

# 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

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

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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6091915041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6091915042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>13</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6091915043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>27</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6091915044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>41</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6091915045</b>	

**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**



## BARAÇO DE BATATA DOCE COMO REDUTOR DE CUSTOS EM DIETAS PARA COELHOS

### **Ana Carolina Kohlrausch Klinger**

Doutoranda em Produção Animal da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

### **Diuly Bortoluzzi Falcone**

Mestranda em Produção Animal da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

### **Geni Salete Pinto de Toledo**

Professora, Doutora e Pesquisadora da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

### **Leila Picolli da Silva**

Professora, Doutora e Pesquisadora da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade econômica do uso do baraço de batata-doce (BBD) em substituição ao feno de alfafa (FA) em dietas fareladas para coelhos de corte. Três dietas experimentais foram formuladas e tiveram seu custo calculado: sem inclusão de BBD; 50% de substituição do FA por BBD; e 100% de substituição do FA por BBD. Após, conduziu-se ensaio biológico com 30 coelhos, com idade inicial de 35 dias, divididos em três grupos, cada grupo submetido a uma das dietas experimentais. O ensaio teve duração de 49 dias. Os dados de consumo de ração e ganho de peso foram anotados periodicamente para cálculo da conversão alimentar (CA). Ao

final do ensaio com base no custo do quilo da ração e da CA calculou-se o custo para produzir um quilo de coelho vivo (QCV). As dietas 0BBD, 50BBD, e 100BBD apresentaram custo de R\$0,93; R\$0,78; e R\$0,63 respectivamente. A CA figurou em 3,3; 3,5 e 3,6 nos grupos 0BBD, 50BBD e 100BBD. O QCV foi de R\$3,56, R\$2,96 e R\$2,30 nos grupos 0BBD, 50BBD e 100BBD. Conclui-se com base na CA e no QCV que o BBD pode substituir até 100% o FA e compondo assim 30% da dieta de coelhos de corte na fase de crescimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cunicultura, Nutrição Animal, Resíduos.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the economic feasibility of using sweet potato vines (SPV) to replace alfalfa hay (AF) in diets for growing rabbits. Three experimental diets were formulated and had their cost calculated: without inclusion of SPV; 50% replacement of the AH by SPV; and 100% replacement of AH by SPV. A biological assay was performed with 30 rabbits, weaned with 35 days old, divided into three groups, each group submitted to one of the experimental diets. The assay lasted 49 days. Feed intake and weight gain data were periodically recorded for feed conversion (FC) calculation. At the end of the assay on the basis of the feed kilogram cost and the CA the cost for producing one kilogram of

live rabbit (KLR) was calculated. Diets 0SPV, 50SPV, and 100SPV presented a cost of R \$ 0.93; R \$ 0.78; and R \$ 0.63 respectively. The CA was 3.3; 3.5 and 3.6 in the 0SPV, 50SPV and 100SPV groups. The KLR was R \$ 3.56, R \$ 2.96 and R \$ 2.30 in the groups 0SPV, 50SPV and 100SPV. It is concluded from the FC and the KLR that the BBD can replacement up to 100% the AH and thus composing 30% of the diet of cutting rabbits in the growth phase.

**KEYWORDS:** Animal Nutrition, Rabbits Breeding, Residues.

## 1 | INTRODUÇÃO

Na criação de coelhos, o custo da alimentação compreende cerca de 75% do custo total de produção. Assim, a busca por ingredientes alternativos, como resíduos agrícolas, é uma alternativa para tornar a criação de coelhos menos onerosa (MOLINA et al., 2015). Além disto, utilizar resíduos da agricultura em dietas para animais, reduz impactos ambientais, pois, minimiza a mobilização de áreas de terras que poderiam estar sendo destinadas para plantio de alimentos para o consumo humano.

Atualmente, o ingrediente mais oneroso utilizado em dietas para coelhos é o feno de alfafa (PINHEIRO et al., 2018), que representa entre 1/3 e 1/2 do valor total da ração. Trata-se de um volumoso exigente em termos de cultivo, e que apresenta preços variáveis ao longo do ano, podendo custar até R\$2,10 o quilograma. É largamente utilizado, pois, apesar de custoso, apresenta considerável teor de proteína (em torno de 20%) e ótima palatabilidade para os animais.

Nesse sentido, o barço de batata-doce, habitualmente descartado, possui características similares as do feno de alfafa. Apresenta características favoráveis para ser utilizado como volumoso em dietas cunícolas, como: 16-18% proteína bruta, 21% de fibra bruta, 3-4% de extrato etéreo, além de apresentar na parte foliar grande quantidade de antioxidantes minerais como K, P, Ca, Mg, Fe, Mn e Cu (SUN et al., 2014).

Dados acerca de custos produtivos na criação de coelhos são escassos e praticamente inexistentes no Brasil. Desta forma, faz-se necessários estudos que subsidiem os meios científico, acadêmico e produtivo. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica do uso do barço de batata-doce (BBD) em substituição ao feno de alfafa (FA) em dietas para coelhos de corte.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram formuladas três dietas experimentais fareladas, sendo elas: sem inclusão de BBD, 50% de substituição do FA por BBD, e 100% de substituição do FA por BBD (Tabela 1). O custo de cada uma das dietas foi calculado. Conduziu-se então, ensaio biológico com 30 coelhos, da raça Nova Zelândia Branco, com idade inicial de 35 dias divididos em três grupos com base no peso ao desmame, sendo cada grupo submetido a uma das três dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Dietas experimentais		
	0BBD	50BBD	100BBD
Alfafa	30,00	15,00	-
BBD*	-	15,00	30,00
Farelo de Trigo	25,00	25,00	25,00
Farelo de Soja	17,75	17,75	17,75
Milho	17,25	17,25	17,25
Casca de arroz	6,00	6,00	6,00
Óleo de soja	2,50	2,50	2,50
Sal	0,50	0,50	0,50
Premix	0,20	0,20	0,20
Calcário calcítico	0,80	0,80	0,80
Fosfato	0,20	0,20	0,20
Total	100,00	100,00	100,00

\* BBD = Baraço de Batata-doce. 0BBD: Dieta sem inclusão de BBD; 50BBD e 100BBD: Dietas com substituição de 50 e 100% do feno de alfafa pelo baraço de batata-doce.

Tabela 1- Composição de dietas para coelhos de corte com substituição crescente do feno de alfafa pelo baraço de batata-doce

O ensaio teve duração de 42 dias. Os dados de consumo de ração e ganho de peso foram anotados e tabulados com a finalidade de calcular a conversão alimentar (consumo de ração/ganho de peso). Ao final do ensaio, o custo para produzir um quilograma de coelho vivo foi calculado. Os preços utilizados para os ingredientes tiveram como base os valores praticados no mercado agropecuário de Santa Maria no mês de março de 2018 sendo: Feno de alfafa = R\$1,50; Farelo de soja = R\$1,05; Milho = R\$0,37; Farelo de trigo = 0,462; Óleo = R\$2,20; Sal = R\$1,00; Premix = R\$100,00; Calcário calcítico = R\$0,13; Fosfato bicálcico = R\$1,30; Casquinha de arroz e baraço de batata-doce = R\$0,00.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dietas experimentais 50BBD e 100BBD foram mais econômicas que a dieta 0BBD (Tabela 2). O custo por quilograma de dieta reduziu linearmente com a substituição do BBD sendo que a dieta controle apresentou custo de R\$1,08 enquanto as dietas 50BBD e 100BBD figuraram em R\$0,85 e R\$0,63.

Ingredientes	Custo dos ingredientes em um quilo de dieta (R\$)		
	0BBD	50BBD	100BBD
Alfafa	0,45	0,225	-
BBD*	-	-	-
Farelo de Soja	0,18375	0,18375	0,18375
Milho	0,063825	0,063825	0,063825
Farelo de Trigo	0,1155	0,1155	0,1155

Óleo de soja	0,055	0,055	0,055
Sal	0,005	0,005	0,005
Premix	0,2	0,2	0,2
Calcário	0,000325	0,000325	0,000325
Casca de arroz	-	-	-
Fosfato	0,0104	0,0104	0,0104
Total	1,08	0,85	0,63

\* BBD = Baraço de Batata-doce. 0BBD: Dieta sem inclusão de BBD; 50BBD e 100BBD: Dietas com substituição de 50 e 100% do feno de alfafa pelo baraço de batata-doce. Custo do quilograma dos ingredientes: Feno de alfafa = R\$1,50; Farelo de soja = R\$1,05; Milho = R\$0,37; Farelo de trigo = 0,462; Óleo = R\$2,20; Sal = R\$1,00; Premix = R\$100,00; Calcári = R\$0,13; Fosfato bicálcico = R\$1,30; Casquinha de arroz e baraço de batata-doce = R\$0,00.

Tabela 2- Custo de um quilograma de ração para coelhos de corte com substituição crescente do feno de alfafa pelo baraço de batata-doce

A conversão alimentar dos coelhos figurou em 3,3, 3,5 e 3,6 nos grupos experimentais 0BBD, 50BBD e 100BBD. Sendo assim, o custo para a produção de um quilograma de coelho vivo foi de R\$3,56, R\$2,96 e R\$2,30 nos grupos 0BBD, 50BBD e 100BBD respectivamente. Em porcentagem o custo para produzir um quilograma de coelho vivo é 35% menor no grupo 100BBD em relação ao grupo controle.

Machado (2012) cita que há produtores que se uniram para fabricar a própria ração, tendo em vista que adquirir este insumo muitas vezes inviabiliza a produção. Desta forma, houve grande economia por parte dos mesmos, pois a alimentação dos animais representava cerca de 70% dos custos da produção. Militão (2011) também cita que no sistema cooperado, onde os produtores contrataram serviços de uma fábrica para produzir a ração, o custo da mesma é de R\$0,80 a R\$0,85 o quilo, semelhante ao custo da dieta 50BBD.

Ainda é válido ressaltar que o mundo está atingindo estágios de estagnação das terras agricultáveis. Assim, substituir produtos convencionais (como o FA) por alternativos (como o BBD), não apenas reduz os custos produtivos, mas também otimiza a utilização do espaço agrícola, uma vez que, o espaço que seria necessário para cultivar ingredientes especificamente para dietas de animais, pode ser utilizado para o plantio de alimentos para seres humanos.

Estratégias como a exposta também podem contribuir para diversificação da agricultura familiar, para o aumento da renda da propriedade, o que contribui para a permanência das pessoas no campo. Neste viés, Oseni e Lukefahr (2014) ao estudar a produção de coelhos em sistemas com baixa entrada de insumos concluíram que se faz necessário o desenvolvimento da produção de modelos mais sustentáveis e menos onerosos para os produtos. Os referidos autores ainda destacam que os pesquisadores devem se concentrar na pesquisa *in situ* relacionada ao desenvolvimento de sistemas que possibilitem a criação de coelhos por agricultores familiares com os recursos disponíveis localmente.

Pode-se salientar também, que famílias de diversas partes do mundo estão se beneficiando do uso de resíduos da agricultura na dieta de coelhos de corte (Figura 1). Desta forma, a integração de culturas (animal e vegetal) além da diversificação das atividades dentro da propriedade rural, proporciona maior segurança para o produtor ao passo que reduzem a dependência de recursos externos a propriedade e barateia o custo produtivo.



Figura 1. Modelo de produção de coelhos com ingredientes locais, em sistemas com pouca entrada de insumos em países em desenvolvimento descrito por Oseni e Lukefahr (2014).

#### 4 | CONCLUSÃO

Concluiu-se neste estudo que existe viabilidade na utilização do barão de batata-doce em substituição ao feno de alfafa em dietas para coelhos em crescimento no nível de até 100%.

#### REFERÊNCIAS

MACHADO, L. C. **Panorama da cunicultura brasileira**. Revista Brasileira de Cunicultura. v.2, n.1, p.1-17, 2012.

MILITÃO L. **Entrevista**. Cunicultura em Foco, v.1, n.1, p.11-12, 2011.

MOLINA, J. et al. **Preliminary study: fiber content in pet rabbit diets, crude fibre versus total dietary fiber**. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v. 99, Suplemento, p.23-28, 2015.

OSENI, S.O.; LUKEFAHR, S.D. **Rabbit production in low-input systems in Africa: situation, knowledge and perspectives – A review**. World Rabbit Science. v. 22, n.2, p.147-160, 2014.

PINHEIRO, V., et al. **Effects of animal type (wild vs. domestic) and diet alfalfa level on intake and digestibility of European adult rabbits (*Oryctolagus cuniculus*)**. Journal of animal physiology and animal nutrition, v.102, n.1, p.460-467, 2018.

SUN, H., et al. **Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods**. Food chemistry, v.156, n.?, p.380-389, 2014.

# CASCA DE BANANA E SEU EFEITO NA REDUÇÃO DE CUSTOS E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE COELHOS DE CORTE

### **Diuly Bortoluzzi Falcone**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

### **Ana Carolina Kohlrausch Klinger**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

### **Aline Neis Knob**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

### **Geni Salete Pinto De Toledo**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

### **Leila Picolli Da Silva**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

**RESUMO:** Objetivo deste estudo foi avaliar as características de carcaça e a viabilidade econômica na substituição parcial do milho (M) por casca de banana (CB) em dietas para coelhos de corte. Conduziu-se ensaio biológico com três grupos de coelhos da raça Nova Zelândia Branco, submetidos as diferentes dietas: 0CB – dieta controle, sem inclusão de CB; 25CB – dieta com 25% de substituição do M por CB; e 50CB – dieta com 50% de CB em substituição ao M. Quando os coelhos estavam com 84 dias de idade, foram abatidos. Foram anotadas as massas das carcaças que posteriormente foram submetidas a análises químicas para

verificação de: matéria seca, cinzas e proteína (PB). Os dados pós-abate, (massa, rendimento de carcaça, fígado, pele) mostraram que com aumento do nível de CB, não houve diferenças nos parâmetros estudados em nenhum dos tratamentos. Os dados de análise centesimal da composição da carne não apresentaram diferenças nos parâmetros, porém, a quantidade de PB teve pequeno aumento com a inclusão de CB, sendo: 18,02% de PB no grupo controle e 19,02 no grupo 50CB. Isso mostra o bom aproveitamento da inclusão de CB. Quanto à viabilidade econômica, a inclusão de CB a nível de 25 e 50%, diminuiu o custo da dieta em 2,76% e 5,52% respectivamente. Conclui-se que, o fornecimento de CB para coelhos como substituto ao M no nível de até 50% não interfere na qualidade da carne, tornando viável o uso da CB.

