quality and serum biochemistry variables were evaluated. The source of vegetable biocolin added to the diet of semi-heavy layers in the dosage of 300 mg / kg of feed did not alter the performance of the birds and the quality of eggs, but it did improve the health of the birds. The dosage of 450 mg / kg is not indicated because it causes worsening of feed conversion. Regarding performance, it can be concluded that there is no need of choline diet supplementation, regardless of the source used.

**Keyword:** Feed additives, Serum biochemistry, Performance, Egg quality

**SUMÁRIO**

1.1 Introdução.....	10
1.3.1 Colina .....	12
1.3.2 Fontes de colina .....	14
1.3.3 Absorção da colina e fosfatidilcolina .....	16
1.3.4 Toxicidade da Colina .....	17
1.4 OBJETIVOS .....	18
1.4.1 Geral: .....	18
1.4.2 Específicos: .....	18
2 – CAPÍTULO II.....	19
RESUMO .....	20
Introdução.....	22
Material e Métodos .....	23
Resultados .....	27
Discussão.....	30
REFERÊNCIAS .....	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	37
REFERÊNCIAS – Cap 1.....	37

# 1. CAPÍTULO I

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Introdução

De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal a produção de ovos no Brasil aumentou 11,25 % entre 2017 e 2018, com um consumo percapita de 204 ovos em 2018. Deste total produzido 99,6% são destinados ao consumo interno (ABPA, 2019). O ovo é considerado um dos alimentos mais completos para a alimentação humana, por ser fonte de proteínas que contém 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).

A indústria de rações avícolas utiliza em suas formulações uma grande quantidade de matéria-prima de origem vegetal – cerca de 80% dos componentes. Esses ingredientes 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, respectivamente, e o aumento constante nos seus preços 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).

O ovo é uma excelente fonte de proteínas e vitaminas e um alimento de baixo custo, disponível a população. A produção de ovos com qualidade contribui para sua maior aceitação no mercado consumidor. Para isso, as características externas, como peso, cor, integridade da casca e uniformidade, assim como a manutenção da qualidade interna do ovo devem ser consideradas no processo de produção (MENDES *et al.*, 2014).

Há uma tendência crescente para o uso de produtos naturais derivados de plantas na nutrição animal, neste contexto surgem no mercado produtos de variadas disponibilidades biológicas para as aves.

## 1.2 Qualidade de Ovos

A qualidade do ovo pode ser definida como sendo o conjunto de características responsáveis por sua aceitação pelo consumidor ou como matéria prima para a indústria de alimentos (OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2013). Ela envolve um grande número de características relacionadas com a casca, albumen e a gema, pode ser dividida em qualidade interna e externa ou da casca. As principais características externas são: integridade, limpeza, formato, textura, tamanho e peso do ovo, gravidade específica, cor da casca, resistência da casca, peso da casca e espessura da casca. A qualidade interna é baseada no tamanho da câmara de ar, qualidade do albumen, qualidade da gema, cor da gema, presença de sangue. (DE KATELAERE,2004;)

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.

Varios fatores podem influenciar a taxa de postura, tamanho e qualidade dos ovo como a fisiologia da ave, tempo de ovoposição, 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 relativa do ar e genética das aves (ANDRIGUETTO *et al.*,1998).

CARVALHO *et al.* (2007), 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, independente da linhagem, a qualidade interna dos ovos tende a piorar.

## 1.3 Vitaminas

Vitaminas são compostos orgânicos essenciais, necessários em pequenas quantidades para o metabolismo, mas que não podem ser sintetizados pelo organismo animal. De uma forma ampla pode ser afirmado que as vitaminas são precursoras de coenzimas, em alguns

casos também de hormônios, ou apresentam ação antioxidante (SAKOMURA *et al.*, 2014). Ainda segundo Sakomura *et al.* (2014) o papel metabólico desses nutrientes é mais complexo que o de outros. As vitaminas não são unidades estruturais ou fontes de energia, mas mediadoras, ou participantes de reações bioquímicas fundamentais.

Segundo Andriguetto *et al.* (2002) vitaminas são substâncias de natureza orgânica, cujas estruturas e propriedades são facilmente destruídas por agentes físicos e químicos. Estas substâncias, que o organismo animal não pode elaborar, são indispensáveis à vida dos seres superiores. Sua ausência causa distúrbios característicos geralmente mortais. Sua ação é específica, não sendo as vitaminas substituíveis umas pelas outras ou por substâncias vizinhas. As quantidades diariamente necessárias são muito pequenas e não são utilizadas nem como matéria energética, nem como alimento plástico.

As vitaminas estão divididas de acordo com sua solubilidade em lipossolúveis (solúveis em lipídeos e solvente orgânicos) e hidrossolúveis (solúveis em água), e desempenham funções importantes no organismo. As lipossolúveis diferem fisiologicamente das hidrossolúveis por participarem das estruturas dos compostos orgânicos e por isso são vitaminas de crescimento. Já as hidrossolúveis, exceção da colina, todas participam do metabolismo intermediário na forma de coenzimas e eliminadas rapidamente do organismo. São chamadas vitaminas de manutenção orgânica (BERTECHINI, 2013).

### **1.3.1 Colina**

Também chamada de vitamina B4, a colina é encontrada em praticamente todos os ingredientes usados na formulação das rações das aves, com maior disponibilidade nos produtos de origem animal. Ao considerar suas funções orgânicas, a colina não tem conotação de vitamina e talvez essa designação não seja a mais correta e poderia ser considerada uma amina essencial. (BERTECHINI, 2013).

Sua classificação como vitamina do complexo B é controversa visto a colina não participar no metabolismo como coenzima, ser exigida em quantidades superiores às outras vitaminas do complexo B (BERTECHINI, 2013). Além disso, segundo Reis *et al.* (2012) a colina, diferentemente das outras vitaminas do complexo B, pode ser sintetizada no fígado pelos animais a partir do aminoácido serina, com a presença de ácido fólico e vitamina B6.

Essa substância foi isolada da bile por Strecker em 1962 e, por isso chamada de colina (do grego *chole* = bile, fel). A colina pura é um líquido viscoso, higroscópico, fortemente alcalino e incolor (LEENSON & SUMMERS, 2001).

A denominação química da colina é  $\beta$ -hidróxi-etil-trimetilamônio hidróxido, conforme figura 1.

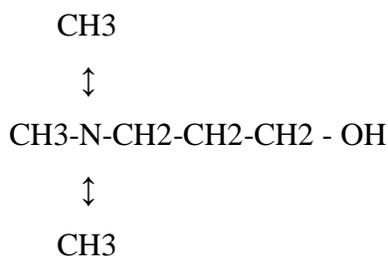


Figura 1. Molécula de colina.

A colina é um composto solúvel em água, formaldeído e álcool insolúvel em solventes orgânicos (RUTZ, 2008). É uma base forte e se decompõe em solução alcalina com liberação de trimetilamina. A característica proeminente de sua estrutura química é o seu trio de grupos metil (COMBS JR, 2008)

Segundo Leeson e Summers (2001) as quatro principais funções da colina no organismo são: manutenção e construção celular como um fosfolipídio, sendo parte estrutural da lecitina, fosfatidilcolina e da esfingomielina. A esfingomielina é um fosfolipídio que contém um ácido graxo, um radical fosfórico, colina e um álcool aminado.

