

Produção Animal

Valeska Regina Reque Ruiz
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2019

Valeska Regina Reque Ruiz
(Organizadora)

Produção Animal

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © da Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
---	--

P964	Produção animal [recurso eletrônico] / Organizadora Valeska Regina Reque Ruiz. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Produção Animal; v. 1)
------	--

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-260-9
DOI 10.22533/at.ed.609191504

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Produção animal. I. Ruiz, Valeska Regina Reque. II. Série.

CDD 636.089025

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As cadeias produtivas têm ganhado destaque na economia nacional havendo necessidade de se promover melhoria do desempenho dos diversos setores envolvidos, especialmente aqueles que envolvem a produção animal.

Dentre as cadeias produtivas de maior destaque temos as criações de ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos), a piscicultura (que tem aumentando consideravelmente), a avicultura, a suinocultura e a criação de animais não convencionais (como codornas e coelhos).

Para que produtores possam continuar com este crescimento, há necessidade de aperfeiçoamento nas áreas da ciência, tecnologia e inovação.

Pensando nisto a Editora Atena traz esta compilação de artigos sobre produção animal, como forma de aprofundar o entendimento sobre as cadeias da produção animal, separados de forma a facilitar a busca e a leitura, destacando as principais produções, produções não convencionais e a agricultura familiar.

Boa leitura!

Valeska Regina Reque Ruiz

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
BARAÇO DE BATATA DOCE COMO REDUTOR DE CUSTOS EM DIETAS PARA COELHOS	
Ana Carolina Kohlrausch Klinger	
Diuly Bortoluzzi Falcone	
Geni Salete Pinto de Toledo	
Leila Picolli da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6091915041	
CAPÍTULO 2	6
CASCA DE BANANA E SEU EFEITO NA REDUÇÃO DE CUSTOS E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE COELHOS DE CORTE	
Diuly Bortoluzzi Falcone	
Ana Carolina Kohlrausch Klinger	
Aline Neis Knob	
Geni Salete Pinto De Toledo	
Leila Picolli Da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6091915042	
CAPÍTULO 3	13
METIONINA + CISTINA NA COTURNICULTURA DE POSTURA	
Taynara Prestes Perine Moretto Rodrigues	
Simara Márcia Marcato	
Caroline Espejo Stanquevis	
Taciana Maria de Oliveira Bruxel	
Mariani Ireni Benites	
Daiane de Oliveira Grieser	
DOI 10.22533/at.ed.6091915043	
CAPÍTULO 4	27
NUTRITIONAL VALUE OF FORAGE PEANUT (ARACHIS PINTOI CV. BRS MANDOBI) AND ELEPHANT GRASS SILAGES	
Jucilene Cavali	
Victor Rezende Moreira Couto	
Marlos Oliveira Porto	
Maykel Franklim Lima Sales	
Judson Ferreira Valentim	
Eriton Egidio Valente	
Ivanna Moraes Oliveira	
Elvino Ferreira	
Gleidson Giordano Pinto de Carvalho	
Luciane Cunha Codognoto	
DOI 10.22533/at.ed.6091915044	
CAPÍTULO 5	41
ONICOGRIFOSE EM <i>Puma Concolor</i> MANTIDO EM CATIVEIRO	
Adriana Cristina de Faria	
José Ricardo de Souza	
Reginaldo Bicudo Junior	
Carlos Eduardo Pereira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.6091915045	

CAPÍTULO 6 49

RELAÇÕES ENTRE AMINOÁCIDOS SULFUROSOS E COLINA PARA CODORNAS DE CORTE

Daiane de Oliveira Grieser

Antonio Claudio Furlan

Paulo Cesar Pozza

Simara Márcia Marcato

Vittor Zancanela

Taynara Prestes Perine Moretto Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.6091915046

CAPÍTULO 7 62

THERMAL STRESS AND ENVIRONMENTAL INFLUENCE ON PHYSIOLOGICAL RESPONSE AND FEED CONSUMPTION IN RABBITS NEW ZEALAND

Cecilia Andrade Sousa

Denise Christine Ericeira Santos

Natanael Pereira da Silva Santos

Daniel Biagiotti

Keytte Fernanda Vieira Silva

Warlen Oliveira dos Anjos

Jean Rodrigues Carvalho

Paulo Henrique Ribeiro Alves

DOI 10.22533/at.ed.6091915047

CAPÍTULO 8 67

UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS XILANASES PARA CODORNAS DE CORTE

Erica Travaini Grecco

Simara Márcia Marcato

Caroline Espejo Stanquevis

Taciana Maria de Oliveira Bruxel

Eline Maria Finco

Daiane de Oliveira Grieser

DOI 10.22533/at.ed.6091915048

CAPÍTULO 9 81

BIOMETRIA DE VÍSCERAS E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE CODORNAS DE CORTE AOS 14 E 35 DIAS DE IDADE SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SELÊNIO ORGÂNICO E VITAMINA E

Vittor Zancanela

Antonio Claudio Furlan

Simara Márcia Marcato

Paulo César Pozza

Daiane de Oliveira Grieser

Caroline Espejo Stanquevis

Tainara Ciuffi Euzébio

Mariani Ireni Benites

DOI 10.22533/at.ed.6091915049

CAPÍTULO 10 93

ALTERAÇÕES DO EQUILÍBRIO PODAL DE JUMENTOS PÊGA

Raquel Moreira Pires dos Santos Melo

Clara D'Elia Thomaz de Aquino

Ana Flávia Nunes Moreira

Fernando Afonso Silva Moreira

Paola Danielle Rocha da Cruz

Frederico Antônio Sousa Fonseca

Michel Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.60919150410

CAPÍTULO 11 98

PEQUIAGRO - PROJETO EM ESTRUTURAÇÃO DE EQUIDEOCULTURA NO AGRONEGÓCIO DE EDÉIA E REGIÃO

Priscila Pereira do Nascimento
Maria Izabel Amaral Souza
Juan Carlos Roberto Saavedra More
Thamara Venâncio de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.60919150411

