

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

METIONINA + CISTINA NA COTURNICULTURA DE POSTURA

Taynara Prestes Perine Moretto Rodrigues

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Paraná

Simara Márcia Marcato

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Paraná

Caroline Espejo Stanquevis

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Paraná

Taciana Maria de Oliveira Bruxel

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Paraná

Mariani Ireni Benites

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Paraná

Daiane de Oliveira Grieser

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Paraná

1 | COTURNICULTURA DE POSTURA

A criação de codornas foi introduzida no Brasil no início da década de 60, visando principalmente a produção e comercialização de ovos “in natura” da ave *Coturnix coturnix japônica* (Silva, 2011), cuja espécie é a mais difundida mundialmente. Os ovos de codornas são pequenos, com cerca de 30 mm de

comprimento e 10 g de peso, com um período de incubação de aproximadamente 17 dias.

No Brasil, existem principalmente duas linhagens de codornas: a japonesa (*coturnix coturnix japônica*), que é uma ave menor e desenvolvida exclusivamente para postura e a européia (*coturnix coturnix coturnix*), uma ave maior que se destaca para a produção de carne. Apesar da segunda produzir ovos de maior tamanho, ela é menos eficiente do que a primeira linhagem (Bertechini, 2010).

As codornas japonesas também têm sido exploradas como um modelo animal de pesquisa útil em diversas áreas. Elas foram relatadas pela primeira vez com esta finalidade por Padgett & Ivey (1960) e, desde então, tornaram-se uma espécie comum em laboratórios para uma série de investigações.

Algumas características desta espécie são responsáveis pelo grande crescimento da criação e aumento do interesse neste tipo de investimento. Entre elas, estão a longevidade, rusticidade e resistência a doenças e variações climáticas; rápido crescimento, precocidade na maturidade sexual e alta produção de ovos. Por isso, grupos de pesquisa em genética têm-se dedicado ao melhoramento desta espécie em função do seu grande potencial de produção.

2 | PROTEÍNA NA NUTRIÇÃO DE CODORNAS

Um dos fatores que têm sido exaustivamente estudados na produção avícola, são os níveis nutricionais, já que aproximadamente 75% dos custos variáveis de produção são provenientes da alimentação (Pinto, 2002). Já as fontes proteicas correspondem em média por 25% dos custos com alimentação (Corrêa et al., 2007) e devem suprir as necessidades das codornas, sem onerar o custo de produção.

Os principais ingredientes da ração, milho e farelo de soja não conseguem atender completamente os requerimentos para manutenção e crescimento, portanto há uma necessidade em suplementar as dietas com aminoácidos industriais.

Considerando essas características, os pesquisadores buscaram determinar o perfil ideal de aminoácidos essenciais, adotando a lisina como o aminoácido referência. A idéia básica é que, embora as exigências de aminoácidos essenciais da ave possam variar entre as diversas situações práticas, as relações entre estes aminoácidos permanecem razoavelmente estáveis (Hackenhaar & Lemme, 2005).

O uso de aminoácidos industriais permitem a formulação de dietas com teores de proteína bruta inferiores em relação às exigências nutricionais. Com isso, pode-se maximizar a utilização dos aminoácidos para síntese proteica e minimizar seu uso como fonte de energia, favorecendo o máximo desempenho animal (Corrêa et al., 2006).

2.1 AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS E LIMITANTES

A proteína é o componente mais caro da ração animal, e a qualidade da proteína de um alimento pode ser comparada com a de outro pela composição dos aminoácidos, especialmente a proporção dos nove aminoácidos essenciais (Silva et al., 2014).

Na natureza, podem ser encontrados mais de 200 aminoácidos, mas destes, apenas 20 aminoácidos principais ocorrem nas proteínas, sendo que nem todos são componentes essenciais dietéticos. Aminoácidos essenciais são aqueles que não podem ser sintetizados em quantidade ou velocidade para o crescimento e reprodução de determinada espécie animal (Lewis, 2003).

A metionina é um aminoácido essencial para todas as espécies de animais superiores (NRC, 1994; Lewis, 2003; NRC, 2012) e a cisteína, por outro lado, pode ser sintetizada a partir da metionina, sendo classificada como aminoácido não essencial (Rodwell, 2006; Nelson & Cox, 2014).

Os aminoácidos limitantes vão depender dos ingredientes da ração que está sendo fornecida, e estes restringem a síntese proteica e a eficiência de utilização dos alimentos. Como a grande maioria das dietas práticas para aves são formuladas à base de milho e farelo de soja, o primeiro aminoácido limitante destas dietas é a metionina, por estar presente em baixas concentrações nestes alimentos.

Este princípio de limitação dos aminoácidos pode ser ilustrado pelo “barril de

Liebig” em que o nível de preencher o tambor representa a capacidade para a síntese de proteínas do animal. A capacidade do barril é “limitado” pela tábua mais curta (o primeiro aminoácido limitante). No entanto, se a tábua mais curta é alongada (suplementação dietética com o primeiro aminoácido limitante), então a capacidade aumenta para o nível do “segundo limitante”. Isto se repete para os próximos aminoácidos limitantes (Dalibard et al., 2014).