A colina participa essencialmente no metabolismo do fígado, age prevenindo o acúmulo anormal de gordura no fígado, atuando através do transporte de lipídios como lecitina ou pelo aumento do catabolismo de ácidos graxos. Participa da síntese de acetilcolina, substância conhecida como mediadora da atividade nervosa, quando combinada com ácido acético (LEENSON & SUMMERS, 2001).

A molécula de colina possui três grupos metil, cuja função principal é atuar como doadora de grupos metil para reações de metilação no organismo (GRACIANO *et al.*, 2010), sendo a única fonte de grupos metil prontamente ativa, permitindo a síntese de compostos

chaves no metabolismo proteico e energético, como a metionina, carnitina, fosfatidilcolina e creatina (EL-HUSSEINY *et al.*, 2008).

Segundo Combs e Gerald (2008) a fosfatidilcolina (lectina) que é um elemento estrutural das membranas biológicas, é essencial na manutenção e formação da estrutura celular. Na biossíntese da lecitina, a colina deve ser antes convertida em colina ativa. A colina livre é fosforilada pela enzima citosólica, colina fosfotransferase (colina quinase), usando ATP como doador fosfato. Segundo Vieira *et. al.* (2001) considerando um fator lipotrófico a colina é encontrada tanto em células animais como vegetais, podendo apresentar-se nas formas livre ou complexada como acetilcolina, lectina e esfingomielina.

A taxa de síntese de colina em frangos aparentemente aumenta com a idade, uma vez que é difícil a deficiência de colina em aves em crescimento com idade acima de 8 semanas segundo Leeson e Summers (2001). Segundo March (1981) a adição de colina a ração de postura contendo tanto farelo de soja como farelo de canola, não surtiu efeito na produção e tamanho do ovo, pesos relativos de gema e albúmen ou na mortalidade das aves.

A vitamina B12 e o ácido fólico tem papel importante na síntese de colina, portanto, os níveis dietéticos destas vitaminas em conjunto com metionina podem ter influência significativa na necessidade de colina em aves jovens (LEENSON & SUMMERS, 2001).

### **1.3.2 Fontes de colina**

O ovo é um alimento rico em colina total (colina livre, fosfocolina, esfingomielina e glicerofosfocolina), mas especialmente em fosfatidilcolina. Segundo o USDA, a cada 100 g de gema de ovo contém aproximadamente 1,3 mg de colina livre e 630 mg de fosfatidilcolina.

As melhores fontes de colina para alimentação animal são os germes de cereais, leguminosas e oleaginosas (ex: farelo de soja). O milho é notavelmente pobre em colina (COMBS JR, 2008). A maioria dos alimentos contém pequenas quantidades de betaína. Porém, o trigo e seus subprodutos são especialmente ricos em betaína, desempenhando o papel de doador de grupos metil. Assim, a necessidade suplementar de colina para aves e suínos alimentados com dietas à base de trigo parece ser menor do que as dos animais alimentados com dietas à base de milho (MCDOWELL, 2000; COMBS JR, 2008).

A forma usual de suplementação de colina nas rações de monogástricos se dá pelo uso do cloreto de colina. Este sal composto é produzido por síntese química sendo utilizado

na indústria de alimentos para animais (Figura 2). Segundo Leeson & Summers (2001), Combs Jr (2008) e Rutz (2008) a sua forma pó é altamente higroscópico e pode acelerar as perdas de outras vitaminas quando em contato com estas. Além disso, o cloreto de colina líquido é muito corrosivo, exigindo equipamentos especiais para manejo e armazenamento (MCDOWELL, 2000).

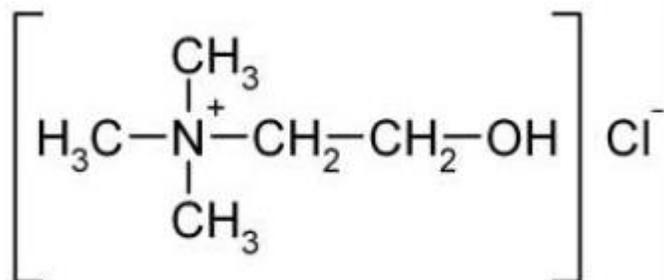


Figura 2- Estrutura do cloreto de colina.

A colina também está presente nas plantas na forma de fosfatidilcolina, colina livre e esfingomiéline, atualmente existem produtos naturais, produzidos a partir de plantas selecionadas, com alta teor de colina na forma esterificada e com alta biodisponibilidade, o que pode ser uma importante alternativa ao uso de cloreto de colina sintético. Muitas pesquisas mostraram que esses produtos podem substituir cloreto de colina em dietas para aves domésticas (GANGANE GR *et al.*, 2010).

A colina é amplamente distribuída na natureza como colina livre, acetilcolina ou como fosfolipídeos mais complexos e seus intermediários metabólicos (LEESON & SUMMERS, 2001). Os fosfolipídeos são formados por uma molécula de glicerol, duas cadeias de ácidos graxos (uma saturada e uma insaturada), um grupo fosfato e uma molécula polar ligada a ele. Dependendo da molécula que se liga ao grupo fosfato, teremos um determinado tipo de fosfolipídeo: fosfatidilcolina, fosfatidilserina, fosfatidiletanolamina.

A colina ocorre naturalmente nos alimentos principalmente na forma de fosfatidilcolina. A fosfatidilcolina é composta por dois ácidos graxos esterificados e a colina (Figura 3). De acordo com Leeson & Summers (2001), Combs Jr (2008) e Rutz (2008), menos de 10% da colina presente nos alimentos está presente na forma livre ou como esfingomiéline (análogos de fosfatidilcolina contendo esfingosina ao invés de ácido graxo).

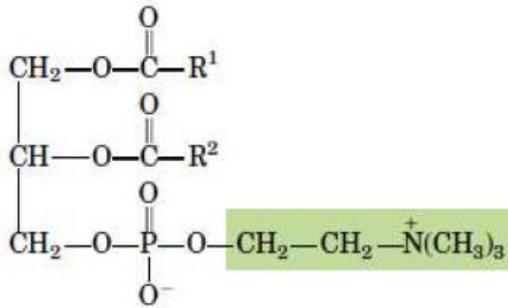


Figura 3 – Estrutura da fosfatidilcolina.

A fonte alternativa de colina, biocolina vegetal é um extrato vegetal de baixa higroscopicidade, fonte de fosfatidilcolina, à base de *Trachyspermum amni*, *Citrullus colocynthis*, *Achyranthus aspera* e *Azadirachta indica*. 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, que resulta em menor potencial reativo. Excesso de água também pode ocasionar problemas operacionais nas fábricas de ração.

Segundo Farina *et. al* (2017), aves alimentadas com dietas suplementadas com cloreto de colina apresentam maior consumo de ração em relação as aves alimentadas com Biocholine®. Os mesmos autores também relatam que a equivalência calculada entre os dois produtos, Biocholine® e cloreto de colina sintético é uma unidade de Biocholine® para 2,52 unidades de colina fornecidas como cloreto. Em outro estudo, Yu (2009) observou que a fonte vegetal de colina pode substituir o cloreto de colina nas dietas de aves, além de produzir uma melhora no ganho de peso e conversão alimentar.