CAPÍTULO 12 103

ALTERAÇÕES HISTOPATOLÓGICAS NAS BRÂNQUIAS DE *Betta Splendens* PROMOVIDAS POR *Aeromonas Hydrophila*

Claucia Aparecida Honorato
Rebeca Maria Sousa
Thiago Leite Fraga
Camila Aparecida Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.60919150412

CAPÍTULO 13 114

ANÁLISE PARASITÁRIA DE PEIXES EM CATIVEIRO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*), PIRAPITINGA (*Piaractus brachypomum*), E HÍBRIDO TAMBATINGA (*C. macropomum* x *P. brachypomum*)

Jessica Caioni Luiz
Laila Natasha Santos Brandão
Lorena Alice Campos Bezerra
Shirlei de Vargas

DOI 10.22533/at.ed.60919150413

CAPÍTULO 14 120

AVALIAÇÃO PRODUTIVA E ECONÔMICA DE TILÁPIAS SUBMETIDAS A DIFERENTES TAXAS DE ALIMENTAÇÃO EM TANQUES REDE

Frederico Augusto de Alcântara Costa
Renan Rosa Paulino
Larissa Carneiro Costa Azeredo
Renato da Silva Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.60919150414

CAPÍTULO 15 126

AVALIAÇÃO DO USO DE SAL NA SIMULAÇÃO DO TRANSPORTE DE MACHOS E FÊMEAS DO PEIXE (*Betta splendens*)

Gabriela Marafon
Luis Ricardo Romero Arauco

DOI 10.22533/at.ed.60919150415

CAPÍTULO 16 130

CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO MITOCONDRIAL CITOCROMO OXIDASE I DA ESPÉCIE *Odontesthes Humensis*

Vanessa Seidel
Gabrielle Silveira Waishaupt
Daniel Ângelo Sganzerla Graichen
Lusma Gadea de Mello

Mateus Tremea
Alexandra Möller Alves
Gadrieli Cristina Gheno
Suellen Susin Gazzola
Rafael Aldrighi Tavares

DOI 10.22533/at.ed.60919150416

CAPÍTULO 17 134

DESENHO DE *PRIMERS* PARA ANÁLISE DO POLIMORFISMO DO GENE MITOCONDRIAL MT-ATP SUBUNIDADE 6 (MTATP6) EM PEIXE-REI

Gabrielle Silveira Waishaupt
Daniel Ângelo Sganzerla Graichen
Vanessa Seidel
Lusma Gadea de Mello
Mateus Tremea
Alexandra Möller Alves
Gadrieli Cristina Gheno
Suellen Susin Gazzola
Rafael Aldrighi Tavares

DOI 10.22533/at.ed.60919150417

CAPÍTULO 18 139

EFEITO DA DENSIDADE DE CULTIVO NO DESEMPENHO DO PEIXE BETTA (*Betta splendens*)

Ana Rocha Mesquita
Luis Ricardo Romero Arauco
Arleia Medeiros Maia
Gabriela Gomes da Silva
Guilherme Silva Ferreira
José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta

DOI 10.22533/at.ed.60919150418

CAPÍTULO 19 143

O PERFIL DO PRODUTOR E A FORMA DE COMERCIALIZAÇÃO DE FORMAS JOVENS NO TOCANTINS

Kétuly da Silva Ataidés
Thiago Fontolan Tardivo
Peter Gaberz Kirschnik
Manoel Pedroza Filho
Larissa Uchôa da Rocha

DOI 10.22533/at.ed.60919150419

SOBRE A ORGANIZADORA..... 147

RELAÇÕES ENTRE AMINOÁCIDOS SULFUROSOS E COLINA PARA CODORNAS DE CORTE

Daiane de Oliveira Grieser

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Paraná

Antonio Claudio Furlan

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Paraná

Paulo Cesar Pozza

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Paraná

Simara Márcia Marcato

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Paraná

Vittor Zancanela

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Paraná

Taynara Prestes Perine Moretto Rodrigues

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Paraná

RESUMO: A criação de codornas é uma atividade promissora em franca expansão, tanto para a obtenção de carne como de ovos. A produção de carne é vantajosa pela precocidade de abate, qualidade na composição nutricional e por ser uma alternativa de consumo para a população com sabor inigualável. Porém, esse setor requer melhorias na atividade para aumentar a lucratividade dos produtores, com destaque especial para a nutrição, já que a

alimentação dessas aves é responsável por cerca de 70% dos custos de produção. Dentre os aminoácidos, a metionina é o primeiro limitante em dietas para aves à base de milho e farelo de soja, sendo que a suplementação do referido aminoácido se faz necessária. Assim como a metionina, a cistina também é sulfurosa, sendo que a sua exigência é atendida por meio da suplementação de metionina nas dietas. Esses dois aminoácidos são de fundamental importância no organismo animal, por atuarem principalmente, como substrato na síntese de proteínas corporais. A colina que é uma vitamina hidrossolúvel, também participa do metabolismo desses aminoácidos sulfurosos, pois a colina é oxidada formando a betaína, que doa grupamentos metil para a homocisteína, proporcionando a formação de metionina, podendo reduzir a concentração de homocisteína no organismo que pode ser benéfico para as aves. Esta abordagem permitirá um maior conhecimento da criação das codornas de corte e metabolismo dos aminoácidos sulfurosos e colina, bem como sua importância nas dietas das aves.