**PALAVRAS-CHAVE:** carne, cunicultura, produção animal, subprodutos.

**ABSTRACT:** Purpose to this study was to evaluate the characteristics and the profitability of carcass in rabbits that were fed with diets containing banana peels (BP) in substitution of maize (M). The biological essay was carried out with three groups of White New Zealand rabbits, submitted to the different diets: 0BP – control diet without BP; 25BP – diet with 25% of BP in substitution of M; and 50BP – diet with 50% of

BP in substitution of M. The slaughter was made when the rabbits were 84 days old. Carcass mass was recorded, and the carcasses were submitted to chemical analysis for verifying dry matter, mineral matter and crude protein (CP). After-slaughter data (mass, carcass yield, liver and skin) showed that, with an increasing level of BP in the diet, there were no differences for the evaluated parameters in all the treatments. Centesimal analysis of meat composition data revealed that, with the substitution, there were no differences in the parameters; although, in the analysis of CP, there was a small increase of this nutrient due to the addition of BP, being: 18.02% in CP and 19.02 in 50BP. It demonstrates a good use of the inclusion of BP. For the economic viability, BP inclusion of 25 and 50% levels reduced the cost of the diet in 2.76% and 5.52% respectively. Conclusion is that providing BP to rabbits, as a substitute of maize, in a level up to 50% does not interfere in the meat quality; this demonstrates the use of BP is viable.

**KEYWORDS:** by-products, cuniculture, production animal, meat.

## 1 | INTRODUÇÃO

Conforme a FAO (2014), atualmente estima-se que cerca de um quarto dos alimentos produzidos para consumo humano são desperdiçados, sendo estes, suficientes para alimentar dois bilhões de pessoas. Além disso, estudos apontam que em um futuro bem próximo, o grande desafio mundial será o de alimentar mais de nove bilhões de pessoas. Em vista disso, emerge a necessidade da diversificação da produção, tornando a cunicultura uma atividade viável a este viés (SORDI et al., 2016). Deste modo, estudar estratégias para melhorar o aproveitamento dos resíduos agroindustriais e utilizar estes para a nutrição cunícola torna-se necessário.

O elevado preço dos ingredientes convencionais para alimentação animal elevou o custo da produção e reduziu a margem de lucro dos produtores. Consequentemente, ingredientes alternativos têm recebido atenção especial, uma vez que apresentam baixo custo de aquisição (CHAVES et al., 2014; AKANDE, 2015).

As bananas (*Musa ssp.*) estão entre as frutas mais populares, produzidas e consumidas, tornando-as uma das culturas mais importantes no mundo (FAO, 2018). As cascas de banana (CB) são usualmente descartadas, mesmo apresentando características nutricionais favoráveis para utilização na alimentação animal e baixo custo na aquisição (OMER, 2009).

Como alternativa valiosa e viável, a cunicultura se destaca pela criação racional, visto que são animais que alcançam altas taxas de reprodução e produtividade em pequenas áreas sendo possível assim, a expressiva capacidade de equilíbrio com o ambiente, tendo em vista reduzir impactos ambientais, através do uso de resíduos na alimentação, produção de peles bem como a produção de proteína de alto valor biológico para a alimentação humana (FERREIRA et al., 2012). Além disso, o coelho possui características peculiares onde consegue aproveitar eficientemente a fibra da dieta.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar as características e a rentabilidade da carcaça de coelhos alimentados com dietas contendo CB em substituição ao milho (M).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio biológico foi conduzido, no Laboratório de Cunicultura do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizada a 29°41' S de latitude e 53°48' W de longitude. O recinto utilizado para o ensaio foi um galpão próprio para cunicultura, sem controle de temperatura, umidade e iluminação artificial.

Foram utilizados 30 coelhos de ambos os sexos, da raça Nova Zelândia Branco, desmamados aos 35 dias de idade, com massa média de 762g. Os mesmos foram distribuídos em três grupos (10 coelhos/grupo) em delineamento inteiramente casualizado e alojados em gaiolas individuais de arame galvanizado, com dimensões 50x50x40cm (sendo cada animal uma unidade experimental).

Foram formuladas três dietas experimentais, de modo a satisfazer as exigências nutricionais da categoria (AEC, 1987). Cada animal foi submetido a uma delas, sendo: 0CB - dieta controle sem cascas de banana; 25CB - dieta experimental com 25% de CB em substituição ao M; e 50CB - dieta experimental com 50% de CB em substituição ao M. As CB utilizadas nas dietas T25CB e T50CB foram secas em estufa com circulação de ar forçado, a temperatura média de 55° a 60°C por aproximadamente 72 horas.

Os coelhos receberam água e ração à vontade durante todo o ensaio biológico, que compreendeu 49 dias. Durante o ensaio, a massa dos animais e o consumo de ração foram registrados.

Ao final do ensaio biológico, quando estavam com 84 dias de idade, os animais foram abatidos pelo método de insensibilização seguida de sangria. As peles foram retiradas para obtenção da massa. A massa de carcaça e o rendimento de carcaça quente também foram mensurados. Considerou-se como carcaça, o corpo do animal sem a cabeça pele e vísceras não comestíveis. Posteriormente, as carcaças foram submetidas a análises químicas para verificação de: umidade, cinzas e proteína no Laboratório de Nutrição Animal da UFSM.

A viabilidade econômica das dietas, foi avaliada a partir dos valores dos ingredientes da safra ano, onde calculou-se o custo por quilograma das dietas e suas respectivas economias em comparação a dieta controle.

Os dados foram analisados em arranjo inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições cada, totalizando 30 animais, utilizando-se o software estatístico SAS (1988). As médias de: massa corporal final, massa de carcaça, fígado, pele e rendimento de carcaça foram submetidas à Análise de Variância das Médias (ANOVA), seguida pelo Teste de Tukey (0.05).



### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos valores médios dos dados pós-abate, observou-se que não houveram diferenças para os parâmetros analisados em nenhum dos três tratamentos (Tabela 1). Diante disto, nota-se a importância da ampliação da produção de carne de coelhos. Em alguns países da África, que são acometidos pela fome, diversas pesquisas vêm sendo feitas na produção de coelhos a partir de dietas simplificadas a base de resíduos de culturas (KHALIL et al., 2010).

Oseni e Lukefahr (2014) estudaram a inclusão de ingredientes como a torta de palmito em dietas cunícolas, como resultado obterão a viabilidade deste ingrediente alternativo, desta forma, auxiliando centenas de famílias no combate à desnutrição. Transpondo esse pensamento para a realidade brasileira, onde as possibilidades de integração são enormes devido a vasta produção agrícola, as possibilidades são muitas. Principalmente em propriedades de agricultura familiar, para assim, melhorar a qualidade de vida.

Parâmetros	Dietas experimentais			Valor P
	0CB	25CB	50CB	
Peso corporal final (g)	2152,66	2096,66	2046	0,11
Peso de carcaça (g)	1074	1045,33	984,66	0,40
Fígado (g)	62	66	57,33	0,34
Pele (g)	275,33	286,66	264	0,67
Rendimento de carcaça (%)	49	49	48	0,81

0CB – dieta controle sem casca de banana; 25CB – dieta com 25% de casca de banana em substituição ao milho; 50 CB – dieta com 50% de casca de banana em substituição ao milho.

Tabela 1 – Dados pós-abate de coelhos alimentados com dietas contendo casca de banana em substituição ao milho.

As análises de teor de umidade, cinzas e proteína na carne não diferiu (Tabela 2), sendo que os valores de proteína variaram entre: 18,02% no 0CB, 18,70% no 25CB e 19,02% no 50CB. A carne de coelhos é considerada mais magra e mais saudável quando comparada a outras carnes (SOUZA et al., 2009); ainda, Hernández et al. (2000) e Dalle Zotte (2002), citaram que ela é altamente digerível, rica em proteínas, saborosa, com baixo teor calórico, gorduras e colesterol.

Parâmetros	Dietas experimentais		
	0CB	25CB	50CB
Matéria seca (%)	23	25	24.8
Matéria mineral (%)	1.44	1.42	1.44
Proteína (%)	18.02	18.70	19.02

0CB – dieta controle sem casca de banana; 25CB – dieta com 25% de casca de banana em substituição ao milho; 50 CB – dieta com 50% de casca de banana em substituição ao milho.

Tabela 2 – Dados de carcaças submetidas à análises químicas.

Em relação a viabilidade econômica, os resultados do presente estudo (Tabela 3), indicaram que a inclusão de casca de banana em dietas para coelhos em crescimento reduz custos nas dietas, gerando redução uma economicidade de 2,64% nos grupos 25CB e 5,27% no 50CB respectivamente. Estes resultados vão de encontro com estudo realizado por Omole et al. (2008), ao estudarem a substituição de M por CB, descreveram que o custo total da ração reduziu conforme o nível de CB incorporado às dietas. Tendo em vista que, na cunicultura, os custos com alimentação podem compreender entre 70-75% dos custos totais da criação (FERREIRA et al., 2007; OLIVEIRA, 2013). Deste modo, reduzir custos na dieta, utilizando fontes alternativas aos ingredientes convencionais é um recurso essencial do ponto de vista econômico.

Esses resultados vão ao encontro do desenvolvimento da zootecnia sustentável, onde pequenas modificações em cada elo da cadeia, acarretam em grandes resultados no final do ciclo produtivo/produto final.

Ingredientes	Dietas experimentais		
	0CB	25CB	50CB
Milho (R\$/kg)	0.1825	0,1525	0,1225
Farelo de trigo (R\$/kg)	0.1833	0.1833	0.1833
Farelo de soja (R\$/kg)	0.2100	0.2100	0.21
Óleo de soja (R\$/kg)	0.0700	0.0700	0.0700
Casca de arroz (R\$/kg)	-	-	-
Feno de alfafa (R\$/kg)	0.4800	0,4800	0,4800
Casca de banana (R\$/kg)	-	-	-
Fosfato bicálcico (R\$/kg)	0.0112	0.0112	0.0112
Calcário calcítico (R\$/kg)	0.00035	0.00035	0.00035
Sal (R\$/kg)	0.0015	0.0015	0.0015
Premix (Vitamina/mineral) (R\$/kg)	0.009	0.009	0.009
Custo por quilo da dieta (R\$)	1.14	1.11	1.08

0CB – dieta controle sem casca de banana; 25CB – dieta com 25% de casca de banana em substituição ao milho; 50 CB – dieta com 50% de casca de banana em substituição ao milho. Valores calculados com base no preço da safra de 2018 no Brasil.

Tabela 3 – Custo e viabilidade econômica das dietas experimentais.

## 4 | CONCLUSÃO

No presente estudo, verificou-se que resíduos, como cascas de banana, que não são aproveitados para consumo humano e poluem o meio ambiente podem ser aproveitados na nutrição animal sendo, portanto, convertidos em proteína de alta qualidade. Neste contexto, conclui-se que o fornecimento de CB para coelhos como substituto ao milho no nível de até 50% não interfere na qualidade da carne, tornando assim viável o uso deste subproduto além de mais rentável e ambientalmente correto.

## 5 | AGRADECIMENTO

Agradeço a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo auxílio à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AEC. **Recomendações para nutrição**. 5.ed. Antony, France: RHÔNE-POULENC, 86p, 1987.

AKANDE, K. E. Dietary effects of increasing levels of pigeon pea meal on rabbit performance. **Journal of Agriculture Science**, v.7, n.7, p.156–162, 2015.

CHAVES, B.W.; STEFANELLO, S. F.; BURIN, A. P.; RITT, L. A.; NORBERG, J. N. Utilização de resíduos industriais na dieta de bovinos leiteiros. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18. Ed. Especial Mai. 2014, p. 150-156, 2014.

DALLE ZOTTE, A. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. **Livestock Production Science**, v.75, n.1, p. 11–32, 2002.

FAO. Yearbook of Fishery Statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2014.

FAO. News: Producir bananos sin dejar huellas. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2018.

FERREIRA, W. M.; HERRERA, A. D. P. N.; SCAPINELLO, C.; FONTES, D. O.; MACHADO, L. C.; FERREIRA, S. R. A. Digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas simplificadas baseadas em forragens para coelhos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 2, p. 451-458, 2007.

FERREIRA, W. M.; HOSKEN, F.; PAULA, E.; FERREIRA, S. R. A.; MACHADO, L. C.; EULER, A. C. C.; OLIVEIRA, C. E. Á.; VASCONCELOS, C. H. F. Estado da arte da pesquisa em nutrição e alimentação de coelhos no Brasil. **Revista Brasileira de Cunicultura**, v.2, n. 1, p. 1- 67, 2012.

HERNÁNDEZ, P.; PLA, M.; OLIVER, M. A.; BLASCO, A. Relationships between meat quality measurements in rabbits fed with three diets of different fat type and content. **Meat Science**, v. 55, n. 4, p. 379-384, 2000.

KHALIL, M. H. E.; BOLET, G. Sustainable rabbit breeding and genetic improvement programs achieved in developing countries. In: 9TH World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 9. 2010, Leipzig. Anais... Germany: WCGALP, 2010.

OLIVEIRA, E. R. A. Subprodutos agroindustriais na dieta de coelhos em crescimento. 2013. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza 2013.

OMER, S. A. *In situ* dry matter degradation characteristics of banana rejects, leaves, and pseudo stem. **Assiut Veterinary Medicine Journal**, v. 55, n. 1, p. 120-129, 2009.

OMOLE, A. J.; AJASIN, F. O.; OLUOKUN, J. A.; OBI, O.O. Performance characteristics of weaned rabbit fed plantain peel as replacement for maize. **Nutrition & Food Science**, v. 38 n. 6, p. 559-563, 2008.

OSENI, S. O.; LUKEFAHR, S. D. Rabbit production in low-input systems in Africa: situation, knowledge and perspectives – a review. **World Rabbit Science**, v. 22, p. 719-731, 2014.

SAS. 1988. SAS/STAT User's Guide (Release 6.03). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.

SORDI, V. F.; ROSA, C. O.; MARTINS, V. N.; GARCIA, R. G.; REIS, J. G. M. Estratégia de diversificação em propriedades rurais: o caso da cunicultura. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 18, n. 3, p. 325-333, 2016.