Segundo Chatterjee e Misra (2004) a suplementação de biocolina vegetal em ração comercial de frangos ajuda a otimizar o metabolismo energético, aumento no desempenho produtivo e a redução de casos de síndrome do fígado gorduroso.

### 1.3.3 Absorção da colina e fosfatidilcolina

Segundo Combs Jr (2008), a colina é absorvida nas células por três sistemas de transporte: (1) transportador de alta afinidade Na<sup>+</sup>-dependente que também fornece colina para a síntese de acetilcolina em neurônios colinérgicos; (2) por transportadores de baixa

afinidade Na<sup>+</sup>-independente da família dos transportadores de cátions orgânicos e por (3) difusão passiva. Porém, quando a colina livre ou um dos seus sais é consumido (ex: cloreto de colina), a absorção é baixa, pois ao redor de 2/3 de colina é transformada em trimetilamina pelos microrganismos intestinais, sendo absorvida, depositada na carne e ovos ou excretada via urina em aproximadamente 6 a 12 horas após o consumo (LEESON & SUMMERS, 2001; COMBS JR, 2008; RUTZ, 2008).

No lúmen intestinal a fosfatidilcolina pode ser atacada enzimaticamente pela ação de fosfolipases produzidas pelo pâncreas (fosfolipase A2 que cliva a ligação  $\beta$ -éster) e da mucosa intestinal (fosfolipase A1 que cliva a  $\alpha$ -estere a fosfolipase B que cliva os dois ácidos graxos para originar glicerilfosforilcolina). As enzimas da mucosa são menos eficientes do que as pancreáticas. Assim, a maior parte da fosfatidilcolina ingerida é absorvida como lisolecitina (produto da ação da lipase pancreática), que é reacilada no enterócito para produzir fosfatidilcolina. Contudo, a fosfatidilcolina também pode ser normalmente absorvida na forma intacta não sendo sujeita ao metabolismo microbiano no intestino (COMBS JR, 2008).

#### **1.3.4 Toxicidade da Colina**

Aparentemente a toxicidade da colina é muito baixa. No entanto, efeitos deletérios foram relatados com uso de cloreto de colina. Estes incluíram a redução no crescimento, à utilização deficiente de vitamina B6 e aumento da mortalidade. A causa destes efeitos não é clara, no entanto, a toxicidade pode na realidade ter sido devido à perturbação de equilíbrio ácido-base provocada pelo elevado nível de cloreto administrado com grandes doses do sal cloreto de colina (COMBS JR, 2008).

Aves toleram altos níveis de colina, sendo necessários 20 a 30.000 mg/kg de ração para induzir uma toxicidade. Os sinais são redução do número de eritrócitos. Existem relatos que altos níveis de piridoxina aliviam a toxicidade por colina (LEESON & SUMMERS, 2001).

Pesquisas voltadas a substituição do cloreto de colina por fontes alternativas com aves de postura são escassas, principalmente no que diz respeito a qualidade dos ovos e variáveis bioquímicas. Desta forma, o presente estudo tem como objetivo verificar o uso da biocolina

vegetal alternativa em substituição ao cloreto de colina em dietas de galinhas poedeiras semipesadas e seus possíveis efeitos sobre o desempenho e qualidade dos ovos.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Geral:**

Avaliar a fonte de biocolina vegetal (Biocholine powder<sup>®</sup>) na alimentação de poedeiras comerciais.

### **1.4.2 Específicos:**

1. Comparar os índices de produtividade de poedeiras alimentadas com diferentes fontes e níveis de colina nas dietas;
2. Avaliar a qualidade dos ovos produzidos pelas aves que receberam as diferentes fontes e níveis de colina nas dietas;
3. Avaliar as variáveis bioquímicas séricas das aves que receberam os diferentes níveis e fontes de colina na dieta.

## **2 – CAPÍTULO II MANUSCRITO**

Os resultados desta dissertação são apresentados na forma de um manuscrito, com sua formatação de acordo com as orientações da Revista Brasileira de Ciência Avícola:

### **BIOCOLINA VEGETAL EM SUBSTITUIÇÃO AO CLORETO DE COLINA NA NUTRIÇÃO DE POEDEIRAS**

## 2.1 – MANUSCRITO OU ARTIGO I

### **BIOCOLINA VEGETAL EM SUBSTITUIÇÃO AO CLORETO DE COLINA NA NUTRIÇÃO DE POEDEIRAS**

**D.D. Bona, A. S. da Silva, M.M. Boiago**

1 Santa Catarina State University (UDESC), Department of Animal Science, St. Beloni Trombeta Zanin, 680E – Santo Antônio, Chapecó, SC, 89815-630, Brazil. Correspondence Dr. Boiago M. M., Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Departamento de Zootecnia, Rua Beloni Trombeta Zanin, 680E – Santo Antônio, Chapecó, SC, 89815-630, Brasil; E-mail: mmboiago@gmail.com

#### **RESUMO**

O objetivo desse trabalho foi avaliar uma fonte alternativa de biocolina vegetal na alimentação de galinhas poedeiras semipesadas em final de ciclo produtivo em substituição ao cloreto de colina, comparando os índices de produtividade, qualidade dos ovos produzidos e índices bioquímicos séricos. Foram utilizadas 125 aves com 60 semanas de idade, durante um período de 56 dias. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições (n=125). Os tratamentos utilizados foram: CN- controle negativo, sem suplementação com colina; CP300 - controle positivo, com suplementação de 300 mg/kg de cloreto de colina; T150 – 150 mg/kg, na forma de biocolina vegetal; T300 – 300 mg/kg, na forma de biocolina vegetal; T450 – 450 mg/kg, na forma de biocolina vegetal. Os resultados mostram piora da conversão alimentar quando se utilizou os tratamentos com cloreto de colina e com biocolina vegetal na dose de 450 mg/kg. O uso da biocolina vegetal proporcionou maior coloração da gema pelo leque colorimétrico e menor luminosidade. Variáveis bioquímicas como fosfatase alcalina, proteínas totais, globulinas e colesterol total sofreram efeitos positivos do uso da biocolina vegetal a partir de 300 mg/kg. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que a biocolina vegetal adicionada a dieta de poedeiras semipesadas na dosagem de 300 mg/kg de ração não alterou o desempenho das aves, intensificou a coloração da gema pelo leque colorimétrico e gerou melhoria da saúde das aves. O uso do cloreto de colina e biocolina vegetal na dosagem de 450 mg/kg causaram piora na CA. Para dados de desempenho não tivemos alterações positivas com a inclusão das fontes.

**Palavras-chave:** Aditivos alimentares, Bioquímica sérica, Desempenho, Qualidade de ovos.

**ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate an alternative choline source in commercial laying hens diet to replace choline chloride. Performance, eggs quality and serum biochemical parameters was evaluated. A total of 125 commercial semi-heavy laying hens at 60 weeks of age, during 56 days. The birds were distributed in a completely randomized design with five treatments and five replications (n = 125). The treatments were: PC - positive control using 300 mg / kg of choline chloride; NC negative control without choline sources; and three levels of choline chloride (150; 300 and 450 mg/kg). The feed efficiency was reduced when it was used the treatments with choline chloride and with 450 mg/ kg biocholine. The biocholine provided greater yolk coloration by the colorimetric fan and less luminosity. Biochemical variables such as alkaline phosphatase, total proteins, globulins and total cholesterol had positive effects from 300mg/kg of biocholine supplementation. The results of the current study indicate that dietary supplementation with 300mg/kg of biocholine in semi-heavy layers no alter the performance variables, intensified the yolk coloration by the colorimetric range, and improved the birds health. The dosage of 450 mg/kg is not indicated because reduces the feed efficiency. The use of cloline chloride and vegetable biocholine at a dosage of 450 mg/kg caused worsening of feed conversion. For per performance data, we did not change with the inclusion of the sources.