PALAVRAS-CHAVE: cistina, homocisteína, metionina, nutrição

ABSTRACT: The creation of quail is a promising activity booming, both for meat and eggs. The meat production is advantageous due to

the precocity of slaughter, quality in the nutritional composition and because it is an alternative of consumption for the population with unparalleled flavor. However, this sector requires improvements in the activity to increase producers' profitability, with special emphasis on nutrition, already that the feeding of these birds is responsible for about 70% of production costs. Among the amino acids, the methionine is the first limitation in diets for birds based on corn and soybean, wherein supplementation of said amino acid is necessary. As well as methionine, the cystine is also sulfurous, being that its requirement is attended through methionine supplementation in diets. These two amino acids are of fundamental importance in the animal organism, by acting primarily as a substrate in the synthesis of body proteins. Choline, which is a water soluble vitamin, also participates in the metabolism of these sulfur amino acids, because choline is oxidized to betaine, which gives methyl groups to homocysteine, providing methionine formation, which can reduce the concentration of homocysteine in the body that can be beneficial for birds. This approach will allow a greater knowledge about the creation of meat-type quail and metabolism of sulfur amino acids and choline, as well as their importance in the diets of birds.

KEYWORDS: cystine, homocysteine, methionine, nutrition

1 | INTRODUÇÃO

A coturnicultura vem se destacando no mercado nacional, com grande potencial de crescimento no mercado mundial, porém necessita de maiores investimentos em pesquisas, tecnologias e divulgação dos produtos, para aumentar a eficiência e tornar essa atividade mais competitiva no mercado de proteína animal (OLIVEIRA *et al.*, 2002; PINTO *et al.*, 2002; MÓRI *et al.*, 2005).

Os estudos relativos à área de nutrição são impactantes, por ser responsável pela maior parte dos custos relacionados à produção avícola, sendo que o item que representa o maior gasto é a proteína presente na dieta (BARRETO *et al.*, 2006). O conhecimento das exigências nutricionais permite um melhor aperfeiçoamento dos programas alimentares, proporcionando às aves uma dieta equilibrada e que atenda às necessidades nutricionais, maximizando a lucratividade. Ainda, a nutrição balanceada deve garantir o desenvolvimento estrutural e o funcionamento metabólico adequados, questões estas que tomam parte da preocupação dos nutricionistas (SILVA, 2009).

A escassez de informações relacionadas às exigências nutricionais das codornas europeias (abate aos 35 dias com peso corporal entre 200-300g) faz com que ocorra o fornecimento de rações com quantidades de nutrientes inadequados, resultando em baixo desempenho e/ou desperdício de nutrientes da dieta, conseqüentemente, aumentando os custos da produção de carne. As informações nutricionais utilizadas são, geralmente, de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), ou de outras linhagens, ou até mesmo usam-se valores de tabelas de exigências nutricionais antigas e de outros países, não sendo ideais para as nossas condições climáticas, à exemplo do National Research Council (NRC, 1994). Também são usadas as

tabelas de Silva (2009), para codornas japonesas e europeias, porém nem todas as exigências nutricionais recomendadas são específicas para codornas europeias, além da exigência de alguns nutrientes terem sido determinadas em outros países (BARRETO *et al.*, 2006).

2 | IMPORTÂNCIA DOS AMINOÁCIDOS NA NUTRIÇÃO DE CODORNAS

As proteínas são compostas por polímeros de aminoácidos, que se unem uns aos outros por ligações covalentes. Geralmente, são encontrados 20 diferentes aminoácidos nas proteínas. Caracterizam-se por possuírem um grupo carboxil e um grupo amino ligados ao átomo de carbono α , diferindo na estrutura, tamanho e carga elétrica das suas cadeias laterais, o que causa diferenças quanto à sua solubilidade em água (LEHNINGER e COX, 2014).

Os aminoácidos são utilizados no organismo para a realização principalmente da síntese proteica, visando à manutenção corporal e à deposição de tecidos. Podem ser classificados em essenciais, não essenciais e condicionalmente não-essenciais, pelo fato do organismo ser capaz de sintetizá-los a partir de metabólitos intermediários ou de outros aminoácidos. A essencialidade pode variar de acordo com a espécie e a idade do animal, sendo que os essenciais são: treonina, metionina, isoleucina, leucina, valina, triptofano, fenilalanina, histidina e lisina. Os semi-essenciais são: cisteína, tirosina, prolina e arginina. E os não essenciais são: serina, glicina, alanina, asparagina, aspartato, glutamato e glutamina (D'MELLO, 2003a).

O fornecimento de dietas com quantidades de aminoácidos inadequadas, que não atendem às exigências nutricionais, diminuem a concentração no plasma e tecidos dos aminoácidos que estão deficientes na dieta. Como resposta, o animal diminui o consumo de alimentos tentando diminuir os efeitos deletérios causados pela falta de aminoácidos, ocorrendo, conseqüentemente, uma redução no crescimento (PARK, 2006; BERTECHINI, 2003). Porém, os aminoácidos ingeridos em excesso não são armazenados no organismo, sendo catabolizados para gerar energia, e o grupo amino é excretado na forma de ácido úrico nas aves (MOREIRA e POZZA, 2014). Rações com quantidades elevadas de aminoácidos ocasionam redução no desempenho dos animais e, conseqüentemente, elevação dos custos de produção e contaminação ambiental, devido a excreção de nitrogênio em excesso no organismo (BERTECHINI, 2003).

3 | METABOLISMO DA METIONINA E CISTINA

A metionina é um aminoácido sulfuroso essencial, que possui um átomo de enxofre, o que justifica sua denominação sulfuroso, juntamente com a cisteína (LEWIS, 2003).

A metionina é o primeiro aminoácido limitante para aves em dietas à base de

milho e farelo de soja, e também devido a sua elevada exigência para esta espécie. Além disso, o processo de formação das penas, demandam aproximadamente 2% de metionina e 25% de cistina da dieta (LEESON E SUMMERS, 1997; PINTO *et al.*, 2003; OLIVEIRA NETO, 2014), sendo que a necessidade de cistina é atendida pela suplementação de metionina, o que justifica as recomendações nutricionais serem expressas como metionina + cistina, uma vez que é sintetizada a partir da metionina (LEHNINGER e COX, 2014).