2.2 AMINOÁCIDOS SULFURADOS

Os dois aminoácidos que possuem enxofre em sua composição são a metionina e a cisteína. A metionina é um aminoácido essencial, ao passo que a cisteína é um aminoácido não essencial. Dependendo da espécie animal, a cisteína pode ser responsável por até 50% da exigência de metionina na dieta, sendo que esta proporção é inferior nos animais de alto desempenho (Dalibard et al., 2014).

De maneira geral, a molécula de cisteína é muito instável em soluções e pode ser facilmente oxidada no seu dímero, a cistina. Quando a proteína dos alimentos é hidrolisada, a cistina é produzida e, por essa razão, a exigência de aminoácidos sulfurados das rações é normalmente expressa como metionina + cistina (Lewis, 2003).

A cisteína normalmente pode ser encontrada nos alimentos, assim como os demais aminoácidos. Muitas proteínas presentes nos alimentos ou no organismo animal, como alguns hormônios, podem formar uma ligação dissulfeto (S-S) entre duas moléculas de cisteína, formando cistina. Portanto, a quantidade de cisteína é o dobro da quantidade de cistina presente nos alimentos ou nas rações (Lewis, 2003; Rodwell, 2006; Nelson & Cox, 2014).

Em adição ao seu papel essencial como um bloco de construção de proteínas e precursor da cisteína, a metionina também está envolvida numa série de outras vias biossintéticas, como na formação da glutathione peroxidase, que é o mais importante sistema antioxidante corporal.

A metionina é considerada um aminoácido glicogênico, pois seu catabolismo pode gerar intermediários do ciclo do Ácido Cítrico ou da glicólise. Os intermediários do ciclo do Ácido Cítrico podem, via fosfoenolpiruvato, gerar piruvato que, por ação da desidrogenase do piruvato, gera acetil-CoA, que é oxidado a CO_2 , fazendo com que o aminoácido contribua com a síntese de ATP, assim como os glicídeos e os lipídeos. Ou seja, quando administrados a um animal em jejum, podem na gliconeogênese formar glicose e aumentar a glicemia (D’Mello, 2003).

A cisteína também é um aminoácido glicogênico e participa da estrutura de muitas proteínas, como insulina, imunoglobulinas e queratina, interligando cadeias polipeptídicas por ponte dissulfeto (Baker, 2009). Ela tem a função de estimular o sistema hematopoiético e promovendo a formação de glóbulos brancos e vermelhos. Quando metabolizada, fornece ácido sulfúrico, que reage com outras substâncias para ajudar a desintoxicar o organismo. A cistina também contribui com o processo de

cicatrização, diminuindo a dor causada pela inflamação e fortalece o tecido conjuntivo (Reis, 2009).

Todos os aminoácidos utilizados na síntese de proteína devem estar na configuração L. No entanto, é necessário que a forma D-isômero seja convertido em seu respectivo L-isômero. De todos os D-aminoácidos que são convertíveis por animais, a D-metionina é a mais eficaz na substituição de seu isômero L (D'Mello, 2003). A metionina normalmente é suplementada às aves por meio do aminoácido industrial DL-metionina, que possui os isômeros D e L metionina, sendo que metabolicamente ocorre a síntese de cistina.

Dois passos são essenciais para a utilização de D-aminoácidos: em primeiro lugar, o D-isômero deve ser submetido à desaminação oxidativa para o análogo de alfa-cetoácido correspondente; em segundo lugar, este análogo deve, em seguida, ser submetidos a uma reaminação L-específica por meio de uma reação de aminotransferases. Isso não ocorre com a lisina e treonina, pois estas não possuem aminotransferases específicas nos tecidos do animal (D'Mello, 2003).

Os aminoácidos sintéticos podem ser produzidos por fermentação (L-lisina, L-treonina, L-triptofano e L-valina) ou por síntese química (DL-metionina). O processo de fermentação requer basicamente a presença de microrganismo específico e de uma fonte de energia (glicose). Todos os aminoácidos produzidos por fermentação encontram-se na forma L-isômero, pois assim como os animais superiores, os microrganismos (responsáveis pela fermentação) também utilizam o isômero L para síntese de proteínas (Oliveira Neto, 2014). Por outro lado, todo processo químico produz uma mistura racêmica, ou seja, 50% de D-isômeros e 50% de L-isômeros, sendo essa a razão pela qual a metionina disponível no mercado é chamada de DL-metionina (Lewis, 2003).

3 | DIGESTÃO E ABSORÇÃO

A metionina utilizada para o crescimento do animal é obtida principalmente pela alimentação, mas também por meio da utilização do pool de aminoácidos, formado pela degradação de proteína corporal e, em menor escala, pela proteína endógena eliminada nos intestinos, a qual pode ser degradada e seus aminoácidos absorvidos (Oliveira Neto, 2014).

O processo de digestão e absorção dos aminoácidos não ocorre na boca, no esôfago e no papo das aves. É no proventrículo, também chamado de estômago químico, que tem início a digestão das proteínas, com a quebra da estrutura tridimensional da proteína ingerida, por meio da ação da pepsina (Rutz, 2002).