SOUZA, D.V., ZAPATA, J. F. F.; FREITAS, E. R.; SOUZA NETO, M. A.; PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; ABREU, V. K. G.; SILVA, E. M. C. et al., Ácidos graxos e composição centesimal da carne de coelhos alimentados com ração contendo farelo de coco. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p.778-784, 2009.

## 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 glutatona 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 ciclo do Ácido Cítrico podem, via fosfoenolpiruvato, gerar piruvato que, por ação da desidrogenase do piruvato, gera acetil-CoA, que é oxidado a  $\text{CO}_2$ , 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<sub>2</sub>S). Este processo é formado pelas etapas: metilação, remetilação e transulfuração.

## 4.1 METILAÇÃO

A metilação, ou seja, doação de grupos metil ( $\text{CH}_3$ ), 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 ( $\text{CH}_3$ ) 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 ( $\text{CH}_3$ ), 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 N<sup>5</sup>,N<sup>10</sup>-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 CH<sub>3</sub> 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 glutationa (Stipanuk, 2004).

A glutationa (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 glutationização 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<sup>-1</sup>), conversão alimentar por massa e dúzia de ovos (g.g<sup>-1</sup> de ovos, g.dz<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>), 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**. 1<sup>st</sup> 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**. 2<sup>nd</sup> 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  $\beta$ -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.

## NUTRITIONAL VALUE OF FORAGE PEANUT (*Arachis Pintoi* CV. BRS MANDOBI) AND ELEPHANT GRASS SILAGES

### Jucilene Cavali

Department of Animal Science. Federal University of Rondônia. Presidente Médici - RO.

Department of Animal Science. Federal University of Rondônia, Presidente Médici - RO. 76916-000. Brazil. Email: jcavali@unir.br Phone/fax: +55 (69) 34711235

### Victor Rezende Moreira Couto

Federal University of Goiás, Goiânia - GO;

### Marlos Oliveira Porto

Department of Animal Science. Federal University of Rondônia. Presidente Médici - RO.

### Maykel Franklim Lima Sales

EMBRAPA Acre, Rio Branco - AC.

### Judson Ferreira Valentim

EMBRAPA Acre, Rio Branco - AC.

### Eriton Egidio Valente

State University of Western Paraná, Marechal Cândido Rondon - PR.

### Ivanna Moraes Oliveira

APTA, Colina - SP.

### Elvino Ferreira

Department of Animal Science. Federal University of Rondônia. Presidente Médici - RO.

### Gleudson Giordano Pinto de Carvalho

Federal University of Bahia, Salvador BA.

### Luciane Cunha Codognoto

Environmental Sciences Master's Program. UNIR, Rolim de Moura - RO.

**ABSTRACT:** *Arachis pintoii*, commonly known as forage peanut, is a leguminous plant with good forage yield and nutritional quality adapted to the Brazilian environmental conditions and used in grass/legume pastures or preserved as silage or hay. In this study, we evaluated the nutritional value and dry matter losses of silages produced with different proportions of forage peanut cv. BRS Mandobi and elephant grass. Five levels of substitution of elephant grass (0, 25, 50, 75, and 100%, fresh matter basis) for the legume were tested in a completely randomized design with four replicates. The fiber components of the silages, except lignin, decreased with higher levels of forage peanut. Crude protein content and *in vitro* dry matter digestibility presented maximum values of 16.9% and 62.5%, increasing by 0.07 and 0.15 units with every 1% of the legume added to the silage, respectively. Silage pH rose from 3.8 to 5.4, although gas and effluent losses had estimated reductions of 0.01 and 0.66 units for each additional unit of the legume. Silages composed of elephant grass and more than 50% forage peanut improve the nutritional value of the feed and increase dry matter recovery of the ensiled forage mass. Silages with these proportions of forage peanut have high protein and low fiber contents.

**KEYWORDS:** Dry matter recovery; ensilage; legume; nutritive value; roughage.

## INTRODUCTION

The excellent adaptation of *Arachis pintoi* to the wet tropics, coupled with its aggressiveness and productivity characteristics, good establishment, resistance to grazing, good palatability, and excellent nutritional value, makes this plant one of the most important legume species in the entire Amazon (Valentim 1996; Valentim *et al.* 2001; Barrett, Valentim, Turner 2013). Ten months after planting, its dry matter yield ranges from 9 to 15 t ha<sup>-1</sup> (Assis and Valentim 2009) in harvests performed at heights greater than 5 cm above the soil, maintaining 64% of the total biomass — especially of stolons — available in the soil to ensure regrowth (Cavali *et al.* 2002).

With high crude protein contents, low fiber, and high digestibility (Ramos *et al.* 2010), this leguminous plant has little variation in forage quality between the leaf and stem fractions as it ages when compared with other tropical forage species, mainly grasses (Lascano 1994; Ramos *et al.* 2010).

Valentim *et al.* (2003) observed mean crude protein contents ranging from 17.9 to 21.7% in accessions and cultivars of forage peanut in Rio Branco - AC, Brazil and reported 62% digestibility in leaves of *Arachis pintoi* during the dry season and 67% in the rainy season. Oliveira *et al.* (2011) obtained an *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of 76.1% in cultivar Belmonte in the spring, in São Carlos - SP, Brazil. Azevedo *et al.* (2014) evaluated forage peanut genotypes in the state of Acre and reported average calcium contents between 14.24 and 21.06 g kg<sup>-1</sup>, 4.42 to 9.17 g kg<sup>-1</sup> magnesium, 0.97 to 2.3 g kg<sup>-1</sup> phosphorus, and 7.61 to 22.68 g kg<sup>-1</sup> potassium in the shoot biomass; the authors stressed that the production potential of forage peanut is related to the fungal mycorrhizal richness in the rhizosphere, which is potentiated by phosphate fertilization (Miranda, Silva, Saggin Jr. 2016). Azevedo *et al.* (2014) identified the occurrence of 21 species of arbuscular mycorrhizal fungi in soil samples of 45 forage peanut genotypes.

Fernandes *et al.* (2011) investigated the quality of hay from *A. pintoi* at 30 days of regrowth using the *in vitro* digestibility method and found a CP content of 24.18%, which is higher than those reported in the literature for tropical grasses. The authors concluded that this legume plant is a great source of this component for animal feeding, even at advanced ages. As for IVDMD, these researchers observed a higher value (79.21%) than those mentioned in other studies with tropical legumes, in which only alfalfa showed superior digestibility. The authors emphasized the ever-growing importance of this legume among the alternatives to improve the nutritional quality of pastures grown in the tropics, given their large high-quality forage yield.

Cultivar BRS Mandobi was obtained by massal selection performed at Embrapa Acre (Brazilian Agricultural Research Corporation) from the forage peanut accessions evaluation network installed in 1999 (Assis and Valentim 2009), registered in 2008, at Brazil's National Cultivar Register and protected in 2011, according to the norms of the Ministry of Agriculture, Livestock, and Supply. One of the main characteristics of cv. Mandobi is its high seed yield, of over 4.000 kg ha<sup>-1</sup> at 18 to 21 months after planting,

in the environmental conditions of Acre State (Valentim and Assis 2009). Moreover, the cultivar has great vigor, a dry matter yield of over 18 t ha<sup>-1</sup> at 10 months after planting (Balzon *et al.* 2005), good establishment, tolerance to low-permeability soils, and good leaf production (Assis *et al.* 2013).

Santos (2012) evaluated genotypes Belmonte and Mandobi in Rio Branco - AC, Brazil, during the low-rainfall period, and observed a less marked reduction of the CP content at the harvest ages of 28 to 70 days for cultivar BRS Mandobi compared with *Arachis pintoi* cv. Belmonte. In addition, cultivar BRS Mandobi displayed average NDF, ADF, and lignin contents of 50.7%, 24.21%, and 7.28%, which were lower values than those found in cultivar Belmonte, besides an IVDMD of 74.6% irrespective of age, and dry matter accumulation of 20 t ha<sup>-1</sup>. The use of legume plants in the ruminant production system is a supplementary-protein alternative for animals as a source of preserved roughage. Andrade *et al.* (2012) suggested its use in grass-intercropping systems.

Ladeira *et al.* (2002) fed ruminants with forage peanut hay and observed high intake and nutrient digestibility levels, demonstrating that this feedstuff can be used to meet the requirements for ruminant production. However, despite the elevated energy contents, they recommended supplementation with energy sources of high availability, aiming at an optimum production potential.

Another advantage of the use of legumes and the nitrogen uptake through biological fixation by soil bacteria associated with the plant is the expressive increase in carbon fixation into the soil and the reduced greenhouse gas emission. Comparative studies in areas with grass pastures and pastures with grasses intercropped with legumes have shown significant increases in carbon stocks in intercropped pastures (Barcellos *et al.* 2008; Paris *et al.* 2009; Fernandes *et al.* 2011; Paulino *et al.* 2012).

Harvesting and ensiling the surplus forage production is an alternative to renew the forage sward and increase the carbon incorporation, maintaining the high system turnover.

The ensiling of forage peanut associated with elephant grass has shown to be an option to improve the nutritional value of the silage, as a result of the balance between the components of the ensiled biomass, improving the fermentation profile. Elephant grass, commonly used for silage making at its point of maximum nutritional value, provides an increase in dry matter content and a reduction in the amount of ammonia produced in forage peanut silages. Including this legume in the ensiling of this grass is a practice aimed at generating feed of better quality and nutritional value, reducing the fiber content, and consequently increasing the intake, digestibility, and performance of animals.

The objective of this study was to evaluate the nutritional content and dry matter losses of silages produced with different levels of forage peanut and elephant grass.

## MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted in the Agrostology Unit at the Federal University of Viçosa (657 m asl), where the average annual precipitation was 1,341 mm, 86% of which occurred in the months of October to March. Mean temperature ranged from 14.0 to 26.1 °C.

The elephant grass (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) was harvested during the regrowth of the already established grass pasture, to which cattle manure was incorporated throughout the year. Forage peanut (*Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi) was planted in 2009, after soil preparation, and was fertilized biannually with cattle slurry; the grass was leveled in October 2010. At the harvest, the elephant grass and forage peanut were at 50 and 110 days of regrowth, and with a height of 1.5 m and 60 cm, respectively. The forages were harvested manually at 15 cm and 2 cm from the soil surface, respectively, using a machete, and then chopped to particles of approximately two centimeters in a stationary forage chopper.

The elephant grass:forage peanut ratios in the silage were 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, and 100:0%, fresh matter basis. A completely randomized design with five replicates (five elephant grass:forage peanut ratios) and four replicates was adopted. The material was ensiled in plastic buckets (experimental silos) with 18-L capacity equipped with a Bunsen valve on their lid to allow the escape of fermentation-derived gases. Three kilograms of dry sand were placed at the bottom of the buckets, separated from the forage by a layer of fabric, for a later estimate of the effluent production. The average specific mass or compaction density of the buckets containing elephant grass and forage peanut only were 801 and 643 kg forage/m<sup>3</sup>, respectively. Silos were sealed with adhesive tape, weighed, and stored in a covered area at room temperature until they were opened, which occurred 40 days after ensiling. On this occasion, the silo content was weighed again to quantify losses due to fermentation, and samples were collected for determinations of pH and ammonia nitrogen N-NH<sub>3</sub>.

For pre-drying, a 500-g sample of the substrate from each treatment was harvested, in triplicate, before ensiling and after silo opening, and then packed in paper bags. Samples were dried in a forced-air oven at 60 ± 5 °C for 72 h and then ground through a Wiley mill to 1 mm particles. Dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose, lignin, total nitrogen, water-soluble carbohydrates (SC), and *in vitro* apparent dry matter digestibility (IVDMD) were determined at 48 h, according to Silva and Queiroz (2002); NDF and ADF corrected for ash and protein (NDF<sub>ap</sub> and ADF<sub>ap</sub>) according to Hall (2003); and neutral (NDIP) and acid (ADIP) detergent insoluble protein following Licitra *et al* (1996). The rumen inoculant for *in vitro* incubation was collected from rumen-cannulated crossbred cattle feeding *ad libitum*, which received 2 kg of concentrate and chopped sugarcane.

For determination of pH, 25-g samples were collected to which 100 mL distilled water were added, and then left to rest for 2 h. After this time, the pH was read using a

digital pH meter. In another 25-g sample, 200 mL of a 0.2 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution were added, and the mixture was left to rest for 48 h in a refrigerator; after this period, the mixture was filtered through a Whatman® 54 filter paper. The N-NH<sub>3</sub> content as a percentage of the total N was measured in the filtrate using KOH a 2 mol L<sup>-1</sup>.

Dry matter losses as gases and effluent were quantified as follows: gas losses (%DM) were calculated as the difference in weight between the full bucket at silo closure and opening (kg) divided by the forage mass at closure (kg) and multiplied by the herbage dry matter at closure and by 1,000. Effluent loss (kg t<sup>-1</sup> fresh matter) was calculated as the difference in weight of the sand (kg) before and after ensiling, relative to the forage mass (kg) at silo closure, multiplied by 100. Dry matter recovery was obtained as the difference in forage weight (kg) from ensiling to silo opening and respective dry matter contents in the silos (%), following the methodology described by Jobim *et al.* (2007).

Treatment means were subjected to variance and regression analyses, and orthogonal contrasts were used to check the possible linear, quadratic, cubic, and quartic effects for the different proportions of forage peanut and elephant grass, adopting  $\alpha = 0.05$ .

## RESULTS AND DISCUSSION

Before ensiling, elephant grass showed an average dry matter (DM) content of 16.8% (Table 1), which is considered low to provide adequate fermentation conditions and prevent effluent production. According to Jones and Jones (1995), a minimum DM content of 25% is required to prevent significant effluent production in silages. The DM values recorded for the elephant grass are due to its early harvest, at 50 days of regrowth, and corroborate the values reported by Valadares Filho *et al.* (2015) for this cultivar harvested at 60 days of growth.

In cv. Mandobi, except for DM, the other chemical components of the cultivar agreed with the mean values found in other leguminous plants of the species *Arachis pintoii* compiled by Valadares Filho *et al.* (2015) and Paulino *et al.* (2012). These authors observed a linear decrease in protein content from 23.5 to 19.1%, in the forage dry matter, from 64 to 142 days of growth, and a decrease in the NDF, ADF, and cellulose contents of forage peanut cv. Belmonte of 49.5, 38.0, and 29.0% DM, respectively. These authors stressed that even at more advanced ages, the nutritional values are adequate and the legume is appropriate for ruminant feeding.