Desta forma, a cistina é classificada como não essencial, pois pode ser sintetizada pelo organismo dos animais, não sendo necessária a sua suplementação. A metionina atende às exigências de cistina na dieta, por atuar na doação de radicais metil, sendo a precursora da biossíntese da cisteína, que ligada aos pares por uma ponte dissulfeto forma a cistina, cujo processo é irreversível (LEHNINGER e COX, 2014). A adição de cistina na dieta poderia reduzir até a metade das necessidades nutricionais de metionina, porém é economicamente inviável, devido ao elevado custo da sua fonte industrial em relação às fontes de metionina (BERTECHINI, 2003).

A metionina também atua doando grupamentos metílicos necessários à biossíntese de colina, creatina, creatinina, poliaminas, epinefrina e melatonina, que são necessários para o bom funcionamento do organismo (CASTRO *et al.*, 2011). A principal função da metionina é ser substrato para a síntese de proteína corporal (formação da massa muscular), proporcionando aos animais expressar o seu máximo potencial genético para ganho de peso e conversão alimentar. Tanto a metionina quanto os produtos formados através das reações químicas e enzimáticas do seu metabolismo participam da metilação de RNA, DNA, proteínas e lipídios, na divisão celular, no sistema antioxidante (glutathiona) e estão envolvidos na digestão e absorção de lipídios (precursor da taurina) (OLIVEIRA NETO, 2014).

A complexa biotransformação da metionina, denominada de ciclo da metionina ou da homocisteína, pode ser dividida nas seguintes vias: metilação, remetilação e transulfuração (Figura 1). Este ciclo inicia-se com a metionina proveniente da dieta que pode ser convertida a S-adenosilmetionina (doador universal de grupos metil) através da ação da enzima metionina-adenosiltransferase, que catalisa a transferência da adenosina para a metionina. A S-adenosilmetionina, doadora universal de grupos metil, favorecida pela enzima metil-transferase, forma o S-adenosil-homocisteína, que é hidrolisada com a ajuda da enzima adenosil-homocisteína-hidroxilase à homocisteína e à adenosina. Esta é a etapa de transformação da metionina em homocisteína denominada via de metilação (BYDLOWSKI *et al.*, 1998; PILLAI *et al.*, 2006; OLIVEIRA NETO, 2014).

A homocisteína é um metabólico intermediário na via biossintética, que pode converter a metionina em cisteína, pela via da transulfuração, ou em caso de balanço negativo de metionina, a homocisteína pode ser transformada em metionina, através da via da remetilação (BYDLOWSKI *et al.*, 1998).

Na via da remetilação, ocorre a regeneração da metionina pela disponibilização de

um grupo metil (CH₃) para a homocisteína, pela ação da enzima a 5- metiltetrahidrofolato-homocisteína metiltransferase, também conhecida como metionina sintetase que é encontrada em todas as células animais, atuando na transformação do 5- 8 metil-tetrahidrofolato em tetra-hidrofolato, utilizando como cofator a vitamina B12. A enzima betaína-homocisteína-metiltransferase encontra-se no fígado e rins e também pode disponibilizar um grupo metil, por atuar na reação da betaína em dimetilglicina. A betaína é um produto proveniente da dieta ou da oxidação da colina (SELHUB, 1999; PILLAI *et al.*, 2006; OLIVEIRA NETO, 2014).