O objetivo da proteólise do estômago é disponibilizar moléculas de peptídeos que sejam suscetíveis à hidrólise pelas enzimas proteolíticas no intestino delgado. Para isso, é necessário ácido clorídrico para iniciar a conversão do pepsinogênio, secretado pelas células principais do estômago, em pepsina e também para manter

a atividade da pepsina. Embora a produção de HCl seja relativamente alta, ocorre pequena digestão no proventrículo, pois há pouca capacidade de armazenamento e a taxa de trânsito da digesta é rápida (Krehbiel & Matthews, 2003)

Os aminoácidos que estão quimicamente ligados devem ser separados da unidade de proteína, antes de passar do lúmen intestinal para o sangue (absorção). Esta separação ocorre no lúmen do intestino, através da ação de enzimas proteolítica (proteases). O processo começa com a desnaturação da proteína e continua com a clivagem de aminoácidos individuais ou como dipeptídeos, tripeptídeos e até seis unidades de aminoácidos (oligopeptídeos) (Dalibard et al., 2014).

Nas aves, a moela possui grande importância na digestão proteica, uma vez que este órgão retém os alimentos e tem ação mecânica com movimentos peristálticos para o proventrículo e para o intestino delgado (Denbow, 2000).

As proteínas, já em processo de digestão promovido pela ação do suco gástrico e pela ação mecânica ocorrida na moela, passam para o intestino delgado. Ao chegar no intestino delgado, as proteínas e polipeptídeos são submetidos às secreções pancreáticas e intestinal. A secreção pancreática pode ser bastante aquosa, rica em íons de bicarbonato, e isso permite que o pH do lúmen fique próximo do neutro, condição indispensável para a ativação das proteases, que também são secretadas de forma inativa, como ocorre com o pepsinogênio (Bird, 1971).

O pâncreas secreta uma série de enzimas na forma de zimogênios (precursor inativo), permitindo que os vertebrados possam digerir as proteínas exógenas sem destruir a proteína constituinte no estômago e no pâncreas (Krehbiel & Matthews, 2003). As enzimas pancreáticas são a tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidases A e B e a elastase (Oliveira Neto, 2014). Já, as enzimas secretadas no intestino delgado, pelos enterócitos presentes na parte superior das vilosidades são a aminopeptidase e várias dipeptidases, responsáveis por hidrolisar os peptídeos, no citosol dos enterócitos, resultantes da digestão realizada pelas enzimas liberadas pelo estômago e pelo pâncreas, em tri e dipeptídeos e aminoácidos livres (Hall, 2011).

A repartição das cadeias peptídicas é levada a cabo por endopeptidases (pepsina, tripsina, quimiotripsina) que clivam no centro de uma cadeia e exopeptidases (carboxipeptidases A e B) que clivam a partir das extremidades terminais (Dalibard et al., 2014).

Os aminoácidos e os oligopeptídeos são absorvidos pelas células da mucosa que revestem a superfície do intestino. Essas enzimas, presentes nos enterócitos, estão associadas a diferentes frações celulares, a membrana apical e o citosol (Kim et al., 1972, 1974). As enzimas da membrana apical são anexadas à superfície externa do microvilos e se estendem para fora da superfície luminal do enterócito. Em contraste, as enzimas citosólicas são encontradas dentro da célula e não fazem contato direto com o conteúdo luminal. Como tal, esses dois grupos de enzimas são distintos um do outro, diferindo em localização, propriedades físico-químicas e imunoquímicas (Kim et al., 1972; Nóren et al., 1977; Tobey et al., 1985). Além disso, as enzimas apicais parecem

ser únicas para o intestino delgado, enquanto que as peptidases citostáticas similares foram encontradas em vários tecidos (Krehbiel & Matthews, 2003).

A absorção de proteína na forma de pequenos peptídeos é de tremenda importância nutricional. A maioria dos fisiologistas aceitam o conceito de que cerca de 70-85% de todos os aminoácidos luminiais são absorvidos no enterócito sob a forma de pequenos peptídeos da digesta, sendo o restante absorvido como aminoácidos livres (Krehbiel & Matthews, 2003). Após a absorção nos enterócitos, no entanto, cerca de 85% de todos os aminoácidos absorvidos aparecem no sangue portal hepático como aminoácidos livres, como resultado da hidrólise intracelular (Ganapathy et al., 1994).

Além do fígado, muitos estudos mostram grande metabolismo da metionina no tecido esplâncnico (estômago, intestinos, pâncreas e baço). Os intensos metabolismos observados nesses órgãos, além de outros tecidos corporais, aumentam a necessidade de metionina, como precursora de vários componentes corporais, como glutathione peroxidase, poliaminas, penas, taurina, sulfeto de hidrogênio, além de sua função na metilação do DNA e de proteínas celulares, os quais são fundamentais para o desenvolvimento normal dos animais (Oliveira Neto, 2014).

A absorção de metionina é muito eficiente e ocorre principalmente no jejuno e no íleo (Stipanuk, 2004). Os produtos da digestão proteica apresentam particularidades em sua absorção, principalmente em relação ao sistema de transporte específicos para cada aminoácido (Dalibard et al., 2014). Tal sistema é saturável, por ser dependente de transportadores. Cada aminoácido apresenta uma velocidade de absorção, em função de sua afinidade por seu carreador específico. Os aminoácidos na forma de L-isômeros são mais rapidamente absorvidos que aquelas na forma de D-isômeros, em função da maior afinidade dos primeiros pelos carreadores (Silva et al., 2014).