Keywords: Egg quality, Feed additives, performance, serum biochemistry.

## Introdução

Vários fatores podem influenciar o tamanho e a qualidade do ovo como a fisiologia da ave, tempo de ovoposição, 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, e genética das aves (Andriquetto *et al.*, 1998).

Considerada a colina um nutriente essencial, produz sinais clássicos quando deficiente na dieta das aves. Dentre suas funções, destacam-se: participação na construção e manutenção da estrutura celular; essencial no metabolismo do fígado, prevenindo acúmulo anormal de gordura neste órgão; síntese de acetilcolina e fornecedora de grupos metil no metabolismo (Leenson e Summers, 2001), segundo Graciano *et al.*, 2010, a colina é a única fonte de grupos metil prontamente ativa, permitindo a síntese de compostos-chaves no metabolismo proteico e energético, como a metionina, carnitina, fosfatidilcolina e creatina.

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)

De acordo com Klasing (1998), para aves a exigência de colina será maior quanto mais elevado for o nível de proteína da dieta, pois há maior necessidade de grupamentos metil para a síntese e excreção de ácido úrico. 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 da colina normalmente está relacionada com uma leve carência de proteína na ração e com o excesso e desbalanço aminoacídico, já que, participa no fornecimento do grupamento metil na síntese e excreção de ácido úrico (Harms & Russel, 1993). A sua exigência pode ser parcialmente atendida por excesso de qualquer um dos doadores de grupos metil, como a metionina ou a betaína. Salienta-se ainda que em dietas com excesso de energia, provavelmente a exigência de colina seja maior, visto que há maior demanda de lecitina e outros compostos para transportar a gordura hepática (Bertechini, 2006).

A colina é geralmente adicionada às dietas animais na forma de cloreto de colina. No entanto essa fonte tem algumas desvantagens, como alta higroscopicidade, aceleração da perda oxidativa de vitaminas na dieta e formação de trimetilamina no trato gastrointestinal das aves. Está presente nas plantas na forma de fosfatidilcolina, colina livre e esfingomiélna, atualmente existem produtos naturais, produzidos a partir de plantas selecionadas, com alta

teor de colina na forma esterificada e com alta biodisponibilidade, o que pode ser uma importante alternativa ao uso de cloreto de colina sintético. Muitas pesquisas mostraram que esses produtos podem substituir o cloreto de colina em dietas para aves domésticas (Gangane *et al.*,2010).

A fonte alternativa de colina, biocolina vegetal é um extrato vegetal de baixa higroscopicidade, fonte de fosfatidilcolina, à base de *Trachyspermum amni*, *Citrullus colocynthis*, *Achyranthus aspera* e *Azadirachta indica*. 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, Segundo Yao e Vance (1988), a fosfatidilcolina é responsável por remover os lipídios do fígado, pois ela é fundamental para formação de VLDL, que por sua vez transporta gordura até os tecidos. Farina (2017) não observou sinais de perose, nem fígado gorduroso em frangos de corte suplementados com dietas contendo fosfatidilcolina (100 a 300mg/kg).

Diante do exposto o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do uso da biocolina vegetal na alimentação de poedeiras semipesadas sobre parâmetros produtivos, de qualidade dos ovos e bioquímicos séricos.

## **Material e Métodos**

### **Colina**

A fonte alternativa de colina, biocolina vegetal (VB) utilizada no experimento foi adquirida comercialmente (Biocholine Powder®, Technofeed, SP, Brasil). O produto é produzido a partir de extratos herbais, à base de *Trachyspermum amni*, *Citrullus colocynthis*, *Achyranthus aspera* e *Azadirachta indica*, e tem níveis garantidos de 16g de fosfatidilcolina/kg de extrato. O VB foi incorporado a dieta das poedeiras com base nos resultados publicados por Souza *et al.* (2020).

### **Local e animais**

O experimento foi conduzido no galpão experimental e no laboratório de nutrição animal (LANA) do departamento de zootecnia da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Chapecó -SC.

Foram utilizadas 125 aves da linhagem Hy-line Brown com 60 semanas de idade. O experimento consistiu em dois ciclos de 28 dias, totalizando um período de 56 dias. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e cinco repetições (gaiolas com cinco aves cada). As aves foram submetidas a um programa de luz de 16 horas diárias de luz entre natural e artificial. Foram alocadas em gaiolas de arame com medidas de 0,50 X 0,40 X 0,40 m, equipadas com comedouros individuais tipos calha e bebedouro tipo *nipple*, a alimentação e a água foram fornecidas *ad libitum* em todo período experimental.

### **Tratamentos**

Os tratamentos consistiram em um controle negativo (CN), isto é, uma dieta basal sem suplementação de colina; um controle positivo (CP), dieta convencional com inclusão de cloreto de colina (300 mg/kg) como principal fonte de colina e três dietas com a adição de níveis crescentes de biocolina vegetal ( 150, 300 e 450 mg/kg), designados com T150, T300 e T400, respectivamente. As dietas experimentais foram isonutritivas e isoenergéticas (Tabela 01), sendo que as exigências nutricionais das aves e a composição dos alimentos foram baseadas nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno *et al.*, 2017). As aves não receberam período de adaptação.

Tabela 1 - Composições calculadas das dietas experimentais utilizadas no experimento.

Ingrediente (%)	CN	CP	T150	T300	T450
Milho 7,88%	65,84	65,81	65,82	65,81	65,79
Farelo de Soja 44 %	20,62	20,62	20,62	20,62	20,62
Biocolina vegetal**	0	0	0,015	0,03	0,045
Cloreto de Colina**	0	0,03	0	0	0
Calcário calcítico	9,36	9,36	9,36	9,36	9,36
Óleo de soja	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68
F. Bicálcico	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
NaCl	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
DL-Metionina	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Suplemento vit-mineral*	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
L-Lisina	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
L-Treonina	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
L-Triptofano	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>CALCULADO</b>					
PB (%)	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74
EM (kcal/kg)	2850	2850	2850	2850	2850
Ca (%)	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Ácido Linoleico (%)	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28
P disponível (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Lisina digestível (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Metionina digestível (%)	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Met.+ Cist.digestível(%)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Treonina Digestível (%)	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Triptofano digestível (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32

\*ácido fólico (200 mg / kg); ácido pantotênico (min 4,33 mg / kg); cobre (min 2,66 mg / kg); ferro (min 16,7 mg / kg); fitase (min 166,66 ftu / kg); iodo (min 400 mg / kg); manganês (min 23,3 g / kg); niacina (min 10 g / kg); selênio (min 66,7 mg / kg); vitamina A (min 2,333,333 UI / kg); vitamina B1 (min 666,7 mg / kg); vitamina B12 (min 3,333 mcg / kg); vitamina B2 (min 1,666 mg / kg); vitamina B6 (min 1000 mg / kg); vitamina D3 (min 733,333 UI / kg); vitamina E (min 3,666 UI / kg); vitamina K3 (min 533,33 mg / kg); zinco (min 16,7 g / kg); \*\*a inclusão das fontes de colina foram efetuadas fora do premix.