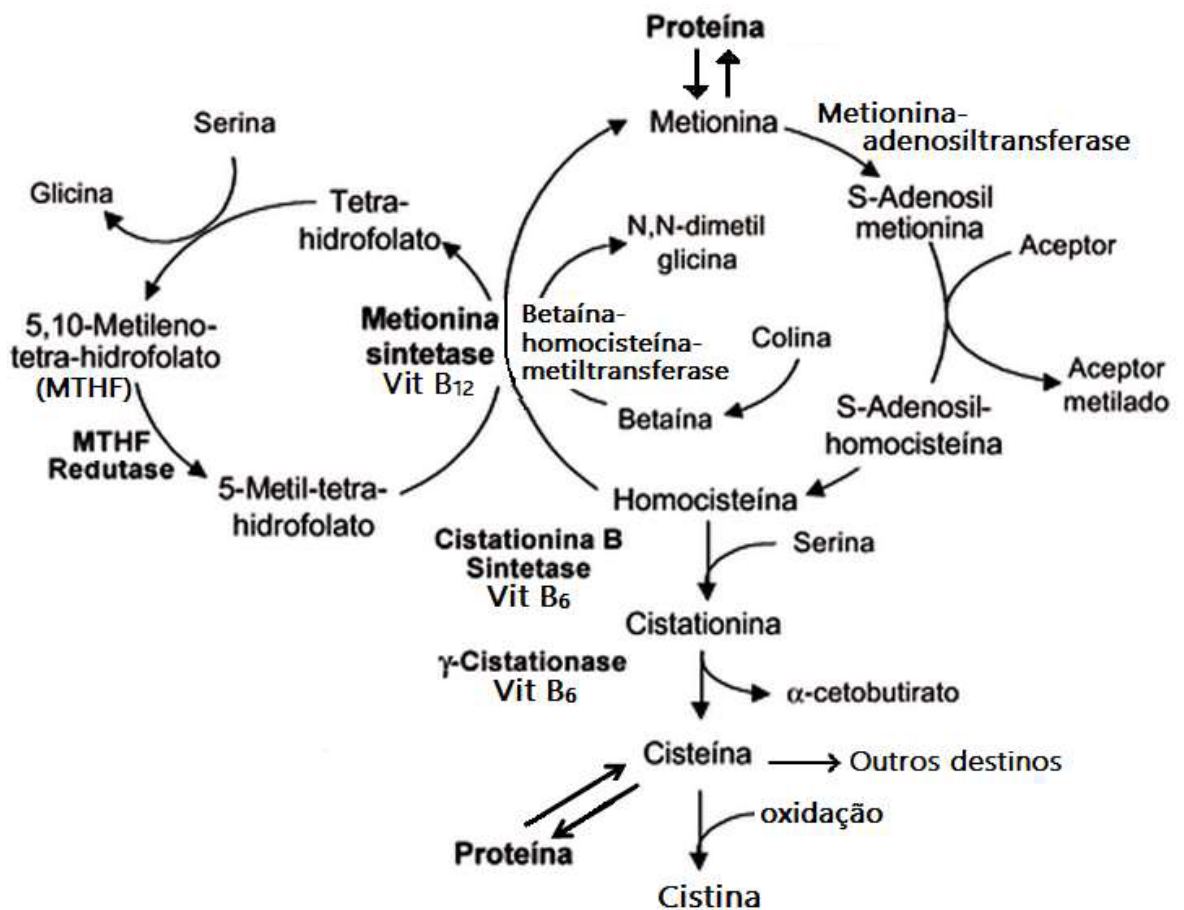


Figura 1 – Biotransformação da metionina.

Fonte: adaptado de Bydlowski *et al.* (1998).

Na via da transulfuração ocorre a conversão irreversível de, em média, 50% da homocisteína em cistationina, regulada positivamente pela adenosilmetionina, diminuindo o excesso de homocisteína em quantidades elevadas de homocisteína e metionina. Essa etapa ocorre através da reação da homocisteína com a serina e ação da enzima cistationina β-sintetase, que utiliza a vitamina B6 como cofator formando a cistationina, que é transformada em cisteína e α-cetobutirato pela enzima γ-cistationase (dependente da vitamina B6) (BYDLOWSKI *et al.*, 1998; SELHUB, 1999; BROSAN E BROSAN, 2006; PILLAI *et al.*, 2006).

A cisteína pode ser convertida em importantes produtos como, por exemplo, a glutatona e a taurina (BROSAN e BROSAN, 2006). Em condições oxidantes, ela liga-

se aos pares através de uma ponte dissulfeto (ligação entre dois átomos de enxofre), dando origem à cistina, cujo processo é irreversível (LEHNINGER e COX, 2014). A cistina é um aminoácido que está presente em abundância em diversas proteínas (queratina capilar, insulina e enzimas digestivas), e é considerada, fisiologicamente, essencial para manutenção, crescimento dos animais e para o desenvolvimento das penas (D'MELLO, 2003b; PINTO *et al.*, 2003).

O ciclo da metionina é regulado principalmente pela S-adenosilmetionina e expressão de algumas enzimas. A S-adenosilmetionina é um ativador da cistationina b-sintetase e um inibidor do metileno-tetra-hidrofolato redutase, elevando a transulfuração e inibindo a remetilação. Desta forma, quando a metionina encontra-se em quantidades elevadas, a homocisteína é transformada em outros metabólitos na via da transulfuração. Quando a metionina na dieta é limitada, ocorre queda na concentração de Sadenosilmetionina, que não é o suficiente para inibir a enzima metileno-tetra-hidrofolato redutase e para ativar a enzima cistationina b-sintetase, favorecendo a conversão da homocisteína em metionina (SELHUB, 1999; PRUDOVA *et al.*, 2005; FINKELSTEIN, 2006).

Para codornas de corte em fase inicial (um a 14 dias de idade) e final de crescimento (15 a 35 dias de idade), Grieser (2015), determinou as exigências de metionina (Metd) e cistina digestível (Cisd), assim como estabeleceu a relação entre esses aminoácidos sulfurosos, para o máximo desempenho das codornas. Assim, as exigências de metionina + cistina digestíveis e a relação entre Metd:Cisd, no período de um a 14 dias de idade, foram de 1,26% (0,66% de Metd + 0,60% de Cisd na ração) e 52,38%, e no período de 15 a 35 dias de idade das aves, foram de 1,21% (0,63% de Metd + 0,58% de Cisd na ração) e 52,07%, respectivamente.

4 | HOMOCISTEÍNA

A homocisteína é um metabólito intermediário na biotransformação da metionina, que atua no crescimento e manutenção dos tecidos. Porém seu excesso (hiperhomocisteinemia) predispõe a doenças cardiovasculares em humanos (EMMERT *et al.*, 1996), como insuficiência cardíaca crônica, doenças vasculares, aterosclerose (Varga *et al.*, 2005), estresse oxidativo (WEISS, 2005), diabetes tipo 1, homocistinúria (SEN e TYAGI, 2010) e obesidade (VAYÁ *et al.*, 2012). Nas aves, está associada a síndromes como a ascite e a morte súbita (SAMUELS, 2003), e também ficam mais propensas à discondroplasia tibial (LEACH JR. e MONSONEGO-ORNAN, 2007).

Em circunstâncias normais, o metabolismo mantém as concentrações de homocisteína no plasma em níveis baixos. A sua elevação plasmática pode ocorrer devido a diversas causas, destacando-se principalmente, a ingestão elevada de metionina, redução do metabolismo, alterações genéticas e deficiência hereditárias ou adquiridas de enzimas ou vitaminas nas reações metabólicas do ciclo da metionina. Para normalizar as concentrações de homocisteína, é utilizada suplementação nas

dietas de ácido fólico, vitaminas B12, B6, colina, e betaína (GUILLAND *et al.*, 2003).