4 | METABOLISMO

O metabolismo da proteína é composto, principalmente, por processos de anabolismo e catabolismo. O anabolismo é predominante quando o animal está em crescimento e a proteína é construída no músculo, enquanto que em animais maduros é alcançado o equilíbrio entre síntese e proteólise (Dalibard et al., 2014). O termo “turnover” é utilizado para descrever tanto síntese como degradação da proteína (Waterlow, 2006)

Segundo Oliveira Neto (2014), a metionina e os produtos formados em seu ciclo estão envolvidos com a metilação de RNA, DNA, proteínas e lipídeos; com o principal sistema antioxidante presente no citosol das células (glutathione); com a divisão celular (poliaminas: espermina e espermidina); com a digestão e absorção de lipídeos (taurina) e a ação anti-inflamatória (H_2S). Este processo é formado pelas etapas: metilação, remetilação e transulfuração.

4.1 METILAÇÃO

A metilação, ou seja, doação de grupos metil (CH_3), consiste na passagem da L-metionina a L-homocisteína. Este processo inicia quando a enzima metionina-adenosil-transferase catalisa a transferência da adenosina (proveniente de uma molécula de ATP) para a metionina, transformando-a em S-adenosil-L-metionina (SAM), forma ativa da metionina (Stipanuk, 2004).

A SAM é considerada o cofator metilante mais potente do organismo, essencial para a biossíntese de vários componentes celulares, sendo ainda utilizada na síntese de poliaminas (Brosnan et al. 2007; Williams & Schalinske, 2007).

A metilação ocorre através da ação da enzima metil-transferase, que doa o grupo metil (CH_3) da molécula de SAM para um produto aceptor (DNA, RNA, lipídeos e proteínas), formando S-adenosil-homocisteína (SAH). Por fim, a enzima adenosil-homocisteína-hidroxilase age retirando o grupo adenosina da SAH, o qual reage com uma molécula de água, formando a L-homocisteína (Stipanuk, 2004).

Outro processo importante durante a metilação é a formação de poliaminas (putrescina, espermidina e espermina) que são encontradas em altas concentrações em locais onde existe elevada divisão celular, como o epitélio intestinal, devido às diversas agressões decorrentes do contato com o alimento e também pela presença de microorganismos no lúmen intestinal (Grimble, 2002; Stipanuk, 2004).

4.2 REMETILAÇÃO

A metionina pode ser regenerada no metabolismo animal pela transferência de um grupo metil para a homocisteína. Esta via é denominada de remetilação e quando combinada com a transmetilação compreende o ciclo da metionina (Brosnan & Brosnan, 2006). Este processo é possível através da ação de duas enzimas: a metionina sintase e a betaína-homocisteína-metiltransferase.

A ação dessas enzimas disponibilizam um grupo metil (CH_3), que é incorporado à homocisteína, associado aos produtos 5-metil-tetrahidrofolato e betaína, formando tetra-hidrofolato e dimetilglicina, respectivamente (Stipanuk, 2004; Bauchart-Thevret et al., 2009; Nelson & Cox, 2014).

O grupo metil é inicialmente transferido para a cobalamina, derivada da vitamina B12, formando metilcobalamina, que é usada como doadora de grupo metil para a regeneração da metionina e do tetraidrofolato (forma da vitamina que pode ser utilizada para a biossíntese de nucleotídeos) (Nelson & Cox, 2014).

A forma oxidada do tetraidrofolato é uma vitamina (folato ou vitamina B9), convertida por meio de duas etapas em tetraidrofolato, pela ação da enzima diidrofolato-redutase. A fonte principal de unidades de carbono para o tetraidrofolato é a remoção do carbono da serina, em sua conversão em glicina, produzindo N⁵,N¹⁰-metilenotetraidrofolato. Esta reação é catalisada pela serina-hidroximetil-transferase,

uma enzima dependente da coenzima piridoxal fosfato, a forma ativa da vitamina B6. Em seguida, o N5,N10-metilenotetraidrofolato é convertido a N5-metiltetraidrofolato em uma reação irreversível catalisada pela N5,N10-metileno-tetraidrofolato-redutase, utilizando o NADH como doador de elétrons. Ao doar seu grupo metil para a homocisteína, o N5-metiltetraidrofolato é reconvertido em tetraidrofolato, fechando uma sequência de reações que é denominada ciclo do folato (Nijhout et al., 2006; Reed et al., 2006; Nelson & Cox, 2014).

Quando o grupo CH₃ é doado pela betaína, a reação é catalisada pela betaína-homocisteína-metil-transferase (BHMT) com a formação de metionina e dimetilglicina. A betaína pode ser obtida a partir da dieta ou do metabolismo, pela conversão irreversível da colina em betaína (Stead et al., 2006; Reed et al., 2006). Todavia, a via de metilação da homocisteína, a partir da betaína, parece apresentar uma baixa eficiência no metabolismo, provavelmente por causa da limitada distribuição da enzima BHMT nos tecidos, estando presente principalmente no fígado e nos rins (Skomial et al., 2004; Stead et al., 2006).