Nascimento *et al.* (2010) evaluated forage peanut cv. Alqueire-1 and found a CP content of 20.8% at 84 days of growth and emphasized its flexibility to the frequency of harvests and deferment management for dry periods of up to 180 days, with no losses of forage quality. The authors stressed the alternative of the use of the legume in production systems for the forage scarcity period.

Santos (2012) evaluated cultivar Mandobi at different harvest ages and observed

22.6% CP, 50.7% NDF, 24.2% ADF, and 7.28% lignin in the dry season of the year at 70 days of regrowth. The author also reported an IVDMD of 74.6%, which is higher than the 64.2% found for cv. Belmonte in the present study at 110 days.

Paulino *et al.* (2012) did not observe differences for the concentrations of condensed tannins and total tannins and phenols as a function of the harvesting age of forage peanut cv. Belmonte. Tannin levels were below 40 g kg<sup>-1</sup> DM, considered minimum tolerance of toxicity to ruminants without adverse effects on palatability or animal production.

Mean non-fibrous carbohydrates (NFC) contents of 10 and 23% were detected for elephant grass and forage peanut, respectively (Table 1). Woolford (1984) recommended a soluble carbohydrates (SC) content above 8% in the dry matter and a moisture content of approximately 70% as potential for fermentation during ensiling. However, there is an inverse relationship between the need for SC and the forage DM content for good fermentation to take place. Adequate soluble carbohydrate contents are desirable, because, during the normal fermentation process, they are converted to organic acids, mainly lactic acid, causing a reduction of pH, which in turn inhibits the action of other undesirable microorganisms, especially those of the genus *Clostridium* (McDonald *et al.* 1991).

Haigh (1990) suggested the existence of an inverse relationship between the need for sugars and the dry matter content of the forage, for proper fermentation. Van Soest (1994), by contrast, stated that the SC:buffering capacity ratio must be high so as to generate good-quality silage, should the forage dry matter be reduced.

In the silages, all chemical-composition variables were influenced by the increasing proportions of forage peanut replacing elephant grass, except for the organic matter, total digestible nutrients, and NH<sub>3</sub>-N contents (Table 2).

Results observed for the silages containing forage peanut cv. BRS Mandobi solely are close to the mean values found by Paulino *et al.* (2009) in forage peanut cv. Belmonte, whereas the values observed for elephant grass are below those obtained by Valadares Filho *et al.* (2015). Paulino *et al.* (2009) observed DM, CP, NDF, and IVDMD values of 19.9%, 21.6%, 45.1%, and 64.8%, respectively, in silage containing forage peanut cv. Belmonte only, harvested at 60 days of regrowth.

Increasing the forage peanut levels from 0 to 100% resulted in a linear increase in the DM content of the silages from 16 to 23% (Table 2). This response is due to the maturity of the forages and the higher dry matter content of the legume in relation to the grass at the early harvest, performed at 50 days of regrowth. Paulino *et al.* (2009) added forage peanut at the levels of 10, 20, and 30% to elephant grass cv. Paraíso silage at 100 days of regrowth and observed an increase in DM from 18.3 to 20.0% and in CP from 15.5 to 17.6%. They also observed a downward trend in the NDF contents of silages with a higher percentage of elephant grass: 59.0% vs. 61.6%, caused by the lower proportion of cell wall in the peanut harvested at 60 days of regrowth.

The NDFap, ADFap, and hemicellulose contents decreased as the proportions of



forage peanut in the silages were increased ( $P < 0.05$ ); this was an expected result, given the lower proportion of cell wall in the legumes. This can be explained by the non-fibrous carbohydrates (NFC) contents, which rose by 0.15 units with every 1% forage peanut added. The non-structural carbohydrate levels are much higher in legumes than in grasses, and in the leaves compared with stems. This affects the forage digestibility, which is reduced as the plant ages — and even more markedly in grasses than in legumes.

Overall, NFC contents increased by 1.38% with the addition of 25% forage peanut to the ensiled forage biomass. The non-fibrous carbohydrates represent the fractions most rapidly digested in the rumen, including pectin, starch, and sugars (Silva and Silva 2013; Nussio *et al.* 2011). These compounds are rapidly fermented by lactic acid bacteria, promoting an increase in lactic acid content, characterized by the pH decline in the silage compared with the ensiled mass. The high NFC content of the silages, especially in those with forage peanut rates greater than 50%, may also be associated with the rupture of chemical bonds of structural carbohydrates, mainly hemicellulose (Table 2), as stressed by Nussio *et al.* (2011). Therefore, the substitution of forage peanut for elephant grass might have influenced the tannin contents, since lignin, associated with the polymers from the plant cell wall, increased while the NDF content decreased (Bai *et al.* 2011).

Non-fibrous carbohydrate contents, represented by fractions A + B1, were higher in the silages (Table 2) as compared with the ensiled mass (Table 1).

The difference in carbohydrate fractions between crops is related to differences in the structural characteristics of plants. As stated by Naeini *et al.* (2014), highly soluble carbohydrate fractions increase with the ensiling period, which may be attributed to the cell wall degradation resulting from the activity of microbial enzymes (cellulase and hemicellulase) and organic acid production during fermentation.

According to Detmann *et al.* (2014a), in terms of maximization of rumen microbial development, a minimum CP concentration of 124 g/kg DM is recommended to provide balance between the input and output of N into and from the rumen and ensure its proper availability for other animal-metabolism requirements. They also recommend an optimal ratio between protein and energy of 288 g CP/kg digestible organic matter or TDN, which optimizes the voluntary forage intake by the animal by potentiating the use of the latent energy from tropical forages (Detmann *et al.* 2014b).

Andrade *et al.* (2010) stressed that feeds like elephant grass, with high levels of fractions A + B1, are excellent energy sources for the development of microorganisms that use NFC, suggesting the addition of protein sources of rapid and medium degradation in the rumen — in this case, the forage peanut — for greater synchrony between the release of energy and nitrogen.

Neutral (NDIP) and acid (ADIP) detergent insoluble protein values rose as the proportion of forage peanut was increased. From the nutritional perspective, an increase in ADIP levels is not desirable, since the nitrogen retained in ADF is unavailable to the

rumen microorganisms, as it is in the subsequent gastrointestinal tract. The unavailable protein from all ensiled forage increases as a result of both the physiology of the plant and the Maillard reaction, a process that leads to excessive heating of the ensiled mass (McDonald 1981), whereby the protein reacts with the plant carbohydrates (Van Soest 1994). Therefore, according to the author and with the data shown in Table 1, ADIN increases as the soluble protein is decreased and CP is increased due to heat.

The lignin content increased linearly ( $P < 0.05$ ) with the addition of peanut, which is related to the higher value of this component in the peanut in relation to elephant grass. In general, the lignin content relative to the NDF content of the forage is negatively correlated with the degradation of the fibrous fraction, since lignin prevents the digestion of cell wall carbohydrates by approximately 1.4 times its own weight (Van Soest 1981). Paulino *et al.* (2009) obtained 45.0%, 39.0%, and 9.3% NDF, ADF, and lignin, respectively, in a forage peanut-only silage.

Based on the data described in Table 2, there is a negative correlation between the lignin content and IVDMD. According to Van Soest (1994), this fact is due to the greater concentration of hemicellulose in the grasses, linked covalently to the lignin. Jung (1989) remarked that the lignin composition may influence the fiber digestibility. The phenolic acids p-coumaric and ferulic, which represent the non-core lignin, and which are present on the cell wall of forage plants, have a negative effect on digestibility, mainly p-coumaric acid. In this way, histological and anatomical differences in plants from heterogeneous photosynthetic groups, classified into C4 and C3, constitute tropical and leguminous grasses, respectively. In ensiling, greater proportions of elephant grass compromised digestibility because of its higher indigestible NDF and lower NFC contents (Table 2) compared with those found in the silages with higher rates of forage peanut.

The treatment with alkalis in grasses results in a considerable solubilization of lignin and an effect on digestibility (Van Soest 1994); however, it has little influence on the digestibility of lignin in legumes, which may explain the higher lignin contents in the silages with greater levels of forage peanut, compared with the same levels before ensiling (Table 1). High NDF, ADF, and lignin levels and low IVDMD may be related to the advanced maturity stage of the peanut. This fact likely led to a reduction of the leaf:stem ratio, increased number of reproductive branches, and longer stolons, which may result in higher cellulose and lignin concentrations, yielding lower-quality forage.

*In vitro* dry matter digestibility increased ( $P < 0.05$ ) with the higher proportions of forage peanut. Paulino *et al.* (2009) observed an IVDMD for forage peanut-only silages of 64.8%, which is higher than the 62.5% obtained in the present study; however, they did not find differences between the elephant grass silages including 10, 20, or 30% forage peanut (average 61.5%).

The pH increased from 3.8 to 5.4 as the peanut levels in the silages were increased (Table 2), while N-NH<sub>3</sub> had a maximum value of 5.8% at the forage peanut level of 43.6%. Paulino *et al.* (2009) observed a pH of 5.48 and 18.22% N-NH<sub>3</sub> in silages containing

forage peanut only. The higher pH values detected with higher levels of *Arachis* in the silages is due to the typical buffering effect of legumes, which possess a larger amount of organic ions and form buffers, preventing the development of lactic acid-producing bacteria. Despite their elevated pH as compared with the silages containing grass only (5.4 vs. 3.8), silages containing forage peanut alone displayed similar N-NH<sub>3</sub> values (3.96 vs. 4.31), as a result of the DM contents of 23.0% and 16.6% of the forages in the ensiled mass, respectively (Table 2)

Van Soest (1994) mentioned that pH values may not be so relevant for silage quality when dry matter contents are elevated. However, in the present study, despite the low DM content of elephant grass at ensiling, the pH reached a maximum of 5.4. Paulino *et al* (2009) obtained, in mixed silages, pH values of 3.15, 3.4, and 3.5 for the peanut levels of 10, 20, and 30% added to elephant grass, respectively. These pH values are lower than the 5.3 detected in the present study for the silages with forage peanut levels greater than 25%. This fact can be explained by the high buffering capacity of legumes, resulting in resistance against pH decline during fermentation. This variable also increased ( $P < 0.05$ ) as the proportion of peanut in the silages were increased (Table 2). Muhammad *et al.* (2008) worked with levels of inclusion of different legumes in the ensiling of *Sorghum alnum* Parodi and observed a pH rise from 5.3 to 5.7 in the silages with peanut levels of up to 40%.

Gas and effluent losses decreased linearly as the proportions of forage peanut in the silages were increased. Estimated reductions of 0.01 and 0.68 units, respectively, were obtained for every 1% forage peanut added (Table 3), which must be associated with the increasing dry matter content of the silages resulting from addition of the legume, as found in the present study. This directly contributed to the reduction of undesirable fermentations in the silo and promoted greater recovery of the ensiled mass DM.

Leandro *et al.* (2015) studied the epiphytic population of forage peanut silage at different fermentation periods and observed dominance of the genus *Weissella*, found in the composition of the epiphytic population of alfalfa, followed by a small participation of the genus *Pediococcus* in the final stages of fermentation. The genus *Lactobacillus*, however, appeared modestly in silages at 56 days of fermentation, and the family Enterococcaceae disappeared during fermentation; this was an expected finding, given the unfavorable conditions, i.e., pH decline after fermentation, which inhibits the growth of bacteria of this family.

## CONCLUSIONS

Forage peanut silage has optimal nutritional characteristics such as high protein and low fiber contents. Ensiling elephant grass with proportions of forage peanut greater than 50% improves the nutritional value and increases the recovery of the ensiled dry matter.

## REFERENCES

- Andrade CMS, Garcia R, Valentim JF, Pereira OG (2012) Dynamics of sward condition, productivity, utilization efficiency and botanical composition in mixed pastures of marandugrass, forage peanut and tropical kudzu. *Braz J Anim Sci* 41: 501-511.
- Andrade IVO, Pires AJV, Carvalho GGP de, Veloso CM, Bonomo P (2010) Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. *Rev Bras Zootec* 39: 2342-2348.
- Assis GML, Valentim JF, Andrade CMS (2013) BRS Mandobi: a new forage peanut cultivar propagated by seeds for the tropics. *Trop Grasslands* 1: 39-41.
- Assis GML de, Valentim JF (2009) Programa de melhoramento genético do amendoim forrageiro: avaliação agrônômica de acessos no Acre. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento* 4: 207-215.
- Azevedo JMA, Assis GML, Saggin Junior OJ, Azevedo HSFS (2014) Riqueza e frequência de espécies de fungos micorrízicos arbusculares em genótipos de amendoim forrageiro no Acre, Norte do Brasil. *Acta Amazônica* 44: 157-168.
- Miranda EM, Silva EMR, Saggin Jr OJ. (2016) Mycorrhizal inoculation and phosphate fertilizer in the production of seedlings of the forage peanut. *Revista Ciência Agronômica* 47: 240-246.
- Balzon TA, Valentim JF, Andrade CMS. Efeito do material propagativo e de métodos de plantio na produção de biomassa e de sementes do *Arachis pintoi* Ap 65. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.
- Barrett K, Valentim J, Turner BL (2013) Ecosystem services from converted land: the importance of tree cover in Amazonian pastures. *Urban Ecosystems* 16: 573-591.
- Barcellos AO, Ramos ABK, Vilela L, Martha Júnior GB. (2008) Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. *Rev Bras Zootec* 37: 51-67.
- Cavali J, Valentim JF, Gomes SES, Andrade CMS. Produção de matéria seca de amendoim forrageiro sob diferentes alturas e intervalos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, PE, 2002. *Anais...* Recife, 2002.
- Detmann E, Valente EEL, Batista ED, Huhtanen P (2014a) An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. *Livest Sci* 162: 141-153.
- Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SC, Huhtanen P (2014b) Nutritional aspects applied to grazing cattle in the tropics: a review based on Brazilian results. *Semina Ciências Agrárias* 35: 2829-2854.
- Fernandes GM, Possenti RA, Ferrari Jr, Paulino VT (2011) Valor nutritivo do feno de amendoim forrageiro em diferentes idades de corte. *Bol ind anim* 68: 133-138.
- Haigh PM (1990) Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. *Grass Forage Sci* 45: 263-271.
- Hall MB (2003) Challenges with non-fiber carbohydrate methods. *J Anim Sci* 81: 3226-3232.
- Jobim CC, Nussio LG, Reis RA, Schmidt P (2007) Avanços metodológicos na avaliação da qualidade

da forragem conservada. *Rev Bras Zootec* 36: 101-119.

Jones DIH, Jones R (1995) The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. *J Agr Eng Res* 60: 73-81.