Ocorreu aumento linear da homocisteína no soro sanguíneo de codornas de corte em um experimento realizado por Grieser (2015), na fase inicial (uma 14 dias de idade) e final de crescimento (15 a 35 dias de idade), à medida que aumentou os níveis de metionina e cistina nas dietas, cujos aminoácidos foram atendidos através do uso de fontes de DL-metionina e L-cistina. O sangue das codornas foram coletados e analisados no final de cada fase de crescimento (14 e 35 dias de idade). O autor justificou que a hipótese é que devido à ingestão de níveis crescentes de Metd, não deve ter ocorrido em quantidades suficientes a transformação da homocisteína em metionina na via da remetilação. E a adição de cistina nas dietas, também colaborou para o aumento da homocisteína, sugerindo que isso pode ter acontecido pela diminuição da quantidade de homocisteína direcionado para a via da transulfuração, aumentando seus níveis no soro sanguíneo.

5 | COLINA

A colina foi isolada da bile em 1862 por Strecker, posteriormente sua estrutura foi determinada por Bayer, porém, sua importância nutricional foi descoberta mais tarde por Banting e Best, em 1920, com o relato da prevenção do fígado gorduroso com um metabólito da colina, a lecitina (fosfatidilcolina) em cães após a pancreatectomia (WAGNER e FOLKERS, 2008).

Passou a ser considerada uma vitamina hidrossolúvel, mas muitos autores não concordam com esta classificação, considerando-a uma “quase” vitamina, por ser requerida em quantidades mais elevadas do que uma vitamina em determinadas espécies, e por não apresentar as características do grupo de vitaminas no qual é classificada, não participando como cofator enzimático do metabolismo orgânico e por ser acumulada no organismo (BERTECHINI, 2003).

A colina é solúvel em água, formaldeído e álcool, sendo totalmente higroscópica (RUTZ *et al.*, 2014a). Ela está presente em todos os tecidos, porém é armazenada em grandes concentrações nos órgãos essenciais, como cérebro, fígado e rins (WAGNER e FOLKERS, 2008). Encontra-se nas células animais e vegetais, em sua forma livre ou complexada como acetilcolina ou em fosfolípidios (lecitina e esfingomiélin) (VIEIRA *et al.*, 2001).

A maioria das espécies animais conseguem sintetizar a colina, não sendo necessária sua adição na dieta, com exceção das aves em fase de crescimento, que somente passam a sintetizar a partir da 8^o a 13^o semana de idade (RUTZ *et al.*, 2014a). A síntese pode não ser suficiente para atender às exigências para rápido crescimento dos animais quando estes recebem dietas deficientes em doadores de grupos metil ou metionina, que podem compensar uma parte da necessidade de colina. O organismo pode sintetizar a colina a partir do aminoácido serina, porém esta reação ocorre somente na presença de metionina, folacina e vitamina B12 (CASE *et al.*, 1997).

A acetil coenzima A reage com a colina formando a acetilcolina, um neurotransmissor necessário para a atividade nervosa, sendo responsável pela transmissão dos impulsos nervosos. A colina também participa da sinalização transmembrana e no transporte e metabolismo de lipídios e colesterol (BERTECHINI, 2003; ZEISEL e BLUSZTAJN, 1994). Por agir no metabolismo da gordura, atuando na remoção ou diminuição da deposição de gordura no fígado, a colina é considerada um fator lipotrófico (POUR *et al.*, 2014). Vários trabalhos já foram desenvolvidos para avaliar esta atuação como fator lipotrófico, sendo que Hossain e Das (2014), em um experimento com frangos de corte, relataram que houve redução no teor de gordura no coração, fígado e abdômen devido à suplementação de colina na dieta dessas aves, do nascimento ao abate, indicando o uso de 1200-1800 mg de colina/kg de ração.

A sua falta no organismo pode acarretar uma série de desordens, como disfunção neurológica (CASE *et al.*, 1997), esteatose hepática, desaceleração no crescimento reduzindo o ganho de peso e a eficiência alimentar (POUR *et al.*, 2014; WEN *et al.*, 2014), distúrbios de perna (perose) (ZEISEL e BLUSZTAJN, 1994; WEN *et al.*, 2014), mau empenamento (RUTZ *et al.*, 2014b), disfunções renais, tecidos hemorrágicos e hipertensão (POUR *et al.*, 2014) e estimula a apoptose (autodestruição celular) (HOLMES-MCNARY *et al.*, 1997). A severidade da privação da colina é influenciada por outros fatores da dieta como a metionina, vitamina B12, ácido fólico e gordura (POUR *et al.*, 2014). Já a colina em excesso ocasiona queda no crescimento, incapacidade do uso de vitamina B6 e maior mortalidade das aves (WAGNER E FOLKERS, 2008).

Trabalhando com patos brancos de Pekin, Wen *et al.* (2014) observaram que dietas deficientes de colina proporcionaram a desaceleração do crescimento das aves, esteatose hepática e perose nas pernas. A esteatose hepática é ocasionada pelo acúmulo de lipídios, devido à falta de colina, necessária para a formação de fosfatidilcolina, essencial para a secreção das lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), partículas necessárias para o transporte de triglicerídeos do fígado para os tecidos (ZEISEL e BLUSZTAJN, 1994; RUTZ *et al.*, 2014b). Na prevenção da perose, a colina é necessária na formação dos fosfolipídios que atuam no processo de maturação da matriz da cartilagem do osso (POUR *et al.*, 2014).

6 | INTERAÇÃO METIONINA E COLINA

A metionina e a colina são consideradas nutrientes essenciais em dietas de aves. A sua interação ocorre devido à metionina formar a S-adenosilmetionina, que doa radicais metil para a formação de fosfatidilcolina, que quando hidrolisada forma a colina. A colina, por sua vez, é precursora da betaína que atua doando radicais metil necessários na via da remetilação, em que ocorre a transformação da homocisteína em metionina (Figura 2) (CASE *et al.*, 1997; WAGNER e FOLKERS, 2008; RUTZ *et al.*, 2014a).