Reed et al. (2006) reiteram ainda que a concentração de homocisteína é relativamente insensível à betaína quando o status de folato é normal ou alto. A remetilação é favorecida quando há baixas concentrações de metionina ou de Sadenosil metiltransferase (SAM). Quando há maiores quantidade de metionina, ou de SAM, a rota de transulfuração é a mais ativada, havendo maior produção de cistina (Finkelstein, 1998).

4.3 TRANSULFURAÇÃO

O primeiro passo da transulfuração envolve a reação irreversível entre homocisteína e L-serina, catalisada pela enzima cistationa β -sintase, que resulta na formação da cistationa, que sofre a ação da enzima cistationa γ -liase, formando a cisteína (Stipanuk, 2004; Nelson & Cox, 2014). Estas rotas são consideradas de grande importância, já que o excesso de homocisteína no organismo está relacionado a diversas doenças (Laurenti, 2005).

Apesar de todas as células serem capazes de realizar a metilação e a remetilação, o catabolismo da homocisteína via transulfuração é restrito aos tecidos que contenham as enzimas cistationa β -sintase e cistationa γ -liase (Quere et al., 1999). Segundo Brosnan et al. (2007), a via da transulfuração apresenta alta atividade apenas no fígado, rins, intestino delgado e pâncreas.

A cisteína, formada neste processo, é responsável pela formação de vários componentes corporais importantes, como a cistina, taurina, sulfeto de hidrogênio e a glutatona (Stipanuk, 2004).

A glutatona (GSH) é o sistema antioxidante mais abundante nas células animais. Ela age no citosol, no metabolismo de nutrientes, na expressão de genes, na síntese de proteínas e DNA, na proliferação celular, na sinalização celular para controlar a

apoptose, no sistema imune e na glutathionização de proteínas (Grimble, 2002; Stipanuk, 2004; Bauchart-Thevret et al., 2009).

Quando a metionina é fornecida em quantidades suficientes, a metilação é realizada normalmente, formando a homocisteína. Sob este status nutricional, a remetilação consome 38% da homocisteína, enquanto a transulfuração consome 62% da homocisteína presente na célula (Storch et al., 1988).

Por outro lado, dietas livres de metionina reduzem drasticamente (70%) a metilação ou a formação da homocisteína. Já, a remetilação ou a formação da metionina pela homocisteína é aumentada de 36 para 67%, considerando indivíduos recebendo dietas com níveis adequados em metionina e indivíduos consumindo dietas sem metionina, respectivamente (Storch et al., 1990).

Outro ponto importante no metabolismo da metionina é que a deficiência de algumas vitaminas, como B6, B12 e folato, que são utilizadas como cofatores enzimáticos pode alterar a atividade das enzimas envolvidas no metabolismo da metionina, prejudicando o controle das concentrações de homocisteína (Lima et al., 2006; Zhang et al., 2009).

5 | CATABOLISMO

Quando a proteína dietética é deficiente, a proteína endógena, particularmente do músculo esquelético (maior reservatório corporal de aminoácidos), é degradada para gerar uma fonte de aminoácidos. Por outro lado, quando há um excesso da proteína dietética, esta não pode ser armazenada e é degradada e desaminada, deste modo, disponibilizando esqueletos de carbono para a biossíntese de gorduras e carboidratos, sendo o excesso de nitrogênio excretado na forma de ácido úrico nas aves (Hughes, 2003).

Durante os períodos de deficiência energética, as proteínas podem ser catabolisadas para fornecerem energia para a manutenção de processos vitais. Contudo, em comparação com o metabolismo das gorduras e dos carboidratos, a eficiência do processo é muito baixa. Os esqueletos de carbono dos aminoácidos são metabolizados para fornecerem energia e a amônia é excretada. Isto é conseguido através da síntese do ácido úrico em aves, processo com alto gasto de energia (Dalibard et al., 2014).

Dentre todos os aminoácidos, a metionina possui baixa taxa de excreção corporal, sendo ativamente reabsorvida e reutilizada pelo corpo, devido à sua grande importância biológica (Grimble, 2002; Stipanuk, 2004).

6 | EXIGÊNCIA DE METIONINA + CISTINA PARA CODORNAS

A deficiência de aminoácidos reduz o crescimento do animal e pode causar problemas renais e hepáticos. Entretanto, quando adicionado à ração em níveis muito

superiores às exigências do animal, apresenta risco de fígado gorduroso na ave (Parr & Summers, 1991).

De acordo com o NRC (1994), as dietas de codornas japonesas devem conter 0,50% e 0,45% de metionina total e 0,75% e 0,70% de metionina + cistina total nas fases de crescimento e postura, respectivamente. Porém, pesquisas recentes têm sugerido que os níveis de metionina acima das recomendações do NRC (1994) podem resultar em melhor desempenho (Reis et al., 2011; Rostagno et al., 2011; Rostagno et al., 2017).