Jung HG. 1989 Forage lignins and their effects on fiber digestibility. *Agr J*, 81: 33-38.

Ladeira MM, Rodriguez NM, Borges I, Gonçalves LC, Saliba EOS, Brito SC, Sá LAP (2002) Avaliação do feno de *Arachis pintoi* utilizando o ensaio de digestibilidade in vivo. *Rev Bras Zootec* 31: 2350-2356.

Lascano CE. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: Kerridge PC, Hardy B. (Eds.) *Biology and Agronomy of forages Arachis*. Cali: CIAT, 1994. p.109-121.

Leandro ES, Pereira OG, Oliveira MNV, Rufino LD, Ribeiro KG. Microbial characterization of *Arachis pintoi* silage at different fermentation periods. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, IV, 2015, *Proceedings...* Piracicaba, SP: ESALQ, p.518, 2015.

Licitra G, Hernandez TM, Van Soest PJ (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim Feed Sci Tech* 57: 347-358.

McDonald P. *The biochemistry of silage*. Chichester: John Wiley & Sons, 1981. 218p.

Muhammad IR, Baba M, Mustapha A, Ahmad MY, Abdurrahman LS (2008) Use of legume in the improvement of silage quality of *Columbus grass* (*Sorghum almum* Parodi). *Res J Anim Sci* 2: 109-112.

Naeini SZ, Emami NK, Rowghani E, Bayat A (2014) Influence of ensiling time on chemical composition, fermentation characteristics, gas production and protein fractions of sweet sorghum silage. *Res Opin Anim Vet Sci* 4: 286-293.

Bai C, Zhang R, Jiang C, Yan R, Han J, Zhu Y, Zhang Y (2011) Characterization of carbohydrate fractions and fermentation quality in ensiled alfalfa treated with different additives. *Afr J Biotech* 10: 9958-9968.

Nascimento IS, Monks PL, Vahl LC, Coelho RW, Silva JB, Fischer V (2010) Aspectos qualitativos da forragem de amendoim forrageiro cv. Alqueire-1 sob manejo de corte e adubação PK. *Rev Bras Agrociência* 16: 117-123.

Nussio LG, Campos FP, Lima MLM. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: Berchielli TT, Oliveira SG, Pires AV (Org.). *Nutrição de ruminantes*. 2 ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, p. 193-238, 2011.

Oliveira PPA, Assis GML, Campana M. Yield ad forage quality of cultivars and accessions of perennial peanuts. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE BREEDING, 3., 2011, Bonito. *Proceedings...* Bonito, 2011.

Paris W, Cecato U, Martins EN, Limão VA, Galbeiro S, Oliveira E. 2009. Estrutura e valor nutritivo da pastagem de *Coastcross-1* consorciada com *Arachis pintoi*, com e sem adubação nitrogenada. *Rev Bras Saúde Prod Anim*, 10: 513-524.

Paulino VT, Ferrari Júnior E, Possenti RA, Lucenas TL (2009) Silagem de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Belmonte) com diferentes aditivos. *Bol Ind Anim* 66: 33-43.

Paulino VT, Bueno MS, Abdalla AL (2012) Composição química e compostos fenólicos em *Arachis pintoi* Belmonte. *Arch zootec* 61: 611-614.

Paulino VT, Teixeira EMC, Santos KM, Shumann AM (2012) Carbon and nitrogen stocks and forms of

N in a red dystrophic argisol grown or not with peanut forage. *Bol Ind Anim* 69: 5-5.

Ramos AKB, Barcellos AO, Fernandes FD. Gênero *Arachis*. In: Fonseca DM, Martuscello JA. (Ed.). *Plantas Forrageiras*. Viçosa, MG: Editora UFV, 2010.

Santos EC. *Características agrônômicas e bromatológicas de amendoim forrageiro em diferentes intervalos de corte*. 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2012.

Silva DJ, Queiroz AC. *Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

Silva SP, Silva MMC (2013) Fracionamento de carboidrato e proteína segundo o sistema CNCPS. *Vet Noticia* 19: 95-108.

Valadares Filho SC, Machado PAS, Furtado T, Chizzotti ML, Amaral HF. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para Ruminantes*. Cqbal 3.0., 4 ed. Viçosa: UFV. Universidade Federal de Viçosa, 2015. 473p.

Valentim JF, Assis GML. Efeito da época de semeadura e de colheita na produção de sementes de *Arachis pintoi* BRA 040550 em Rio Branco, Acre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46. *Anais...* Maringá. Inovação científica e tecnológica em zootecnia. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia: UEM, 2009. 1 CD-ROM.

Valentim JF, Andrade CMS, Mendonça HA, Sales MFL (2003) Velocidade de estabelecimento de amendoim forrageiro na Amazônia ocidental. *Rev Bras Zootec* 32: 1569-1577.

Valentim JF, Carneiro JC, Sales MFL. *Amendoim forrageiro cv. Belmonte: leguminosa para a diversificação das pastagens e conservação do solo no Acre*. Rio Branco: Embrapa-CPAF Acre, 2001. 18p. (Circular Técnica, 43).

Valentim JF. *Potencial forrageiro de acessos de Arachis sp. nas condições ambientais do Acre*. Rio Branco, AC: Embrapa – CPAF/AC, 1996, 28p. (Embrapa – CPAF/AC. Boletim de Pesquisa, 10).

Van Soest PJ. *Nutritional ecology of the ruminants*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

Van Soest PJ (1981) Limiting factors in plant residues of low biodegradability. *Agr Environ* 6: 135-143.

Woolford MK. 1984. *The silage fermentation*. New York: Marcel Dekker. 305p.

Variable	EG:PP ratio (% fresh matter)				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
Dry matter (%)	16.89	19.39	21.90	24.40	26.90
Organic matter <sup>1</sup>	82.74	83.10	83.46	83.82	84.18
Crude protein <sup>1</sup>	10.07	11.78	13.50	15.21	16.93
Ether extract <sup>1</sup>	1.84	1.87	1.91	1.94	1.98
Neutral detergent insoluble protein <sup>1</sup>	3.17	4.23	5.28	6.34	7.39
Acid detergent insoluble protein <sup>1</sup>	0.91	1.31	1.71	2.11	2.52
Non-fibrous carbohydrates	10.44	13.59	16.74	19.88	23.03
Neutral detergent fiber corrected for ash and protein <sup>1</sup>	59.79	55.07	50.36	45.64	40.92
Acid detergent fiber corrected for ash and protein <sup>1</sup>	38.82	37.11	35.41	33.71	32.01
Hemicellulose <sup>1</sup>	20.97	17.96	14.95	11.93	8.92
Lignin <sup>1</sup>	5.56	5.95	6.35	6.74	7.13
<i>In vitro</i> dry matter digestibility <sup>1</sup>	56.55	53.48	60.42	62.35	64.28
Indigestible neutral detergent fiber <sup>1</sup>	26.09	24.16	22.22	20.29	18.36

pH	5.8	5.7	5.65	5.70	5.90
Ammonia nitrogen, in % total nitrogen	0.58	0.56	0.49	0.44	0.40

<sup>1</sup>% dry matter.

**Table I.** Chemical composition, *in vitro* digestibility, and *in situ* degradability of the forage DM before ensiling, as a function of levels of elephant grass (EG) and forage peanut (*Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi; PP).

Variable	EG:PP ratio <sup>1</sup>					CV (%)	Regression equation	R <sup>2</sup>	P-value
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100				
Dry matter (%)	16.62	17.62	18.97	21.47	23.02	3.03	$\hat{Y} = 15.8143 + 0.0719 *PP$	0.95	0.0001
Organic matter <sup>1</sup>	87.80	87.92	88.32	88.37	88.27	0.53	$\hat{Y} = 88.14$		
Crude protein <sup>1</sup>	9.42	11.60	12.60	15.20	16.90	4.87	$\hat{Y} = 9.4435 + 0.0743 *PP$	0.94	0.0001
Ether extract <sup>1</sup>	3.92	2.88	2.74	2.73	2.65	10.7	$\hat{Y} = 3.7535 - 0.0238 *PP$	0.63	0.0002
Neutral detergent insoluble protein <sup>1</sup>	1.54	3.56	4.74	5.82	6.34	5.50	$\hat{Y} = 2.0280 + 0.0475 *PP$	0.93	0.0001
Acid detergent insoluble protein <sup>1</sup>	0.79	1.42	1.68	1.89	2.14	10.6	$\hat{Y} = 0.9550 + 0.0126 *PP$	0.85	0.0001
Non-fibrous carbohydrates	14.45	18.81	24.31	28.18	28.59	8.54	$\hat{Y} = 15.3426 + 0.1506*PP$	0.86	0.0001
Neutral detergent fiber corrected for ash and protein <sup>1</sup>	60.00	54.60	48.50	42.30	40.00	4.00	$\hat{Y} = 59.5530 - 0.2088 *PP$	0.93	0.0001
Acid detergent fiber corrected for ash and protein <sup>1</sup>	42.00	40.90	38.50	36.30	35.50	1.57	$\hat{Y} = 42.1980 - 0.0706 *PP$	0.93	0.0001
Hemicellulose <sup>1</sup>	17.99	13.68	10.00	5.96	4.58	19.3	$\hat{Y} = 17.3525 - 0.1381 *PP$	0.87	0.0001
Lignin <sup>1</sup>	5.17	6.54	7.28	7.66	8.77	5.07	$\hat{Y} = 5.4230 + 0.0334 *PP$	0.90	0.0001
<i>In vitro</i> dry matter digestibility <sup>1</sup>	53.57	54.76	57.30	60.81	62.49	1.82	$\hat{Y} = 51.4125 + 0.1477 *PP$	0.94	0.0001
Indigestible neutral detergent fiber <sup>1</sup>	25.70	25.27	22.20	20.50	20.50	5.67	$\hat{Y} = 25.9095 - 0.0612 *PP$	0.73	0.0004
Total digestible nutrients <sup>1</sup>	57.43	55.47	56.22	56.96	56.41	1.43	$\hat{Y} = 56.50$		
pH	3.85	5.33	5.47	5.45	5.48	2.76	$\hat{Y} = 4.0695 + 0.3362*PP$	0.84	0.0001
Ammonia nitrogen, in % total nitrogen	4.31	5.99	5.54	5.08	3.96	9.05	$\hat{Y} = 4.64282 + 0.05275*PP - 0.00060*AM^2$	0.78	0.0001

\* significant at the 5% level, by the t test. <sup>1</sup>% dry matter.

**Table II.** Chemical composition of silages and regression equations adjusted for the silages as a function of increasing levels of forage peanut (*Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi; PP) added to elephant grass (EG) grass

Variable	EG:PP ratio <sup>2</sup>					CV (%)	P-value	Regression equation	R <sup>2</sup>
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100				
Gas losses <sup>1</sup>	4.22	4.32	3.72	3.52	3.20	16.5	0.0118	$\hat{Y} = 4.5286 - 0.0135*PP$	0.91
Effluent losses <sup>2</sup>	67.15	51.22	14.17	6.30	4.25	6.23	0.0001	$\hat{Y} = 61.2071 - 0.66221*PP$	0.88
Recovered dry matter <sup>1</sup>	89.07	90.55	94.85	95.82	96.37	0.72	0.0104	$\hat{Y} = 89.3643 + 0.7940*PP$	0.87

<sup>1</sup> g/kg dry matter; <sup>2</sup> g/kg fresh matter. R<sup>2</sup> = coefficient of determination. P = 0.05

**Table III.** Mean contents for losses of dry matter from the ensiled mass and regression equations adjusted for the silages as a function of increasing levels of forage peanut (*Arachis pinto* cv. BRS Mandobi; PP) in relation to elephant grass (EG)



Figure. Management of Forage peanut BRS Mandobi.



## ONICOGRIFOSE EM *Puma concolor* MANTIDO EM CATIVEIRO

### **Adriana Cristina de Faria**

Graduanda em Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, *Campus Cuiabá*  
Cuiabá - Mato Grosso  
adrianacristina\_faria@hotmail.com

### **José Ricardo de Souza**

M.V. Prof. Dr. em Biologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Medicina Veterinária, *Campus Cuiabá*  
Cuiabá - Mato Grosso  
jricardo@ufmt.br

### **Reginaldo Bicudo Junior**

M.V. Autônomo Especialista em Clínica e Cirurgia de Pequenos Animais, PANVET  
Cáceres - Mato Grosso  
panvet@terra.com.br

### **Carlos Eduardo Pereira dos Santos**

M.V. Prof. Dr. em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Medicina Veterinária, *Campus Cuiabá*  
Cuiabá - Mato Grosso  
carlos.favet@gmail.com

**RESUMO:** Animais de vida livre por diversos motivos são destinados a viver em *ex situ*, considerando que não sobreviveriam de volta a natureza. Nesse presente estudo, é feito um relato de caso de onicogribose em *Puma concolor* mantido em cativeiro no município de

Cáceres, em Estado do Mato Grosso, na cidade. Geralmente, animais cativos não conseguem expressar padrões comportamentais normais e acabam desenvolvendo comportamentos estereotipados. Ainda, felinos possuem a necessidade de desgaste de sua garra contrátil, utilizada para fins de caça e demarcação territorial. Este trabalho aponta a necessidade das manifestações clínicas precisarem ser mais estudadas e esclarecidas, além da importância de manejo correto e enriquecimentos ambientais com o objetivo de aumentar o bem-estar do espécime.

**PALAVRAS-CHAVE:** Animal Cativo, Bem-Estar, Enriquecimento Ambiental, Onicogribose, *Puma concolor*.

**ABSTRACT:** Wild life animals are destined to live in *ex situ* for various reasons, considering that they would not survive back to the nature. In this present study, a case report of onychogryphosis in *Puma concolor* kept in captivity in Mato Grosso State, in Cáceres city. Generally, animals in captivity often fail to express normal behavioral patterns and end up developing stereotyped behaviors. Furthermore, felines have the need to wear their contractile claw, used for hunting purposes and territorial demarcation. This work points out the need for clinical manifestations to be further studied and clarified, as well as the importance of correct management and

environmental enrichment with the objective of increasing the specimen welfare.