Pelo fato da metionina e a colina possuírem uma característica metabólica

comum, atuando como doadores de grupos metil, as dietas com excesso de metionina podem reduzir as necessidades de adição de colina na dieta. Já a hipótese de que a suplementação de colina pode substituir parte da adição de metionina necessária na dieta tem muito que ser investigada, pois poderia ser uma alternativa para a redução dos custos de produção das aves (CASE *et al.*, 1997; WAGNER e FOLKERS, 2008; RUTZ *et al.*, 2014a).

Visando a substituição parcial de metionina por colina nas dietas, e com isso se ter diminuição dos custos com a alimentação das codornas de corte Grieser (2015), realizou um experimento na fase inicial (um a 14 dias de idade) e fase final de crescimento (15 a 35 dias de idade), concluindo com base nos resultados encontrados que não foi possível promover a complementação da exigência de Metd com os níveis de colina suplementados (300; 800; 1300 e 1800 mg/kg) para as codornas de corte em fase de crescimento. Assim, a exigência de Metd determinada para o máximo desempenho, no período de um a 14 dias de idade, foi de no mínimo 0,66% na ração e, no período de 15 a 35 dias de idade foi de no mínimo 0,63% de Metd na ração.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Preconizando a obtenção de uma melhor resposta em termos de ganho de peso e conversão alimentar, sem causar alterações metabólicas no organismo de codornas de corte, é de fundamental importância o conhecimento das relações entre os aminoácidos sulfurosos e colina, atendendo às exigências nutricionais dessas aves, permitindo balanceamento adequado nas dietas, evitando deficiência ou desperdício dos nutrientes, possibilitando a diminuição dos custos de produção da proteína animal, melhorando a lucratividade do setor.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, S.L.T.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T.; DONZELE, J.L.; ROCHA, T.C.; PINHEIRO, S.R.F.; TEIXEIRA, R.B.; ABREU, F.V.S.; SILVA, R.F. 2006. **Exigência nutricional de lisina para codornas europeias machos de 21 a 49 dias de idade.** Revista Brasileira de Zootecnia, 35, 750-753.
- BERTECHINI A.G. 2003. **Nutrição de monogástricos.** p.341 (Lavras-MG: FAEPE).
- BROSNAN, J.T. E BROSNAN, M.E. 2006. **The sulfur-containing amino acids: na overview.** The Journal of Nutrition, 136, 1636–1640.
- BYDLOWSKI, S.P.; MAGNANELLI, A.C.; CHOMONE, D.A.F. 1998. **Hiperhomocisteinemia e doenças vaso-oclusivas.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 71, 69-76.
- CASE, L.P.; CAREY, D.P.; HIRAKAWA, D.A. 1997. **Nutrición canina y felina.** Hacourt Brace de Espana (Madrid – Espana), p.417.
- CASTRO, S.F.; FORTES, B.D.A.; CARVALHO, J.C.C.; BERTECHINI, A.G.; QUEIROZ, L.S.B.; GARCIA JR., A.A.P. 2011. **Relação metionina e colina dietética sobre o desempenho de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura.** Ciência Animal Brasileira de Goiânia, 12, 635-

D'MELLO, J.P.F. 2003a. Amino acids as multifunctional molecules. In: D'Mello, J.P.F. (Ed.). **Amino acids in animal nutrition**. 2ª edição. Cabi Publishing (Wallingford, UK), 1-14.

D'MELLO, J.P.F. 2003b. Conclusions. In: D'Mello JPF (Ed.). **Amino acids in animal nutrition**. 2ª edição. Cabi Publishing (Wallingford, UK), 143-155.

EMMERT, J.L.; GARROW, T.A.; BAKER, D.H. 1996. **Hepatic betaine homocysteine methyl transferase activity in the chicken is influenced by dietary intake of sulfur amino acids, choline and betaine**. The Journal of Nutrition, 126, 2050–2058.

FINKELSTEIN, J.D. 2006. **Inborn errors of sulfur-containing amino acid metabolism**. The Journal of Nutrition, 136, 1750-1754.

FOOD AND NUTRITION BOARD, INSTITUTE OF MEDICINE. 1998. **Dietary reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin, and choline**. The National Academy Press (Washington, DC), p.592.

GUILLAND, J.C.; FAVIER, A.; DE COURCY, P.G.; GALAN, P.; HERCBERG, S. 2003. **Hyperhomocysteinemia: an independent risk factor or a simple marker of vascular disease?** Pathologie Biologie, 51, 101-110.

GRIESER, D.O. 2015. **Relações entre aminoácidos sulfurosos e colina para codornas de corte em crescimento**. p.112 (Maringá: Universidade Estadual de Maringá – Tese (Doutorado em Zootecnia)).

HOLMES-MCNARY, M.Q.; LOY, R.; MAR, M.H.; ALBRIGHT, C.D.; ZEISEL, S.H. 1997. **Apoptosis is induced by choline deficiency in fetal brain and in PC12 cells**. Developmental Brain Research, 101, 9-16.

HOSSAIN, M.E. e DAS, G.B. 2014. **Effects of supplemental choline on deposition of cardiac, hepatic and abdominal fat in broiler**. Bangladesh Journal of Animal Science, 43, 118-122.

LEACH, JR.R.M. e MONSONEGO-ORNAN E. 2007. **Tibial dyschondroplasia 40 years later**. Poultry Science, 86, 2053-2058.

LEESON, S. e SUMMERS, J.D. 1997. Feeding programs for broiles. In: **Comercial Poultry Nutrition**. 2ª edição. University Books (Canada), p.350.

LEHNINGER, D.L. e COX, M.M. 2014. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6ª edição. Artmed (Porto Alegre), p.1298.

LEWIS, A.J. 2003. Methionine-Cystine relationships in pig nutrition. In: D'Mello, JPF. **Amino acids in animal nutrition**. 2ª edição. Cabi Publishing (Wallingford, UK), 143-155.