Diante disto, este grupo de pesquisa, realizou quatro experimentos com o objetivo de estimar as exigências nutricionais de metionina + cistina digestível para codornas japonesas, nas fases de crescimento (cria e recria) e de postura. Para determinar as exigências da fase de crescimento, o experimento I foi realizado no período de 1 a 14 dias de idade (cria), o experimento II no período de 15 a 42 dias de idade (recria) e o experimentos III, no período de 43 a 168 dias de idade (postura), com o objetivo de avaliar o efeito residual dos tratamentos da recria. O delineamento experimental (experimento I e II) foi inteiramente casualizado (DIC) com 5 tratamentos (0,52; 0,64; 0,76; 0,88 e 1,00 % de metionina + cistina digestível) e 5 repetições e no experimento III, todas as aves receberam dieta convencional. No experimento I, foram utilizadas 48 codornas/ unidade experimental (box), no experimento II. foram utilizadas 31 codornas/ unidade experimental (box), sendo que estas foram criadas até os 14 dias recebendo ração convencional e, no experimento III, foram selecionadas 12 codornas/ unidade experimental do experimento II para avaliar o efeito residual. Para avaliação do desempenho zootécnico, analisaram-se os parâmetros consumo de ração (g/ave), peso corporal (g), ganho de peso (g), conversão alimentar (g/g) e viabilidade (%). Aos 14 e 42 dias de idade, foi avaliado o peso relativo (%) dos órgãos fígado, baço, bursa, o empenamento das aves (%) e a composição química corporal (%). Durante a postura foram avaliados os parâmetros de desempenho, produtividade e qualidade de ovos. Nas fases de cria e recria, foram observados efeitos quadráticos ($P < 0,05$) sobre a qualidade dos ovos. Considerando a melhor conversão alimentar, a recomendação nutricional de metionina + cistina digestível para codornas japonesas na fase de cria é de 0,85 % e na fase de recria é de 0,77 %, ambos superiores ao recomendado pelo NRC (1994). Na fase de postura (experimento IV), foi desenvolvido um experimento com codornas de 43 a 168 dias de idade. Foram utilizadas 15 codornas, por unidade experimental (gaiola), totalizando 375 aves. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), totalizando 5 tratamentos (0,60; 0,75; 0,90; 1,05 e 1,20 % de metionina + cistina) com 5 repetições. Os parâmetros de desempenho avaliados foram: consumo de ração (g/ave), peso corporal (g), peso do ovo (g), taxa de postura (%), produção de massa de ovos (g ovos.ave.dia-1), conversão alimentar por massa e dúzia de ovos (g.g-1 de ovos, g.dz-1 de ovos), viabilidade (%) e a composição química corporal (%). Os parâmetros de qualidade dos ovos foram: % do componente (gema, albúmen e casca em relação ao peso do ovo), gravidade específica (g ml-1), unidade

Haugh, índice de gema e peso da casca por superfície de área. Foi encontrado efeito quadrático sobre os parâmetros de desempenho avaliados (P0,05). A recomendação nutricional de metionina + cistina digestível para codornas japonesas na fase de postura é de 0,90% a partir do ponto de máxima obtido para a variável massa de ovos.

Segundo Harms et al. (1999), a metionina é um importante fator no controle do tamanho do ovo, pois a poedeira consome energia para sustentar a quantidade de ovos produzidos, mas o peso dos ovos depende dos níveis de aminoácidos da dieta, principalmente os sulfurados.

Estudos evidenciam o aumento dos sólidos totais dos componentes dos ovos quando utilizados níveis mais altos dos aminoácidos lisina e metionina. Segundo Shafer et al. (1996), os componentes internos do ovo são quase inteiramente proteicos, uma carência de proteína resultaria em decréscimo na qualidade do albúmen, gema e consequentemente no tamanho do ovo.

De acordo com Leeson & Summers (2001), o ovo contém cerca de 12% de PB, sendo que 55% está presente no albumen, 42% na gema e 3% na casca. Esta composição química é bastante estável e difícil de ser modificada nutricionalmente em função dos seus componentes serem segregados pelas células epiteliais do oviduto.

REFERÊNCIAS

BAKER, D. H. **Advances in protein-amino acid nutrition of poultry.** Amino acids, v.37, p.29-41, 2009.

BAUCHAR-THEVRET, C.; STOLL, B.; BURRIN, D. G. **Intestinal metabolism of sulfur amino acids.** Nutrition Research Reviews, v.22, p.175-187, 2009.

BERTECHINI, A. G. **Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil.** In: 4º SIMPÓSIO INTERNACIONAL E 3º CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2010, Lavras. Anais. Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2010.

BIRD, F. H. **Distribution of trypsin and amylase activities in the duodenum of domestic fowl.** British Poultry Science, v.12, p.278-373, 1971.

BROSNAN, J. T.; BROSNAN, M. E. **The sulfur-containing amino acids: an overview.** Journal of Nutrition, v. 136, p.1636S-1640S, 2006.

BROSNAN, J. T.; BROSNAN, M. E.; BERTOLO, R. F. P.; BRUNTON, J. A. **Methionine: a metabolically unique amino acid.** Livestock Science, v.112, p.2-7, 2007.

CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; CORRÊA, A. B.; ALMEIDA, V.; FONTES, D. O.; TORRES, R. A.; DIONELLO, N. J. L.; FREITAS, L. S.; VENTURA, R. V.; PAULO, A. A.; SILVA, J. V.; SANTOS, G. G. **Exigência de metionina + cistina total para codornas de corte em crescimento.** Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.58, p.414-420, 2006.

CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; CORRÊA, A. B.; FONTES, D. O.; SANTOS, G. G.; TORRES, R. A.; DIONELLO, N. J. L. FREITAS, L. S.; FRIDRICH, A. B. **Exigência de proteína bruta para codornas de corte EV1 em crescimento.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, p.1278-1286, 2007.