## **Desempenho produtivo**

A coleta de ovos foi feita diariamente no período das 12:00 horas, em que a quantidade de ovos produzida foi registrada em cada parcela experimental. No início e final de cada ciclo as rações foram pesadas, a fim de calcular o consumo por parcela e demais variáveis de desempenho.

As variáveis de desempenho avaliadas foram: produção de ovos (%), consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar (kg de ração/kg de ovos e kg de ração /dúzia de ovos), peso médio dos ovos (g) e massa de ovos (g/ave/dia). Para obtenção de valores referente a massa de ovos e peso dos ovos foram utilizados a produção total de ovos dos últimos três dias de cada tratamento.

## **Qualidade de ovos**

A qualidade dos ovos foi avaliada no último dia de cada ciclo experimental. Foram coletados dois ovos por parcela experimental para análises de gravidade específica conforme método descrito por Freitas, et al., 2004, e resistência da casca (kgf) com auxílio do Texturômetro (TA.XT Plus®) acoplada a probe P75. A unidade Haugh (HU) foi calculada através de equação  $HU = 100 \log (H(\text{mm}) + 7.57 - 1.7 W(\text{g})^{0.37})$  desenvolvida por Haugh (1937), e na gema foram determinados o índice da gema (IG) através da medição por um paquímetro digital, da relação entre a altura (mm) e o diâmetro da gema (mm), cor da gema (leque calorimétrico DSM® e luminosidade (L), intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e intensidade de amarelo ( $b^*$ ) foram obtidos utilizando um calorímetro Minolta CR-400®).

## **Coleta de amostras**

Para análises de bioquímica as aves foram contidas manualmente para coleta de sangue na veia ulnar usando uma seringa de insulina. Foram coletados 2 mL de sangue de cinco aves por tratamento, a coleta foi realizada no 14º dia de cada ciclo. Este material foi alocado em tubos sem anticoagulante para a obtenção do soro. Posteriormente, este material foi centrifugado a 3500 rpm por 10 minutos e o soro separado, coletado e congelado (-20°C)

para as análises bioquímicas. As coletas foram efetuadas com as aves em jejum alimentar (período de 8 horas) evitando alterações nos índices bioquímicos séricos.

### **Bioquímica sérica**

A concentração de fosfatase alcalina, proteína total, albumina, triglicerídeos e colesterol foram verificadas no soro, com o uso de “kits” analíticos comerciais (Analisa<sup>®</sup>) e um analisador bioquímico semi-automático BioPlus (Bio-2000<sup>®</sup>). Já os valores de globulina foram calculados pela seguinte fórmula matemática: globulina = proteínas totais – albumina.

### **Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram submetidos a análise de normalidade e distribuição (Shapiro), análise de variância e em casos de diferenças significativas as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### **Resultados**

#### **Performance**

Observou-se diferença significativa para conversão alimentar (kg/kg), com melhor valor para as aves que receberam o tratamento controle negativo, isto é, das aves que não receberão qualquer suplementação de colina, em comparação às que receberam a fonte convencional (cloreto de colina) e 450 mg/kg, enquanto que os tratamentos T150 e T300 (150 e 300 mg/kg), na forma de biocolina vegetal, respectivamente, não diferenciaram de todos os tratamentos (Tabela 2). As demais variáveis como consumo de ração, porcentagem de postura, massa dos ovos e conversão alimentar (kg/dúzia) não foram influenciadas pelos tratamentos.

Tabela 2. Valores médios obtidos para para consumo de ração (CR, g/ave/dia), porcentagem de postura (% P), peso médio dos ovos (g), massa dos ovos (g/ave/dia) e conversão alimentar (kg de ração/kg de ovos e kg de ração/dúzia de ovos) das aves submetidas aos diferentes tratamentos.

Tratamento	CR (g/ave/dia)	% P	PO (g)	MO (g/ave/dia)	CA (kg/dúzia)	CA kg/kg
CN	109	96,43	63,82	61,54	1,36	1,77 B
CP	118	94,05	61,73	58,06	1,51	2,03 A
T150	107	93,65	62,71	58,73	1,39	1,82 AB
T300	113	93,84	64,10	60,15	1,45	1,88 AB
T450	114	90,47	62,08	56,16	1,53	2,03 A
P	0,121	0,302	0,736	0,277	0,106	0,030
CV (%)	5,08	3,87	4,68	5,74	6,49	6,64

<sup>A,B</sup> – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (5%). CV = coeficiente de variação.

### Qualidade de ovos

Não foram observadas diferenças significativas para as variáveis gravidade específica, resistência da casca, unidade Haugh, índice gema e intensidade de vermelho (Tabela 3). O tratamento T450 proporcionou maior intensidade de amarelo no leque colorimétrico, quando comparado às gemas dos ovos produzidos pelas aves que receberam o tratamento com cloreto de colina, porém não diferiram dos demais tratamentos. O uso da biocolina proporcionou menores índices de luminosidade e intensidade de amarelo em relação às gemas dos ovos provenientes das aves do tratamento controle.

Tabela 3. Valores médios obtidos para de gravidade específica ( $\text{g/cm}^3$ ), resistência da casca (kgf), unidade Haugh (HU), o índice da gema (mm), cor da gema (Leque), luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e intensidade de amarelo ( $b^*$ ) dos ovos provenientes das aves submetidas aos diferentes tratamentos

Tratame nto	GE ( $\text{g/cm}^3$ )	RC (kgf)	UH	IG (mm)	Leque	$L^*$	$a^*$	$b^*$
CN	1,085	4,33	94,31	0,46	6,75 AB	61,67 A	4,77	50,94 A
CP	1,084	3,89	92,67	0,51	6,20 B	59,95 AB	6,02	45,82 AB
T150	1,081	3,90	92,11	0,45	6,60 AB	57,63 BC	4,30	40,65 B
T300	1,088	3,73	95,65	0,50	7,25 AB	55,92 C	4,67	42,27 B
T450	1,082	3,82	92,01	0,49	7,70 A	55,57 C	4,65	41,09 B
P	0,142	0,439	0,341	0,385	0,010	<0,001	0,139	<0,001
CV(%)	0,41	13,29	3,43	10,97	8,67	3,42	21,24	6,26

<sup>A,B</sup> – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (5%). CV = coeficiente de variação.

### Bioquímica Sérica.

Os menores índices de fosfatase alcalina foram encontrados nas aves submetidas ao tratamento T450 quando comparadas às do T150. O T450 proporcionou maior valor de proteínas totais ( $P < 0,05$ ) em comparação as aves dos tratamentos CP e T150.