MOREIRA, I. e POZZA, P.C. 2014. Metabolismo proteico. In: Sakomura NK, Silva JHV, Costa FGP, Fernandes JBK, Hauschild L. **Nutrição de não ruminantes**. Funep (Jaboticabal, SP), 110-126.

MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C.; PICCININ, A.; PIZZOLANTE, C.C. 2005. **Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne**. Revista Brasileira de Zootecnia, 34, 870-876.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1994. **Nutrient requirements of poultry**. 9th Rev. Edn. National Academy Press. Washington, DC USA.

OLIVEIRA NETO, A.R. 2014. Metabolismo e exigência de metionina. In: Sakomura NK, Silva JHV,

- Costa FGP, Fernandes JBK, Hauschild L. **Nutrição de não ruminantes**. Funep (Jaboticabal, SP), 186-217.
- OLIVEIRA, N.T.E.; SILVA, M.A.; SOARES, R.T.R.N.; FONSECA, J.B.; THIEBAUT, J.T.L. 2002. **Exigências de proteína bruta e energia metabolizável para codornas japonesas criadas para a produção de carne**. Revista Brasileira de Zootecnia, 31, 675-686.
- PARK, B.C. 2006. **Amino acid imbalance-biochemical mechanism and nutritional aspects**. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 19, 1361-1368.
- PILLAI, P.B.; FANATICO, A.C.; BEERS, K.W.; BLAIR, M.E.; EMMERT, J.L. 2006. **Homocysteine remethylation in Young broilers fed varying levels of methionine, choline and betaine**. Poultry Science, 85, 90-95.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; VARGAS JUNIOR, J.G. 2002. **Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura**. Revista Brasileira de Zootecnia, 31, 1761-1770.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A.; SOARES, R.T.R.N.; PEREIRA, C.A. 2003. **Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em crescimento**. Revista Brasileira de Zootecnia, 32, 1174-1181.
- POUR, H.A.; HAMEDANI, M.A.; NASAB, M.E.; BABAZADEH, M.H.; DAVOUDI, S.M. 2014. **Effect of choline on performance quality of non-ruminant**. Entomology and applied science letters, 1, 14-18.
- PRUDOVA, A.; MARTINOV, M.V.; VITVITSKY, V.M.; ATAULLAKHANOV, F.I.; BANERJEE, R. 2005. **Analysis of pathological defects in methionine metabolism using a simple mathematical model**. Biochimica Biophysica Acta, 1741, 331-338.
- RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; MAIER, J.C. 2014a. Digestão, absorção e metabolismo das vitaminas. In: Sakomura NK, Silva JHV, Costa FGP, Fernandes JBK, Hauschild L. **Nutrição de não ruminantes**. Funep (Jaboticabal, SP), 144-166.
- RUTZ, F.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B. 2014b. Exigências de vitaminas para aves. In: Sakomura, N.K.; Silva, J.H.V.; Costa, F.G.P.; Fernandes, J.B.K.; Hauschild, L. **Nutrição de não ruminantes**. Funep (Jaboticabal, SP), 389-402.
- SAMUELS, S.E. 2003. **Diet, plasma total homocysteine concentrations and mortality rates in broiler chickens**. Canadian Journal of Animal Science. 83, 601-604.
- SELHUB, J. 1999. **Homocysteine metabolism**. Annual Review of Nutrition, 19, 217-46.
- SEN, U.; TYAGI, S.C. 2010. **Homocysteine and hypertension in diabetes: does PPAR γ have a regulatory role**. PPAR Research, 1, 1-12.
- SILVA, J.H.V. 2009. **Tabelas para codornas japonesas e europeias**. 2ª edição. Funep (Jaboticabal-SP), p.107.
- VARGA, E.A.; STURM, A.C.; MISITA, C.P.; MOLL, S. 2005. **Cardiology patient pages. Homocysteine and MTHFR mutations: relation to thrombosis and coronary artery disease**. Circulation, 111, 289-293.
- VAYÁ, A.; RIVERA, L.; HERNÁNDEZ-MIJARES, A.; DE LA FUENTE, M.; SOLÁ, E.; ROMAGNOLI, M.; ALIS, R.; LAIZ, B. 2012. **Homocysteine levels in morbidly obese patients: its association with waist circumference and insulin resistance**. Clinical hemorheology and microcirculation, 52, 49-56.

VIEIRA, I.; CYRINO, J.E.P.; PEZZATO, L.E. 2001. **Colina e betaína em rações purificadas na nutrição da tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*)**. Scientia Agricola, 58, 675-680.

ZEISEL, S.H. e BLUSZTAJN, J.K. 1994. **Choline and human nutrition**. Annual Review of Nutrition, 14, 269–96.

WAGNER, A.F.; FOLKERS, K. 2008. Quasi-vitamins. In: Combs GF. **The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health**. 3ª edição. Elsevier Academic Press (California-Estados Unidos), 400-406.

WEISS, N. 2005. **Mechanisms of increased vascular oxidant stress in hyperhomocysteinemia and its impact on endothelial function**. Current Drug Metabolism. 6, 27-36.

WEN, Z.G.; TANG, J.; HOU, S.S.; GUO, Y.M.; HUANG, W.; XIE, M. 2014. **Choline requirements of white Pekin ducks from hatch to 21 days of age**. Poultry Science, 93, 3091-6.

WINTER, E.M.W. 2005. **Estimação de parâmetros genéticos de características de desempenho, carcaça e composição corporal de codornas para corte (*Coturnix sp.*)**. p.149 (Curitiba: Universidade Federal do Paraná - Dissertação (Mestrado em Genética).

SOBRE A ORGANIZADORA

Valeska Regina Reque Ruiz - Médica Veterinária formada pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2004), mestre em Medicina Veterinária pelo Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (2005). Atua como professora no CESCAGE desde janeiro de 2011. Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Histologia e Fisiologia Animal.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-260-9



9 788572 472609