D'MELLO, J. P. F. **Amino acid in farm animal nutrition.** 2nd ed. CABI Press, Wallingford, 2003.

DALIBARD, P.; HESS, V.; LE TUTOUR, L.; PEISKER, M.; PERIS, S.; GUTIERREZ, A. P.; REDSHAW, M. **Amino Acids in Animal Nutrition**. 1st ed. Fefana Publication, Belgium, 2014.

DENBOW, D. M. Gastrointestinal anatomy and physiology. In: WHITTOW, G. C. **Sturkie's avian physiology**. 5th ed. Academic Press, London, UK, 2000, p. 299-325.

FERREIRA, F.; CORRÊA, G. S. S.; CORRÊA, A. B.; SILVA, M. A.; FELIPE, V. P. S.; WENCESLAU, R. R.; FREITAS, L. S.; GODINHO, R. M.; DIONELLO, N. J. L. **Exigência de metionina + cistina para codornas de corte durante a fase de crescimento**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.64, p.120-126, 2012.

FINKELSTEIN, J. D. **The metabolism of homocysteine: pathways and regulation**. European Journal of Pediatrics, v.2, p.S40-4, 1998.

GANAPATHY, V.; BRANDSCH, M.; LEIBACH, F. H. Intestinal transport of amino acids and peptides. In: JOHNSON, L.R. (ed.) **Physiology of the Gastrointestinal Tract**, 3rd ed. Raven Press, New York, 1994, p.1773–1794.

GRIMBLE, R. F. Sulphur amino acids, glutathione and immune function. In: FIELD, C. J., GILL, H. S. **Nutrition and immune function**. Cabi Publishing, Wallingford, UK, p.134-150, 2002.

HACKENHAAR, L. AND LEMME, A. **Como reduzir o nível de proteína em dietas de frangos de corte, garantindo desempenho e reduzindo custos**. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA - AVESUI, 2005, Goiânia, Anais, p.134-150.

HALL, J. E. **Textbook of medical physiology**. 12th ed. Saunders Elsevier, Mississipi, 2011.

HARMS, R. H.; HINTON, K. L.; RUSSEL, G. B. **Energy: methionine ratio and formulating feed for commercial layers**. Journal Applied Poultry Research, v.8, p.272-279, 1999.

HUGHES, M. R. **Regulation of salt gland, gut and kidney interactions. Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v.136, p.507-524, 2003.

KIM, Y. S.; BIRTHWHISTLE, W.; KIM, Y. W. **Peptide hydrolases in the brush border and soluble fractions of small intestinal mucosa of rat and man**. Journal of Clinical Investigation, v.51, p.1419–1430, 1972.

KIM, Y. S.; KIM, Y. W.; SLEISENGER, M. H. **Studies on the properties of peptide hydrolases in the brush border and soluble fractions of small intestinal mucosa of rat and man**. Biochimica et Biophysica Acta, v.370, p.283–296, 1974.

KREHBIEL, C. R.; MATTHEWS, J. C. Absorption of Amino Acids and Peptides. In: D'MELLO, J. P. F. **Amino Acids in Animal Nutrition**. 2nd ed. CABI Publishing, Edinburgh, UK, 2003, p.41-70.

LAURENTI, R. **Nível sérico de homocisteína: hiperhomocisteinemia como fator de risco para doenças cardiovasculares**. Revista da Associação Médica Brasileira, v.51, p.181-194, 2005.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4th ed. Guelph, University Books, 2001.

LEWIS, A. J. Methionine-Cystine relationships in pig nutrition. In: D'MELLO, J. P. F. **Amino acids in farm animal nutrition**. 2nd ed., Cabi Press, Wallingford, UK, 2003. p.143-155.

LIMA, C. P.; DAVIS, S. R.; MACKAY, A. D.; SCHEER, J. B.; WILLIAMSON, J. J.; GREGORY, F. **Vitamin B–6 deficiency suppresses the hepatic transsulfuration pathway but increases**