As aves do tratamento CN apresentaram significativamente a maior concentração de albumina e o tratamento CP, isto é, que recebeu cloreto de colina a menor concentração, enquanto os tratamentos que receberam diferentes níveis de colina vegetal não diferiram dos demais. Para a variável globulina, os maiores teores ( $p < 0,01$ ) foram observados nas aves do tratamento T450, enquanto que os menores níveis foram observados nos tratamentos CN, CP e T150, enquanto o tratamento T300 não diferiu ( $p > 0,05$ ) de todos os tratamentos.

Todos os tratamentos que receberam a colina vegetal apresentaram menor concentração de colesterol total sanguíneo ( $p < 0,01$ ), quando comparados aos tratamentos CN e CP. Para concentração de triglicerídeos, foi observado que os tratamentos CN e T450 apresentaram os maiores níveis e os tratamentos CP e T300 os menores ( $p < 0,01$ ), enquanto que o tratamento T150 não diferiu ( $p > 0,05$ ) de todos os tratamentos.

Tabela 4. Valores médios obtidos para fosfatase alcalina (U/L), proteína total (mg/dl), albumina (mg/dl), triglicerídeos (mg/dl) e colesterol (mg/dl) das aves submetidas aos diferentes.

Tratamentos	FA (U/L)	PT (mg/dl)	Alb (mg/dl)	Glob (mg/dl)	Colest. (mg/dl)	Triglic. (mg/dl)
TC	195 AB	6,86 AB	1,92 A	4,94 B	82,24 A	844 A
TCC	213 AB	6,77 B	1,40 B	5,37 B	76,25 A	498 B
T150	228 A	6,40 B	1,54 AB	5,29 B	35,25 C	697 AB
T300	185 AB	7,28 AB	1,49 AB	5,79 AB	35,20 C	461 B
T450	154 B	8,45 A	1,53 AB	6,91 A	49,85 B	830 A
P	0,025	0,015	0,046	0,009	<0,001	0,001
CV (%)	16,76	11,90	16,25	13,65	9,66	21,58

<sup>A,B</sup> – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (5%). CV = coeficiente de variação.

## Discussão

### Desempenho

Como demonstrado na Tabela 2, foi observado uma piora na conversão alimentar (kg de ração/kg de ovos) ao utilizar o cloreto de colina e a biocolina vegetal na dosagem de 450 mg/kg. Os animais desses grupos apresentaram maiores e menores valores numéricos para consumo de ração e massa de ovos, respectivamente, o que refletiu na conversão alimentar. Pompeu *et al.* (2013) observaram resultado semelhante em frangos de corte suplementados com biocolina vegetal, quanto maior o nível de colina utilizado, maior o consumo de ração das aves e consequentemente maior conversão alimentar. Vasconcelos *et al.* (2013) verificaram que a elevação dos níveis de colina para poedeiras em produção, independente da fonte, aumentou o consumo de ração diário. Já Reis *et al.* (2012), ao avaliarem níveis de suplementação de colina na dieta de codornas japonesas em postura não verificaram efeitos sobre o desempenho das aves.

No entanto, os dados da literatura são controversos quanto ao de colina no desempenho das aves em geral, uma explicação para os efeitos variáveis dos níveis de colina na literatura pode ser o nível de metionina nas dietas experimentais. Este efeito pode ser explicado pela síntese endógena de colina pelo fígado, doando grupos metil para síntese de compostos para o metabolismo proteico, segundo Graciano *et al.*, 2010, a colina é a única fonte de grupos metil prontamente ativa, permitindo a síntese de compostos chaves no metabolismo proteico e energético, como a metionina, carnitina, fosfatidilcolina e creatina.

## Qualidade de ovos

Houve elevação da coloração da gema pelo leque colorimétrico com a inclusão da maior quantidade de biocolina vegetal (450 mg/kg), quando comparado com os ovos do tratamento CP. Já para as variáveis de Luminosidade ( $L^*$ ) e Intensidade de amarelo ( $b^*$ ) verificou-se decréscimo nos valores com a adição da fonte alternativa da colina. Superfícies com menores luminosidades são mais escuras ao olho humano, esse comportamento pode ser a explicação pelo fato de a coloração pelo leque ter sido maior quando se adicionou a biocolina nas dosagens crescentes, mesmo com a intensidade de amarelo menor nessas amostras quando comparadas às do grupo controle (TC).

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 pigmentação é o resultado da deposição de oxicarotenoides na gema do ovo, sendo as xantofilas, a luteína e a zeaxantina aqueles que ocorrem naturalmente (Santos-Bocanegra *et al.*, 2004). Os  $\beta$ -carotenos normalmente encontrados em pequenas quantidades, são os responsáveis pelo tom alaranjado dos ovos (Stadelman & Cotterill, 1995). Normalmente, uma coloração mais forte da gema em ovos de poedeiras comerciais é desejável e depende exclusivamente da alimentação fornecida às galinhas, uma vez que estas não são capazes de sintetizar esses pigmentos de cor, mas podem absorver de 20 a 60% dos pigmentos da ração (Stadelman & Cotterill, 1995; Lee *et al.*, 2001; Santos-Bocanegra *et al.*, 2004). Nesse sentido, a utilização da biocolina foi interessante, pois aumentou a intensidade da cor da gema expressada pelo leque colorimétrico (avaliação subjetiva).

## Bioquímica

Segundo Zhu *et al.* (2014) as análises bioquímicas séricas podem indicar o estado metabólico, nutricional e de saúde dos animais. A elevação da concentração dietética da biocolina vegetal ocasionou diminuição da fosfatase alcalina, que variou de 228 a 154 com o aumento da inclusão dessa fonte. Níveis elevados de fosfatase alcalina está relacionado às lesões oxidativas hepáticas (Botsoglou *et al.*, 2008), portanto, o uso da biocolina vegetal na dosagem de 450 mg/kg protegeu o fígado contra danos celulares.

O uso da biocolina vegetal na dosagem de 450 mg/kg ocasionou aumento da concentração de proteínas totais. As proteínas plasmáticas são responsáveis pela manutenção da pressão coloidosmótica do plasma, dessa forma contribuem para a manutenção da pressão sanguínea dentro dos limites normais (Vieites *et al.*, 2011). Também ajudam no sistema tamponante do organismo e participam do transporte de nutrientes (Ca, P, Fe, Cu, lipídios, vitaminas lipossolúveis, aminoácidos), hormônios, colesterol, bilirrubina e outras substâncias (Swenson, 2006). Maiores concentrações de proteínas plasmáticas são, portanto, benéficas para saúde animal.

A concentração de albumina variou significativamente apenas nas aves dos tratamentos CN e CP, com menores valores no grupo que recebeu o cloreto de colina. As proteínas sanguíneas são compostas basicamente por albumina e globulina, com pequena concentração de fibrinogênio. Portanto, a explicação para maiores concentrações de proteínas totais nas aves do tratamento T450 é devido a maior presença de globulinas no plasma das aves. O aumento dos níveis de globulina pode estar relacionado a uma influencia direta no metabolismo proteico, pois segundo El-Husseiny *et al.* (2008) a molécula de colina possui três grupos metil, cuja função principal é atuar como doadora de grupos metil para reações de metilação no organismo, segundo Graciano *et al.*, 2010, a colina é a única fonte de grupos metil prontamente ativa, permitindo a síntese de compostos chaves no metabolismo proteico e energético, como a metionina, carnitina, fosfatidilcolina e creatina.