**KEYWORDS:** Animal In Captivity, Animal Welfare, Environmental Enrichment, Onychogryphosis, *Puma concolor*.

## 1 | INTRODUÇÃO

O combate às atividades ilegais, tais como a destruição do *habitat* natural, caça e captura de animais silvestres destinados ao mercado ilegal, espécimes de vida livre que são apreendidos (Costa et al., 2013) e por vezes, dadas as circunstâncias, não sendo possível a reintrodução no ambiente natural, são submetidos à conservação em cativeiro *ex situ*. Apesar de garantida a sobrevivência desses animais nessa condição, via de regra, recintos, manejo alimentar e zoonosológico não são suficientes para evitar tédio e o estresse dos espécimes em cativeiro que se expressam por meio dos comportamentos estereotipados (De Rouck et al., 2005; Schimidt, 2011). Em felinos, por exemplo, é muito comum o *pacing*, caracterizado por movimentações contínuas de um lado para o outro no recinto, ou seja, um repertório comportamental diferente quando comparado às condições de vida livre (De Rouck et al., 2005).

Em revisão acerca dos felídeos, Silva (2011) informa que estes animais são digitígrados, apoiam sobre os dedos nos pés e cinco dedos nas mãos. A maioria possui garras retráteis que são preservadas quando não estão sendo utilizadas, expostas no instante do ataque ou quando da manutenção da limpeza e afiação na raspagem de troncos de árvores. Ainda, essa raspagem pode estar associada a aspectos comportamentais de marcação nos ambientes naturais que estes animais circulam, de acordo com as observações de Vidolin (2004).

O objetivo do presente estudo é relatar um caso de onicogribose de um felídeo silvestre (*Puma concolor*) mantido em cativeiro, contextualizando as possíveis causas que levaram ao desenvolvimento do quadro.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O caso ocorreu no município de Cáceres-MT em março de 2018, nas dependências do Batalhão de Fronteira (BFron), em recinto de aproximadamente 120m<sup>2</sup> (Figura 1). O exemplar estudado corresponde a um *Puma concolor*, 18 anos de idade, macho, 36kg de peso, mantido em cativeiro. Trata-se de um estudo descritivo, observacional com informações adicionais dirigidas em inquérito a tratadores e responsáveis. Para imobilização do paciente foi utilizada solução a base de Zolazepan e Tiletamina, injetadas via intramuscular por meio de dardo anestésico (Figura 2).



**Figura 1:** Vista externa do recinto de aproximadamente 120m<sup>2</sup> no BFron que abriga um espécime de *Puma concolor* adulto.



**Figura 2:** *Puma concolor* adulto sob efeito de anestésico Zolazepan e Tiletamina, injetadas via intramuscular por meio de dardo anestésico.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O animal foi resgatado ainda filhote em atividade rotineira do Batalhão de Fronteira em combate ao tráfico de animais silvestres. Considerando costume alimentar artificial e aclimatação a presença humana, a soltura predisporia o animal a adversidades, tais como ser facilmente caçado, abatido ou mesmo desenvolver desnutrição por perda da capacidade de caça. Assim, foi mantido em cativeiro, pela impossibilidade de reintrodução ao ambiente natural, em conformidade com recomendações de centros de controle (IBAMA, 2014).

O animal é alocado em recinto de dois pavimentos, dotado de cambiamento, parte coberta e com piso e parte descoberta, piso de terra com grama e presença de árvore de médio porte para sombreamento ao centro (Figura 3-A). Anexa a árvore há uma mesa de pedra onde o animal permanece com frequência. Na parte posterior do

recinto encontra-se um poço artificial (Figura 3-B). É visível traçado de trilhas onde o mesmo percorre (Figura 3-C).

Os tratadores observaram que o animal passava a maior parte do tempo deitado e lambendo constantemente a extremidade de membros (Figura 4). A partir da movimentação observaram claudicação e posturas anti-álgicas (cifose e elevação de membros). Diante do quadro e decisão por melhor exame e inspeção, foi contido farmacologicamente e ao ser examinado se constatou um crescimento exagerado das garras chegando a perfurar os coxins palmares e plantares do felídeo (Figura 5-A). Uma vez constatada essas alterações, foi executado o corte das unhas, seguido de limpeza e a assepsia dos pontos com injúrias perfurocortantes e administração de antibióticos (Cevofecina sódica) (Figura 5-B). Houve retorno normal do plano anestésico após procedimento de contenção farmacológica e aparo de unhas, sendo que nos dias consecutivos o animal voltou a comer e deambular de forma normal. Suspeitou-se de crescimento exagerado por supressão dos padrões comportamentais da espécie considerando a criação em cativeiro, conforme relata Young (2003). Em condições cativas e sob cuidados humanos os animais apresentam menor atividade se comparado ao ambiente natural tendo como consequências agravos a sua saúde e bem-estar.

Em investigação científica acerca do comportamento natural de *Puma concolor*, Vidolin (2004) observou comportamento de marcação caracterizado por uma série de *scrapes* ou arranhões em substratos ao longo de trilhas percorridas, tais como troncos de árvore ou mesmo solo por esta espécie. Segundo o autor, isto é uma forma de comunicação entre os animais. Em revisão acerca do tema, informa que outros pesquisadores apontam inúmeras hipóteses para explicar esse tipo de comportamento, tais como marcação duradoura em períodos de chuva, onde pegadas e fezes se perdem com maior facilidade, ou sinalização de área para outros felídeos, especialmente em períodos reprodutivos. Esse comportamento no ambiente natural pode favorecer o desgaste das unhas e a supressão de comportamentos típicos consequentes de cativeiro, conforme aponta Young (2003), pode ter contribuído para o crescimento exagerado das mesmas, necessitando intervenção.

O comportamento de afiação demanda a necessidade de materiais de madeira nas instalações de cativeiro que mantem felídeos, forma de enriquecimento ambiental proposto por Gittleman (1989). Embora exista uma árvore no recinto, o animal não demonstra esse comportamento conforme informações e foi recomendada a inserção de troncos de árvores como tentativa de estímulo ao exercício, sendo o paciente refratário a mudança de comportamento em dois meses de observação.

Segundo Crespo et al. (2010), o enriquecimento ambiental é uma ferramenta que pode melhorar a qualidade de vida dos animais, estimulando seus sentidos, provocando instintos naturais e promovendo a sua atividade física. Ressalte-se que todo enriquecimento deve ser monitorado e escolhido cuidadosamente, de modo a adequar a complexidade ambiental às características comportamentais da espécie

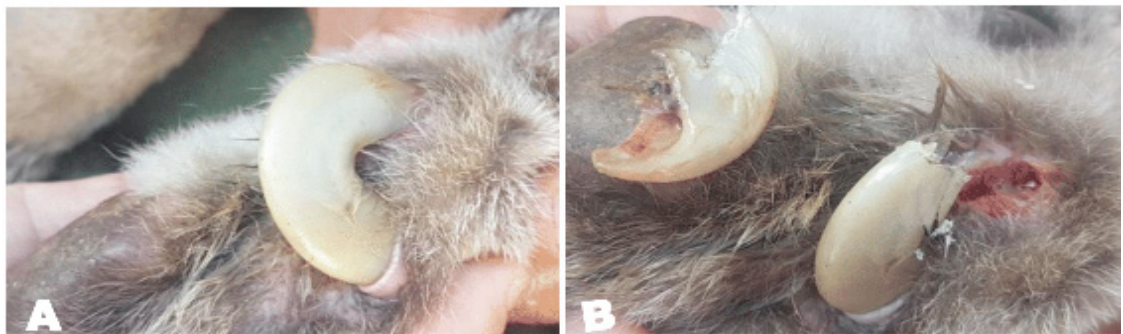
envolvida (Costa et al., 2013) de forma a não gerar problemas a partir das técnicas adotadas (Luz, 2016).



**Figura 3:** Vista interna do recinto de dois pavimentos dotado de cambiamento e parte coberta com piso no BFron em Cáceres-MT que abriga um *Puma concolor* macho adulto. A. Parte descoberta do recinto com gramíneas e presença de árvore de médio porte para sombreamento ao centro, anexa uma mesa de pedra onde o animal permanece com frequência. B. Poço artificial. C. Traçado de trilhas onde o espécime percorre.



**Figura 4:** *Puma concolor* exibindo comportamento de lambedura na extremidade do membro torácico em recinto no BFron localizado na cidade de Cáceres-MT.



**Figura 5:** A. Onicogrifose acentuada com perfuração digital palmar em *Puma concolor* cativo. B. Unhas após secção transversal parcial, seguido de limpeza, assepsia dos pontos com injúria tecidual adjacente e administração de antibiótico Cevofecina sódica.

## 4 | CONCLUSÃO

Os estudos sobre distúrbios comportamentais, bem-estar animal, enriquecimento ambiental e estratégias de manejo adequadas em animais de cativeiro possibilitam a compreensão de manifestações clínicas, cujas causas não são necessariamente físicas ou mentais e que precisam ser mais esclarecidos e compreendidos.

## REFERÊNCIAS

COSTA, B. S. A.; SOBRINHO, J. P. P.; FERMOSELI, A. F. O. **Utilização de diferentes técnicas de enriquecimento ambiental para primatas (*Cebus sp.*) em cativeiro.** Cadernos de graduação - Ciências biológicas e da saúde, Maceió, v.1, n.3, p. 155-166, nov. 2013.

CRESPO, A. P. M.; FERREIRA, J. D.; TIBÉRIO, L.; PEREIRA, A. P. S.; CAROLINO, N. **Enriquecimento ambiental em *Puma concolor* (Linnaeus, 1771) do Jardim Zoológico de Lisboa.**

Anais do Congresso de animais exóticos e de zoo, Lisboa, 2010.

DE ROUCK, M.; KITCHENER, A. C.; LAW, G.; NELISSEN, N. **A comparative study of the influence of social housing conditions on the behavior of captive tigers (*Pantera tigris*)**. *Animal welfare*, Hertfordshire, 14:229-238, 2005.

GITTLEMAN, J. L. **Carnivore Behavior, Ecology and Evolution**, Ithaca, NY: Comstock Publishing Associates, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Portaria IBAMA Nº 23, 31 de dezembro de 2014**. 2014.

LUZ, D. B. **Ingestão de objetos metálicos por calopsita (*Nymphicus hollandicus*) associado ao uso de enriquecimento ambiental – relato de caso**. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SCHMIDT, A. **Curso de Enriquecimento Ambiental com Ênfase em Tráficos de Animais Silvestres**. Composição Pessoal, 2011.

SILVA, R. O. **Enriquecimento ambiental cognitivo e sensorial para onças-pintadas (*Panthera onca*) sedentárias em cativeiro induzindo redução de níveis de cortisol promovendo bem-estar**. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

VIDOLIN, G. P. **Aspectos Bio-Ecológicos de *Puma concolor* (Linnaeus, 1771), *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758) e *Leopardus tigrinus* (Schreber, 1775) na reserva natural Santo Morato, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil**. Dissertação (M.Sc.) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

YOUNG, R. J. **Environmental enrichment for captive animals**. Oxford: Blackwell Science, p.228, 2003.





## 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  $\alpha$ , 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).

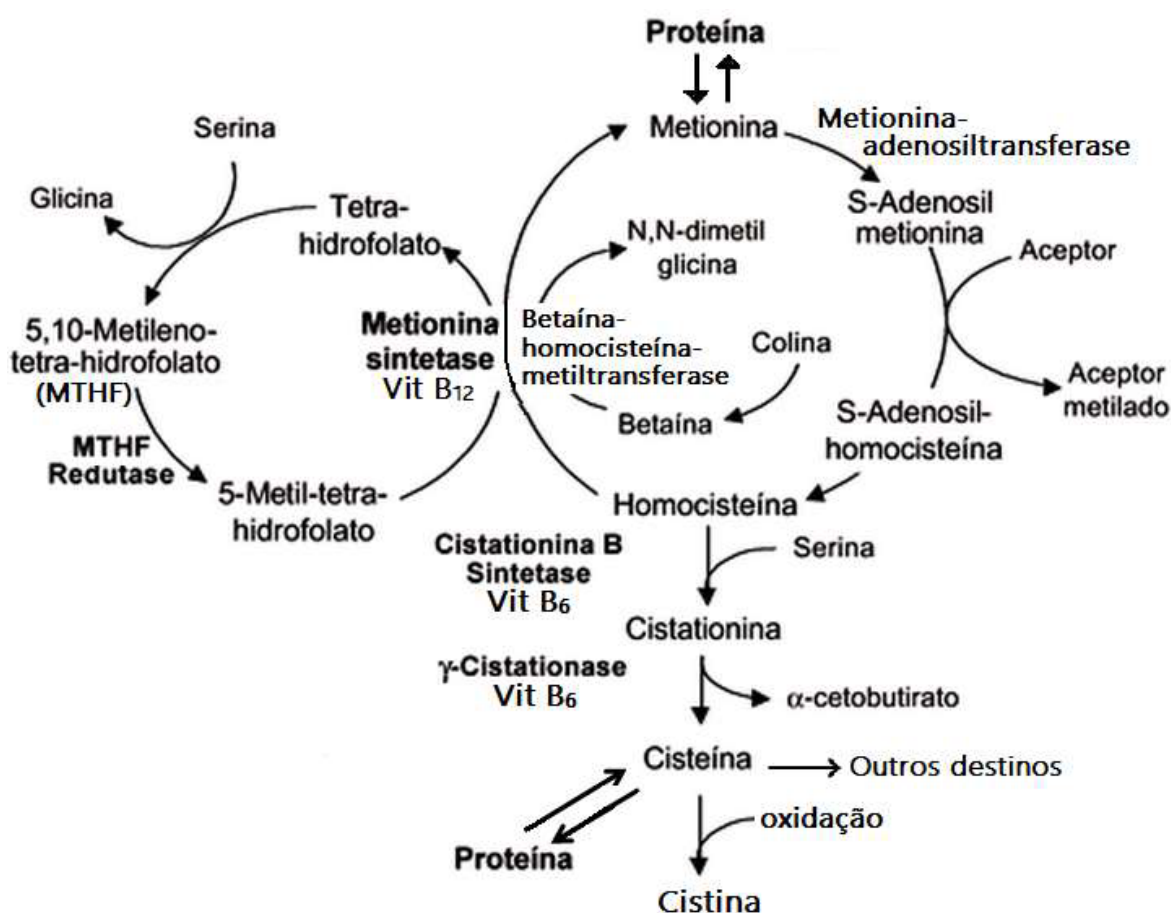
A metionina também atua doando grupamentos metílicos necessários à biossíntese de colina, creatina, creatinina, poliaminas, epinefrina e melatonina, que são necessários para o bom funcionamento do organismo (CASTRO *et al.*, 2011). A principal função da metionina é ser substrato para a síntese de proteína 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 (CH<sub>3</sub>) 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