- glutathione concentration in rats fed AIN-76A or AIN-93G diets.** Journal of Nutrition, v.136, p.2141-2147, 2006.
- MACARI, M.; MENDES, A. A. **Manejo de matrizes de corte.** Facta, Campinas, SP, 2005.
- NELSON, D. L.; COX, M. M., Princípios de Bioquímica de Lehninger. 6th ed., Artmed, Porto Alegre, 2014.
- NIJHOUT, H. F.; REED, M. C.; ANDERSON, D. F.; MATTINGLY, J. C.; JAMES, J.; ULRICH, C. M. **Long-range allosteric interactions between the folate and methionine cycles stabilize DNA methylation reaction rate.** Epigenetics, v.1, p. 81-87, 2006.
- NÓREN, O.; DABELSTEEN, E.; SJOSTROM, H.; JOSEFSSON, L. **Histological localization of two dipeptidases in the pig small intestine and liver using immunofluorescence.** Gastroenterology, v.72, p.87-92, 1977.
- NRC - National Research Council. **Nutrient requirement of swine.** 11th ed. National Academy Press, Washington, DC, 2012.
- NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of poultry.** 8th ed. National Academy Press, Washington, DC, 1994.
- OLIVEIRA NETO, A. R. Metabolismo e Exigência de Metionina. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L **Nutrição de Não Ruminantes.** 1st ed. Funep, Jaboticabal, 2014, p. 188-217.
- PADGETT, C. S.; IVEY, W. D. **The normal embryology of the Coturnix quail.** Anatomical Record, v.137, p.1-11, 1960.
- PARR, J. F.; SUMMERS, J. D. **The effects of minimizing amino acid excess in broiler diets.** Poultry Science, v.70, p.1540-1549, 1991.
- PINTO R. **Exigência de metionina mais cistina e de lisina para codornas japonesas nas fases de crescimento e de postura.** 2002. 89p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- PIOVACARI, S. M.; SHIMA, M.; CARDOSO, R. **Imunonutrição.** Enstein: Educação Continuada em Saúde, v.6, p.41-43, 2008.
- QUERE, I.; PAUL, V.; ROUILLAC, C.; JANBON, C.; LONDON, J.; DEMAILLE, J.; KAMOUN, P.; DUFIER, J. L.; ABITBOL, M.; CHASSÉ J. F. **Spatial and temporal expression of the cystathionine β -synthase gene during early human development.** Biochemical and Biophysical Research, v.254, p.27-37, 1999.
- REED, M. C.; NIJHOUT, H. F.; NEUHOUSER, M. L.; GREGORY, J. F.; SHANE, B.; JAMES, J.; BOYNTON, A.; ULRICH, C. M. **A mathematical model gives insights into nutritional and genetic aspects of folate-mediated one-carbon metabolism.** Journal of Nutrition, v.136, p.2653-2661, 2006.
- REIS, R. S. **Relação metionina mais cistina com lisina em dietas para codornas japonesas em postura.** 2009. 43p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- RODWELL, V. W. **Metabolism of protein and amino acids.** 4th ed. Harper's Biochemistry. Lange Medical Books, New York, 2006.
- RUTZ, F. Metabolismo Intermediário. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte.** 1st ed. Funep, Jaboticabal, 2002. p.175-185.

- SHAFER, D. J.; CAREY, J. B.; PROCHASKA, J. F. **Effect of dietary methionine intake on egg component yield and composition.** Poultry Science, v.75, p.1080-1085, 1996.
- SILVA, A. P. **Níveis de cálcio e fósforo na dieta de codornas japonesas (coturnix coturnix japonica) em diferentes fases do ciclo de produção e seus efeitos sobre desempenho produtivo e qualidade dos ovos.** 2011. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; LIMA, R. B. Digestão e Absorção das Proteínas. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de Não Ruminantes.** 1st ed. Funep, Jaboticabal, 2014. p. 97-109.
- SIMON, J. **Choline, betaine and methionine interactions in chickens, pigs and fish (including crustaceans).** Worlds Poultry Science Journal, v.55, p.353-374, 1999.
- SKOMIAL, J.; GAGUCKI, M.; SAWOSZ, E. **Urea and homocysteine in the blood serum of pigs fed diets supplemented with betaine and an enhanced level of B group vitamins.** Journal of Animal and Feed Sciences, v.13, p.53–56, 2004.
- STEAD, L. M.; BROSANAN, J. T.; BROSANAN, M. E., VANCE, D. E.; JACOBS, R. L. **Is it time to reevaluate methyl balance in humans?** American Journal of Clinical Nutrition, v.83, p.5–10, 2006.
- STIPANUK, M. H. **Sulfur amino acid metabolism: pathway for production and removal of homocysteine and cysteine.** Annual Review Nutrition, v.24, p.539-577, 2004.
- STORCH, K. J.; WAGNER, D. A.; BURKE, J. F.; YOUNG, V. R. **Quantative study *in vivo* of methionine cycle in humans using [methyl- 2H3]- and [1-13C]methionine.** American Journal Physiology, v.255, p.E322-E331, 1988.
- STORCH, K. J.; WAGNER, D. A.; BURKE, J. F.; YOUNG, V. R. **[1-13C; methyl- 2H3]methionine kinetics in humans: methionine conservation and cysteine sparing.** American Journal Physiology, v.258, p.E790-E798, 1990.
- TOBEY, N.; YEH, R.; HUANG, T. I.; HEIZER, W.; HOFFNER, C. **Human intestinal brush border peptidases.** Gastroenterology, v.88, p.913–926, 1985.
- WATERLOW, J. C. **Protein turnover.** Cabi Publishing, Cambridge, 2006.
- WILLIAMS, K. T.; SCHALINSKE, K. L. **New insights into regulation of methyl group and homocysteine metabolism.** Journal of Nutrition, v.137 p.311–314, 2007.
- WU, G.; DAVIS, D. A. **Interrelationship among methionine, choline and betaine in channel catfish – *Ictalurus punctatus*.** Journal of the World Aquaculture Society, v.36, p.337-345, 2005.
- ZHANG, Z.; KEBREAB, E.; JING, M.; RODRIGUEZ–LECOMPTE, J. C.; KUEHN, R.; FLINTOFT, M.; HOUSE, J. D. **Impairments in pyridoxine–dependent sulphur amino acid metabolism are highly sensitive to the degree of vitamin B6 deficiency and repletion in the pig.** Animal, v.3, p.826–837, 2009.

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