A maioria das proteínas circulantes no plasma são sintetizadas pelo fígado, sendo que as imunoglobulinas são produzidas por linfócitos B e plasmócitos, representando um componente significativo na concentração das proteínas plasmáticas totais (Campbell, 2004).

Alguns distúrbios podem interferir nos padrões normais das proteínas plasmáticas. Na insuficiência hepática há diminuição significativa dos valores das proteínas totais, com aumento na relação albumina/globulinas (A/G), incluindo alterações gastrintestinais e renais, levando a um quadro de hipoproteinemia (Lumeij, 1997).

Observa-se que os níveis de colesterol sérico caíram apenas quando se utilizou a biocolina vegetal, com maior redução nos tratamentos T150 e T300. Kulinski *et al.* (2004) verificaram que a deficiência de colina na ração de frangos de corte ocasionou efeito hipercolesterolêmico, inibindo a síntese de fosfatidilcolina em hepatócitos, com consequente elevação da concentração de gordura no fígado.

Menores níveis de triglicerídeos foram verificados nas aves dos tratamentos CP e T300. Segundo Toghiani *et al.* (2017), aumento nos níveis séricos de triglicerídeos em galinhas alimentadas *ad libitum* ocorrem devido a um aumento na lipoproteína de densidade baixa (VLDL) no soro, o principal transportador de triglicerídios. Pode ser considerado um indicador de alteração na secreção hepática de VLDL na lipogênese hepática. Segundo Nelson & Cox (2011), quando a dieta contém ácidos graxos em quantidades maiores que a necessária para o metabolismo energético normal, esses são convertidos em triacilgliceróis no fígado e ligados a lipoproteínas específicas, formando VLDL, bem como o excesso de carboidratos na dieta. Infiltração de gordura no fígado ocorre em função de deficiência de colina, pois a fosfatidilcolina é necessária para síntese de VLDL (Wagner e Folkers, 2008).

### **Conclusões**

Com base nos resultados apresentados podemos concluir que a suplementação da dieta com colina nas doses e fontes testadas não causou efeitos positivos no desempenho das aves. O uso do cloreto de colina e da fonte de biocolina vegetal na dosagem de 450 mg/kg adicionada a dieta de poedeiras semipesadas pioraram a conversão alimentar.

O uso da fonte vegetal de colina ocasionou menores luminosidade e intensidade de vermelho nas gemas, e gerou melhoria da saúde das aves.

### **REFERÊNCIAS**

Andriguetto, J. M.; Perly, L.; Minardi, J. S.; Souza, G. A. De; Bona Filho, A. Aves In: Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da Nutrição Animal, os alimentos. 6.ed. São Paulo: Nobel, 1998. 395p.

Barroeta, A; Calsamiglia, S; Cepero, R; López-Bote, C; Hernandez, J.M. Nutrição vitamínica ideal de animais para a produção de alimentos de qualidade. Pulso Ediciones. Barcelona, 2002. 208 p.

Bertechini, A.G. Nutrição de monogástricos. Lavras: Ed. UFLA, 2013.369p.

Campbell, T.W. Clinical chemistry of birds. In: Thrall, M.A.; Baker, D.C; Campbell, T.W.; Denicola, D.; Fettman, M.J.; Lassen, E.D.; Rebar, A.; Weiser, G. Veterinary Hematology and Clinical Chemistry. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2004. p. 479-492.

Botosoglou, N.A; Taitzoglou, I.A; Botsoglou, S.N, Kokoli, A.N; Robies, N. Efeito da administração de orégano na dieta a longo prazo no alívio de estresse oxidativo induzido por tetracloreto de carbono em ratos. J. Agric. Food. Chem, 2008, 56 (15) pg. 6287-6293.

El-husseiny, O.M. Galal, E.D; M Abdul, A; Mabroke, R.S. Effect of mixed protein schedules combined with choline and betaine on the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture Res, 39: 291-300, 2008.

Farina, G. Ebling, P.D; Marx, F.R; Cesar, R; Ribeiro, A.M.L. 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.

Gangane GR, Gaikwad NZ, Ravikanth K, Maini S. The Comparative effects of synthetic choline and herbal choline on hepatic lipid metabolism in broilers. Veterinary World. 2010;3(7):318-320.

Graciano, T.S. et al. Desempenho e morfologia hepática de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas suplementadas com metionina e colina. Pesq Agropec Bras, 45: 737-743, 2010.

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.; Russell, G. B. Amino acid supplementation restores performance of commercial layers fed a low protein diet. Poultry Science, v. 72, p. 1892-1896, 1993.

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

Kulinski, A; Vance, D.E; Vance, J.E. 2004. A Choline-deficient Diet in Mice Inhibits neither the CDP-Choline Pathway for Phosphatidylcholine Synthesis in Hepatocytes nor Apo lipoprotein B Secretion. *Journal of Biol. Chem.*, 279 (23):23916-23924.

Leeson, S.; Summers, J. *COMMERCIAL POULTRY NUTRITION*. 4 ed. Guelph: University Books, 2001

Lumeij, J.T. Avian clinical biochemistry. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (Eds.), *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 5 th ed., Boston MA: Academic Press, 1997. p. 864-873.

Nelson, D.I.; Cox, M.M. *Principios da bioquímica de Lehninger*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 1275 pg.

Pompeu, M.A Bãiao, N.C; Lara, L.J.C; Ecco, R; Rocha, J.S.R; Fernandes, M.N.S; Barbosa, V.M; Miranda, D.J.A. Suplementação de colina em dietas para frangos de corte machos em fase de crescimento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, V.65, n.6, p.1836-1842, 2013.

Reis, R.S, Barreto, S.L.T; Paula, E; Muniz, J.C.L; Viana, G.S; Mencialha, R; Barbosa, L.M.R. Níveis de suplementação de colina na dieta de codornas japonesas em postura. *Ver. Brasileira de agropecuário Sustentavel (RBAS)*., V.2, n.1., p.118-123, 2012.

Santos-Bocanegra, E.; Ospina-Osorio, X.; Oviedo-Rondón, E.O. Evaluation of xanthophylls from *Targetes erectus* (Marigold Flower) and *Capsicum* sp. (Red Pepper Paprika) as a pigment for egg yolks compare with synthetic pigments. *Int. J. Poult. Sci.*, v.3, p.685-689, 2004.

Souza, C.F, Baldissera, M. D, Baldisserotto, B, Petrolli, T. G, Da Glória, E. M, Zanette, R. A, Da Silva, A. S, 2020. Dietary vegetable choline improves hepatic health of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed aflatoxin-contaminated diet. *Comparative Biochemistry and*

Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 227, 108614.  
<https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2019.108614>

Stadelman, W.J.; Cotterill, O.J. *Egg Science and Technology*. 4.ed. New York: Haworth Food Products, 1995. 591p.

Swenson, M.J. *Dukes -Fisiologia dos animais domésticos*. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 946p.

Toghyani, M; Girrish, C.K; Wu, S.B; Iji, P.A; Swick, R.A. Efeito de níveis elevados de aminoácidos em dietas ricas em farinha de canola sobre as características produtivas e população da microbiota cecal de Frangos de corte em um estudo de alimentação em pares. 2017. *Poultry Science* 96 (5): 1268-1279.