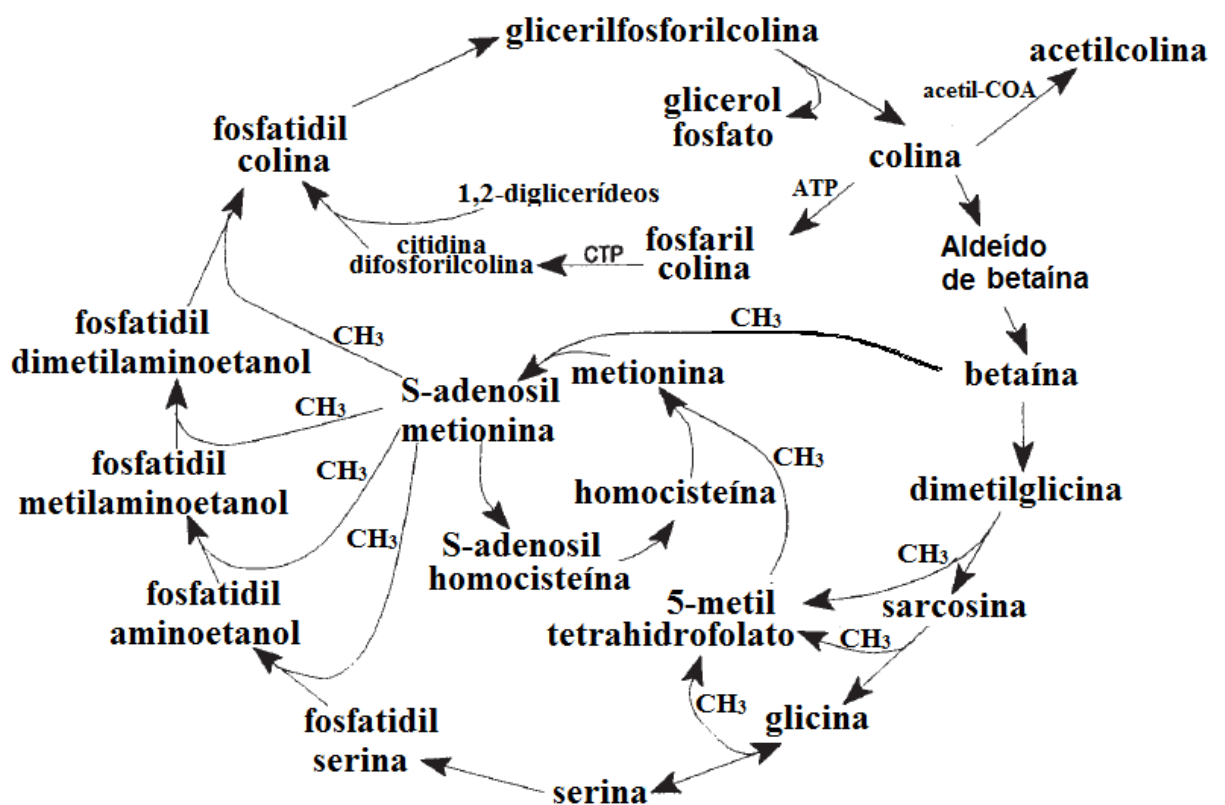
A colina foi isolada da bile em 1862 por Strecker, posteriormente sua estrutura foi determinada por Bayer, porém, sua importância nutricional foi descoberta mais tarde por Banting e Best, em 1920, com o relato da prevenção do fígado gorduroso com um metabólito da colina, a lecitina (fosfatidilcolina) 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 esfingomiélna) (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<sup>o</sup> a 13<sup>o</sup> 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).

Sua fórmula química é b-hidroxietil trimetilamônio, destacando-se na sua estrutura o trio de grupos metil, que caracteriza a sua função no organismo como doadora de unidades de metil, que ocorre através da reação da enzima mitocondrial colina desidrogenase com a colina, produzindo aldeído de betaína, que sofre a ação da enzima citosólica betaína aldeído desidrogenase, formando a betaína. A betaína, por sua vez, não pode ser reconvertida à colina, porém através da enzima betaína:homocisteína metiltransferase, doa grupamentos metil para a homocisteína, convertendo-a em dimetilglicina e metionina (WAGNER e FOLKERS, 2008; POUR *et al.*, 2014). Aproximadamente 60%, 20% e 10-20% dos grupos metil necessários no organismo são derivados da colina, metionina e ácido fólico, respectivamente (FOOD AND NUTRITION BOARD, 1998) (Figura 2).



**Figura 2** – Biossíntese e utilização de colina. Citidina trifosforilcolina (CTP); acetil coenzima A (acetil COA) e adenosina trifosfato (ATP).

Fonte: adaptado de WAGNER e FOLKERS (2008).

A colina também possui outras funções importantes para o funcionamento normal das células, sendo necessária para construção e manutenção da integridade estrutural das membranas celulares por ser um componente da fosfatidilcolina (lecitina), que participa das membranas celulares e partículas subcelulares. A lecitina também participa da absorção, transporte e mobilização das gorduras no fígado. A colina, além de compor a lecitina, também compõe o fosfolípido esfingomielina, que se encontra em concentrações elevadas no tecido nervoso (BERTECHINI, 2003; CASE *et al.*, 1997; ZEISEL e BLUSZTAJN, 1994).



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 $\gamma$  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)).

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

### **Cecilia Andrade Sousa**

Universidade Federal do Piauí, Departamento de  
Medicina Veterinária

Bom Jesus-Piauí

### **Denise Christine Ericeira Santos**

Universidade Federal do Piauí, Departamento de  
Medicina Veterinária

Bom Jesus-Piauí

### **Natanael Pereira da Silva Santos**

Universidade Federal do Piauí, Departamento de  
Melhoramento Animal

Bom Jesus-Piauí

### **Daniel Biagiotti**

Colégio técnico de Bom Jesus, Departamento de  
Cunicultura

Bom Jesus-Piauí

### **Keytte Fernanda Vieira Silva**

Universidade Federal do Piauí, Departamento de  
Medicina Veterinária

Bom Jesus-Piauí

### **Warlen Oliveira dos Anjos**

Universidade Federal do Piauí, Departamento de  
Medicina Veterinária

Bom Jesus-Piauí

### **Jean Rodrigues Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Departamento de  
Medicina Veterinária

Bom Jesus-Piauí

### **Paulo Henrique Ribeiro Alves**

Universidade Federal do Piauí, Departamento de  
Medicina Veterinária

Bom Jesus-Piauí

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a influencia do estresse térmico do ambiente de criação sobre os parâmetros fisiológicos e o consumo de ração em coelhos da raça Nova Zelândia em fase de crescimento. O experimento ocorreu no Módulo Didático-Produtivo de Cunicultura do Colégio Técnico de Bom Jesus, *Campus* Professora Cinobelina Elvas, em Bom Jesus - PI, com seis láparos com 45 dias. Os dados foram obtidos nos períodos noturno e diurno durante 15 dias. Coletaram-se os dados de Frequência Cardíaca, Frequência Respiratória, Temperatura Retal e consumo de ração. Avaliou-se o desempenho dos animais através do consumo de ração. Para as análises foi utilizado um modelo linear misto no delineamento em blocos casualizado. As análises estatísticas foram realizadas pelos procedimentos MIXED e CORR. A temperatura retal não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) quanto ao turno, mas se mostrou com diferença significativa ao estresse térmico ( $P < 0,05$ ). A alta temperatura ambiental acelera a respiração e possibilita uma elevação na temperatura corporal ( $= -0,60$ ), conseqüentemente, o consumo reduz, visto ser um fator que influencia diretamente no metabolismo do animal. Constatou-se que consumo de ração é afetado pelas condições

de estresse térmico que o animal é submetido. O estresse térmico provoca alterações na temperatura retal dos animais.

**PALAVRAS-CHAVE:** cunicultura, ingestão alimentar, *Oryctolagus cuniculus*, zona de conforto.

**ABSTRACT:** It was objectified to evaluate the influence of thermal stress of the breeding environment on physiological parameters and feed intake in New Zealand rabbits in the growth phase. The experiment was carried out in the Didactic-Productive Modules of Cuniculture of the Technical College of Bom Jesus, Campus Professora Cinobelina Elvas, in Bom Jesus - PI, with six laparos with 45 days. Data were obtained from the night and day periods for 15 days. Data were collected from Heart Rate, Respiratory frequency, Rectal Temperature and feed consumption. It was evaluated the animals performance through feed consumption. A mixed linear model was used for the analyzes in a randomized block design. Statistical analyzes were performed using the MIXED and CORR procedures. The rectal temperature did not present a significant difference ( $P > 0.05$ ) for the shift, but showed a significant difference to the thermal stress ( $P < 0.05$ ). The high ambient temperature accelerates respiration and allows a rise in body temperature (= -0.60), consequently, the consumption reduces, since it is a factor that influences directly the metabolism of the animal. It was found that feed consumption is affected by the thermal stress conditions that the animal undergoes. Thermal stress causes changes in the animals' rectal temperature.

**KEYWORDS:** cuniculture, feed ingestion, *Oryctolagus cuniculus*, confort zone.

## 1 | INTRODUCTION

There is little information about the thermal comfort zone for rabbit breeding (FERREIRA et al., 2017), this is, a suitable temperature range for the animals. Rabbits show good performance when exposed to temperatures between 15 to 25 °C. Above this range, the most likely consequences are: decrease in feed consumption and increase in water consumption. The decrease in consumption is brought about mainly due to a decrease in the production of metabolic heat to maintain homeothermia (JARUCHE et al., 2012).

Knowing the effects of the environment on the behavior and organic responses of rabbits makes it possible to evaluate the performance variables as consumption, and consequently the weight gain, in growing rabbits. It was objectified, so, with this research to evaluate the influence of thermal stress of the breeding environment on physiological parameters and feed intake in New Zealand rabbits in the growing phase.

## 2 | MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out in the Didactic-Productive Module of Cunicultura of the Colégio técnico de Bom Jesus, Campus Professora Cinobelina Elvas in Bom

Jesus, in Piauí, with New Zealand laparos with 45 days of life, in September of the year 2017. This research was approved and has authorization from the Committee of Ethics in Animal Experimentation at the Federal University of Piauí, under process registered with No. 328/17.

Six female animals were used, born from the same matrix, born on the same day and weaned at 30 days of age. After weaning, the animals were created in individual galvanized iron cages, equipped with a feeder and drinking fountain. The animals were submitted to the same sanitary management. In addition, water was supplied at will and 150g / shift / pelleted commercial rabbit.

The data were obtained in the night and day periods, in 15 consecutive days. It were collected: Heart Rate (HR), Respiratory Rate (RR) and Rectal Temperature (RT) and feed intake. The performance of the animals was evaluated through the feed consumption, calculated by the difference between the consumptions of the day and night periods.

The climatic data of ambient temperature in °C (TA) and relative humidity in% (RH) were obtained by digital thermohygrometer (Incoterm, Brazil). The calculation of the temperature and humidity index (THI) was performed according to the formula proposed by Marai, Ayyat and Abd El-Monem (2001) adapted for rabbits:

$$THI = TA - [(0,31 - 0,31 RH) (TA - 14,4)]$$

where, TA is the ambient temperature in degrees Celsius and RH is equal to relative humidity in percentage. The THI was used to measure the level of thermal comfort inside the installation.

A mixed linear model was used for the analyzes in a randomized block design. In addition, all statistical analyzes were performed using the MIXED and CORR procedures. In all analyzes the significance was declared at  $P < 0.05$ .

### 3 | RESULTS AND DISCUSSION

It was observed that between the first and second week, when the THI was above 30, the rabbits also presented a high consumption, even the index indicating very severe thermal stress (Figure 1). This can be explained by virtue of these animals, when subjected to high temperature environments, possibly develop metabolic mechanisms to suit the adverse environment in which they are (ASEMOTA et al., 2017).



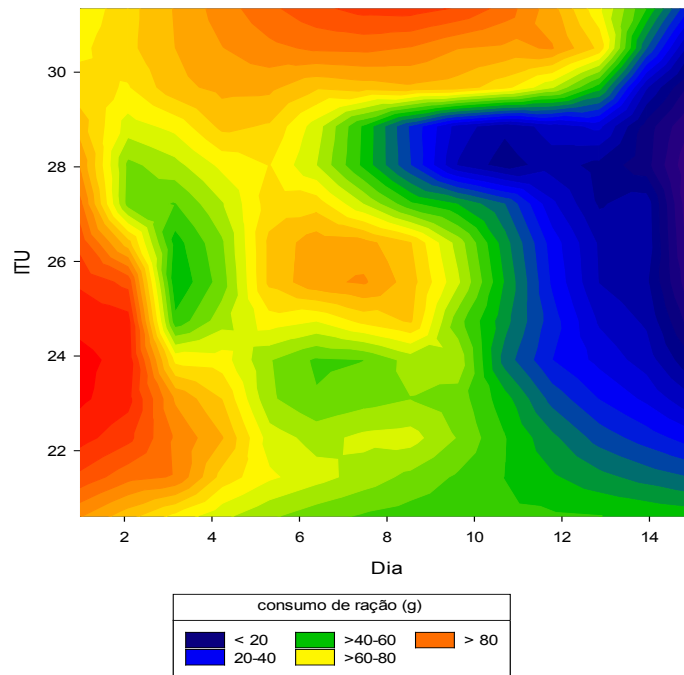


Figure 1: Ingestive behavior of feed on different days as a function of temperature and humidity index (THI) for New Zealand rabbits.

The rectal temperature did not present a significant difference ( $P > 0.05$ ) for the shift, but showed a significant difference to the thermal stress ( $P < 0.05$ ). In addition, the coefficients of variation indicate that the homogeneous data, since the values are less than 10% (Table 1).

Sources of variation	Shifts	Physiological parameters		
		HR	RR	RT
Period	Night	231,99 a	67,00 b	37,50 a
	Day	197,99 b	85,41 a	38,10 a
Stress	Stress Absence	193,54 a	76,40 a	36,91 b
	Moderate Stress	224,21 a	72,02 a	37,66 a
	Severe Stress	219,54 a	77,89 a	37,87 a
	Very Severe Stress	222,68 a	78,42 a	38,85 a
<b>Coefficiente de variação (%)</b>		9,73	9,55	1,99

Table 1- Adjusted means of the physiological parameters and consumption as a function of the shift and thermal stress of New Zealand rabbits

The RF exceeded the normal limit (50 to 60 mov / min), as the increase in internal temperature causes acceleration of breathing in an attempt to dissipate too much heat and maintain the body's thermal equilibrium. In the study, it was observed that HR decreased between the periods, however it is within the range (135 to 325 heart beats / min) considered by some authors (VALE et al., 2010).