Vasconcelos, R.J.C; Baião, N.C; Lara, L.J.C; Ecco, R; Machado, A.L.C; Pompeu, M.A; Rocha, J.S.R; Miranda, D.J.A . Efeitos da suplementação de colina sobre o desempenho de poedeiras comerciais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, n.65, p.1116-1122, 2013.

Vieites, F. M.; Fraga, A.L.; Moraes, G.H.K.; Vargas Júnior, J.G.; Nalon, R.P.; Corrêa, G.S.S.; Nunes, R.V. Cálcio, fósforo e proteína total no sangue de frangos de corte em função de níveis de balanço eletrolítico da ração. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.63, n.4, p.887-894, 2011.

Wagner, A.F.; Folkers, K. Quasi-vitamins. In: *The Vitamins: Fundamental Aspects In Nutrition And Health*. 3th ed. Cornell University, Division of Nutritional Sciences, 2008. p. 399-433.

Zhu, X; Liu, W; Yuan, S; Chen, H. O efeito de diferentes níveis dietéticos de óleo essencial de tomilho sobre os índices bioquímicos séricos em frangos de corte Mahua, *Ital.J.Anim.Sci*, 13 (2014), pg. 576-581.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biocolina vegetal é uma fonte vegetal de fosfatidilcolina que otimiza o metabolismo energético, controla a síndrome de fígado gorduroso e é degradada pelas bactérias intestinais, o que evita a formação de trimetilamina, além de não ser higroscópica, o que permite sua adição direto no premix. O presente estudo demonstrou que o uso da bicolina vegetal até 300 mg/kg é boa alternativa ao uso do cloreto de colina, fonte de colina tradicionalmente utilizada nas rações de aves e suínos.

## REFERÊNCIAS – Cap 1

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual. 2019

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, J. S.; SOUZA, G. A. DE; BONA FILHO, A. Aves In: Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da Nutrição Animal, os alimentos. 6.ed. São Paulo: Nobel, 1998. 395p.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, J. S.; SOUZA, G. A. DE; BONA FILHO, A. Aves In: Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da Nutrição Animal. São Paulo: Nobel, 2002. V. 1, cap. 2, p. 17-39.

BERTECHINI, A.G. Nutrição de monogástricos. Lavras: Ed. UFLA, 2013.369p.

CARVALHO, F.B; STRINGHINI, J.H; JARDIM, F. R.M; LEANDRO, N.S.M; CAFÉ, M.B; DEUS, H.A.S.B. 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.

CHATTERJEE S, AND MISRA,S. K, Efficacy of herbal Biocholine in controlling fatty liver syndrome in comercial broilers on high metabolic energy diet. Fytomedica. 2004;5:37-39. Disponível em <http://eurekamag.com/research/004/140/004140101.php>.

COMBS Jr. G.F. The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health. 3th ed. Cornell University, Division of Nutritional Sciences, 2008. 583p.

DE KETELEARE, B; GOUVAERTS, T; COUKE, P; DEWIL, E; VISSCHER, J.; DECUYPERE, E; DE BAERDEMAEKER, J. Measuring the eggshell strength of 6 different genetic strains of laying hens: techniques and comparison. *British Poultry Science*, 43: 229-244, 2002.

EL-HUSSEINY, O.M. GALAL, E.D; M ABDUL, A; MABROKE, R.S. Effect of mixed protein schedules combined with choline and betaine on the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Res*, 39: 291-300, 2008.

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.

Gangane GR, Gaikwad NZ, Ravikanth K, Maini S. The Comparative effects of synthetic choline and herbal choline on hepatic lipid metabolism in broilers. *Veterinary World*. 2010;3(7):318-320.

Graciano, T.S. et al. Desempenho e morfologia hepática de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas suplementadas com metionina e colina. *Pesq Agropec Bras*, 45: 737-743, 2010.

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

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

MCDOWELL, L.R. Vitamins in animal and human nutrition. 2<sup>nd</sup> ed. Iowa State University Press, 2000. 793 P.

MENDES, F.R. et al. Qualidade bacteriológica de ovos contaminados com *Pseudomonas aeruginosa* e armazenados em temperatura ambiente ou refrigerados. *Ciência animal Brasileira*. V.15,p 444-450,2014.

OLIVEIRA, B.L; OLIVEIRA, D.D. Qualidade e tecnologia de ovos. UFLA., 224 pg.,2013.

RÊGO,I.O.P.; CANÇADO,S.V; FIGUEIREDO, T.C.; MENEZES, L.D.M.; OLIVEIRA, D.D.; 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.

REIS, R.S, BARRETO, S.L.T; PAULA, E; MUNIZ, J.C.L; VIANA, G.S; Raquel MENCALHA, R; BARBOSA, L.M.R. Níveis de suplementação de colina na dieta de codornas japonesas em postura. *Ver. Brasileira de agropecuário Sustentavel (RBAS)*., V.2, n.1., p.118-123,2012.

RUTZ, F. Absorção de vitaminas. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008, p. 149-166.

SAKOMURA, N.K; SILVA, J.H; COSTA, F.G.P; FERNANDES, J.B.K; HAUSCHILD, L. **Nutrição de Não Ruminantes**. São Paulo: FUNEP,2014. P. 678.

SHARMA, K.S. et al. Efficacy oh Herbal BioCholine on the biological performance of broilers fed in high energy diet. *Souvenir of 22° Conference of Indian Poultry Science, Association and National Symposium*, 7-9 April, 2004; Palampur.

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.

VIEIRA,S.L. Chelated minerals for poultry. Brazilian journal of Poultry Science, v.10,n.2.p.73-79.2001.

YU C. Effect of Biocholine as a replacement of synthetic choline chloride (60%) in comercial broilers, Poultry technology. 2009;3:38-40.

## CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Adição de colina vegetal na alimentação de galinhas poedeiras no terço final de produção", protocolada sob o CEUA nº 9438130319 (p.00000), sob a responsabilidade de **Aleksandro Schafer da Silva** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade do Estado de Santa Catarina (CEUA/UDESC) na reunião de 12/04/2019.

We certify that the proposal "Addition of vegetable choline to feed laying hens in the final third of production", utilizing 140 Birds (140 females), protocol number CEUA 9438130319 (p.00000), under the responsibility of **Aleksandro Schafer da Silva** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was approved by the Ethic Committee on Animal Use of the University of Santa Catarina State (CEUA/UDESC) in the meeting of 04/12/2019.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa (Acadêmica)**

Vigência da Proposta: de **04/2019 a 12/2019** Área: **Zootecnia**

Origem:	Aviário do setor de avicultura CAV/UDESC		
Espécie:	Aves	sexo:	Fêmeas
		idade:	70 a 71 semanas
		N:	140
Linhagem:	galinhas poedeiras	Peso:	2500 a 3000 g

Local do experimento: O experimento vai ocorrer no setor de avicultura localizado na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), em gaiolas de galinhas com capacidade de 7 animais/cada. As análises das amostras de ovos serão realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Em relação às análises bioquímicas serão realizadas no Laboratório de Anatomia Animal da mesma instituição.

Lages, 30 de maio de 2019



Marcia Regina Pfuetschenreiter  
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof. Dr. Ubirajara Maciel da Costa  
Vice-Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade do Estado de Santa Catarina