The high ambient temperature accelerates respiration and allows a rise in body

temperature ( = -0,60), consequently consumption is reduced, since it is a factor that directly influences the metabolism of the animal (Table 2).

<b>Variables</b>	<b>HR</b>	<b>RR</b>	<b>RT</b>	<b>Consumption</b>
THI	-0,16*	0,67*	0,81*	-0,60*
TA	-0,15*	0,70*	0,83*	-0,62*
RH	0,07 <sup>ns</sup>	-0,72*	-0,72*	0,63*

Table 2 - Pearson correlation between environmental variables, physiological parameters and feed intake in New Zealand rabbits.

## 4 | CONCLUSION

Feed consumption is affected by the thermal stress conditions that the animal undergoes. In addition, thermal stress causes changes in the animals' rectal temperature.

## REFERENCES

Marai, I.; Habeeb, A.; Gad, A. 2002. Rabbits productive and physiological Performance traits as affected by heat stress: a review. *Livestock Production Science* 78:71-90.

## UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS XILANASES PARA CODORNAS DE CORTE

### **Erica Travaini Grecco**

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

### **Eline Maria Finco**

Universidade Estadual de Maringá  
Maringá, Paraná

### **Daiane de Oliveira Grieser**

Universidade Estadual de Maringá  
Maringá, Paraná

**RESUMO:** O objetivo desta revisão será descrever os aspectos gerais da criação de codornas, bem como a importância exercida pelo mecanismo das enzimas exógenas sobre o desempenho das codornas de corte, com o intuito de esclarecer dúvidas em relação ao seu uso e discorrer sobre os dados de trabalhos já existentes em relação ao estabelecimento da melhor relação das enzimas exógenas nas dietas e qual a idade ideal. A coturnicultura de

corte é uma atividade promissora no Brasil e no mundo, porém requer melhorias na atividade para aumentar a lucratividade dos produtores, com destaque especial para a nutrição, já que é responsável por cerca de 70% dos custos de produção. A ração é a parte que representa os maiores custos de uma criação, sendo que as enzimas podem ser utilizadas visando a maximização da eficiência alimentar, diminuindo os custos de produção pela redução de desperdícios de nutrientes, melhorando a lucratividade do setor, podendo ser uma estratégia importante para o sucesso da criação. O uso de enzimas exógenas na dieta permite melhorar o desempenho utilizando formulações de rações mais eficientes e econômicas, como por exemplo, as enzimas carboidrases, no caso a xilanase, que hidrolisa os polissacarídeos não amiláceos, melhorando a digestibilidade dos cereais. Porém, deve se ter cuidado na aquisição das enzimas, pois sua ação catalítica depende de uma série de fatores, tais como sua concentração e variáveis climáticas, podendo ser utilizada enzima protegida, evitando ocorrer alteração significativa em sua estrutura para o seu bom funcionamento no organismo das aves.

**PALAVRAS-CHAVE:** carboidrases, coturnicultura, desempenho, nutrição

**ABSTRACT:** The objective of this review will

be to describe the general aspects of quail farming, as well as the importance of the mechanism of exogenous enzymes on the performance of quail, in order to clarify doubts regarding its use and to discuss the data of existing works in relation to the establishment of the best ratio of exogenous enzymes in the diets and which is the ideal age. Cutting cotton cultivation is a promising activity in Brazil and worldwide, but it requires improvements in the activity to increase producers' profitability, especially for nutrition, since it is responsible for about 70% of production costs. The ration is the part that represents the highest costs of a creation, and the enzymes can be used to maximize food efficiency, reducing production costs by reducing nutrient wastes, improving the sector's profitability and can be a strategy important for the success of creation. The use of exogenous enzymes in the diet improves performance using more efficient and economical feed formulations, such as carbohydrase enzymes, in this case xylanase, which hydrolyzes non-starch polysaccharides, improving the digestibility of cereals. However, care must be taken in the acquisition of enzymes, since its catalytic action depends on a number of factors, such as its concentration and climatic variables, and it may be used a protected enzyme, avoiding a significant change in its structure for its proper functioning in the organism of birds.

**KEYWORDS:** carboidrases, coturniculture, performance, nutrition

## 1 | ENZIMAS EXÓGENAS

As enzimas são classificadas, segundo Butolo (2010), como aditivo, ou seja, são microingredientes classificados como pró-nutrientes, que podem ser proteínas ligadas ou não a radicais, denominados cofatores, com propriedades catalíticas específicas.

Sabe-se que o uso de enzimas exógenas na alimentação das aves proporciona melhores índices zootécnicos, além de reduzir a eliminação de substâncias poluentes, como o fósforo e o nitrogênio, diminuindo assim o impacto ambiental. Os estudos com as enzimas exógenas datam de 1920, porém, avanços maiores ocorreram na década de 80, com o esclarecimento do papel das enzimas na fisiologia da digestão, na redução de problemas digestivos e nas limitações associadas a alguns tipos de alimentos. Nos últimos 15 anos, foram aperfeiçoadas técnicas industriais para purificação de enzimas (Lima, 2005). Na Tabela 1, são apresentadas as principais enzimas comercializadas e utilizadas nas dietas de aves.

Enzimas são produtos de origem biológica, que catalisam reações bioquímicas envolvidas na vida da célula. São proteínas de alto peso molecular (entre 10000 e 500000 daltons), que podem ser precipitadas em álcool, acetona e sulfato de amônia (Sabatier & Fish, 1996). De acordo com estes mesmos autores, as enzimas, assim como todas as proteínas, são formadas por cadeias de aminoácidos, e aceleram ou catalisam reações em um curto período de tempo, devido à sua alta especificidade e afinidade.

A molécula de enzima, ao completar o ciclo da reação, pode não perder a atividade, voltando a atuar sobre uma nova reação da mesma forma. Por esta razão,

as quantidades de enzimas necessárias para incorporação a um substrato são muito pequenas (Lima, 2005).

As enzimas são utilizadas frequentemente no sentido de aumentar a qualidade nutricional das dietas que contém cereais de baixa digestibilidade, especialmente para aves, resultando em melhora da qualidade do meio ambiente pela redução da excreção de alguns elementos, como o fósforo, por exemplo. Uma vez que as enzimas tendem a melhorar o desempenho das aves alimentadas com cereais de baixa energia metabolizável aparente, um benefício adicional seria a obtenção de maior uniformidade, reduzindo a variação entre lotes (Marquardt & Bedford, 2001).

Enzimas	Ação	Ingrediente em que atua (substratos)	Benefícios esperados
$\beta$ -glucanase	Degradação de $\beta$ -glucanos a oligossacarídeos	Dietas à base de aveia, cevada e arroz	Redução da viscosidade intestinal e melhora na utilização dos nutrientes
Amilase	Degrada o amido a dextrina e açúcares	Dietas ricas em amido, contendo milhos e outros	Aumento da disponibilidade de glicose
Celulases	Degrada celulose a produtos de menor peso molecular e açúcares	Dietas ricas em fibras (farelo de trigo, cevada e outros)	Aumento da disponibilidade de energia, por permitir o aproveitamento do conteúdo celular
Xilanases	Degrada arabinosilanas a produtos de menor peso molecular e açúcares	Dietas à base de aveia, trigo, cevada, arroz e milho	Melhora a utilização de nutrientes e reduz a excreção de água
Galactosidases	Degrada oligossacarídeos e fatores antinutricionais	Soja e outras leguminosas e oleaginosas	Melhora a disponibilidade de energia e reduz a viscosidade
Fitase	Degrada ligações do fitato com íons divalentes (fósforo e a molécula de inositol)	Todos os tipos de cereais e oleaginosas (farelo de arroz, milho, soja e outros)	Reduz a necessidade de fósforo inorgânico e a excreção de fósforo
Proteases	Degrada proteínas a peptídeos e aminoácidos	Dietas com leguminosas	Aumenta a digestibilidade dos aminoácidos e reduz excreção de nitrogênio
Lipases	Degrada lipídeos a ácidos graxos e monoacilglicerol	Dietas ricas em óleos de origem vegetal ou animal	Melhora digestibilidade da gordura

Tabela 1. Relação de enzima e substrato utilizados na avicultura

Fonte: Adaptado de Thorpe & Beal (2001).

O uso de enzimas traz também os benefícios em relação ao custo da dieta, pela redução na quantidade de ingredientes de alto custo e inclusão de ingredientes baratos à ração. De forma geral, a adição de enzimas em dietas para não ruminantes promove uma digestão mais eficiente, com redução das exigências de energia para manutenção, e pode também reduzir a quantidade de substrato que entra no intestino grosso, melhorando a utilização dos mesmos no intestino delgado e, conseqüentemente, reduzindo a população microbiana no íleo terminal (Dourado et al., 2014).

Para produção de enzimas, são consideradas algumas características desejáveis: atividade altamente específica, altos níveis de resistência à inativação por calor, baixo pH ou enzimas proteolíticas, segurança toxicológica, baixo custo de produção, boa vida de prateleira, ausência de interações com a matriz do alimento para facilitar a determinação quantitativa de enzima na dieta completa e especificidade em promover os efeitos esperados (Marquardt & Bedford, 2001; Lima, 2005).

Quando feita a suplementação de enzimas nas dietas, a ação catalítica das mesmas depende de uma série de fatores, tais como: concentrações do substrato e da enzima, temperatura, variação do pH, umidade e presença de coenzimas e inibidores no local em que ocorrerá a reação (pois enzima é substrato dependente). Se a enzima não for protegida, principalmente para temperatura e pH, o seu uso será limitado, pois ocorrerá alteração significativa na estrutura da enzima ativa, resultando em perda da sua atividade (Sabatier & Fish, 1996; Officer, 2000; Lima, 2005). A termoestabilidade da enzima é outro fator que afeta sua ação catalítica, pois depende do tipo de microrganismo que produz a enzima, sendo menos resistentes (até 75°C) aquelas produzidas por fungos e mais resistentes (80 a 90°C) as produzidas por bactérias (Officer, 2000).

A enzima é substrato dependente e, desta forma, o seu efeito está diretamente relacionado com a ação sobre o substrato. Sendo assim, é fundamental a preocupação com a formulação da dieta e o tipo de enzima específica para a composição nutricional. Nesse contexto, é importante ressaltar o conceito de “matriz nutricional da enzima”, que nada mais é do que a quantidade de nutrientes que a adição da dose preconizada de uma determinada enzima exógena pode disponibilizar ao animal. A matriz nutricional de uma enzima exógena é relativamente variável, de acordo com sua atividade, o tipo de substrato e a forma de adição à dieta (Dourado et al., 2014).

Pesquisas relacionadas com enzimas exógenas, tanto isoladas quanto combinadas para formar complexos, têm demonstrado resultados satisfatórios, com inclusões desejáveis e idade ideal, com dietas de alta e baixa viscosidade. Porém, é comum encontrar na literatura pesquisas com resultados insatisfatórios, sem efeito da enzima e/ou complexo enzimático sobre o desempenho e metabolismo. Tal fato pode estar relacionado com o tipo de dieta e forma de suplementação enzimática, a idade e espécie animal, além do manejo, balanço eletrolítico, forma física e processamento térmico da ração, entre outros.

Inúmeros estudos com suplementação de enzimas exógenas em dietas para aves foram realizados, e melhorias do desempenho e disponibilidade de nutrientes têm sido documentados na literatura (Zhou et al., 2009).

## 2 | POLISSACARÍDEOS NÃO AMILÁCEOS

Os cereais são os principais componentes das dietas das aves e apresentam, em suas paredes celulares, carboidratos complexos classificados como polissacarídeos não amiláceos (PNA's), constituídos de polímeros de monossacarídeos unidos por ligações glicosídicas, apresentando baixa digestibilidade. Os principais PNA's são os arabinosilanos e os  $\beta$ -glucanos (Bedford, 1996a). Os PNA's podem ser classificados em três grupos: celulose, polissacarídeos não celulósicos e polissacarídeos pécnicos (Figura 1.) (Choct, 2002). O perfil de PNA's presentes na parede celular vegetal varia largamente entre os tecidos e espécies (Carré, 2002).

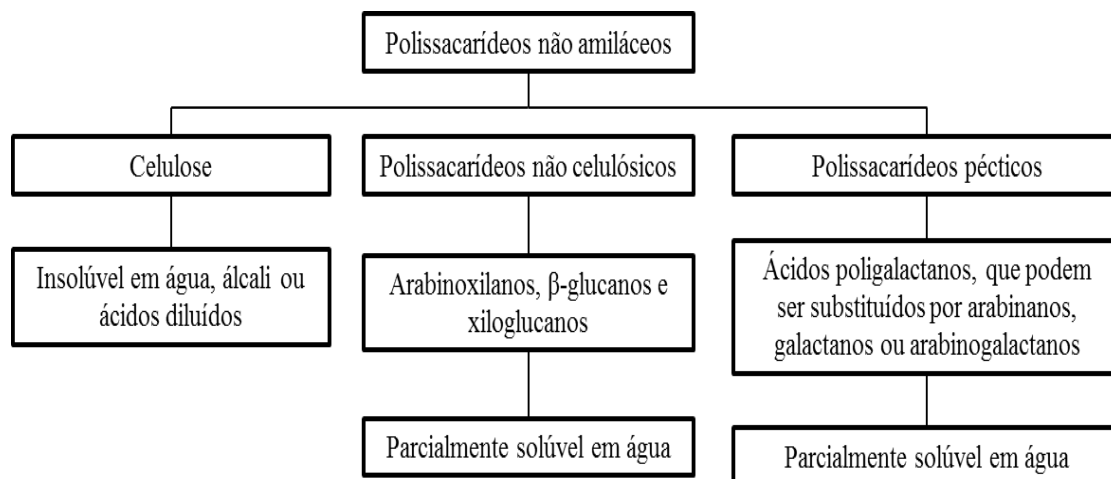


Figura 1. Classificação dos polissacarídeos não amiláceos.

Fonte: adaptado de Choct (2002).

Os cereais contêm entre 10 a 30% de PNA's, dos quais, em sua grande maioria, são compostos predominantemente por arabinosilanos (pentosanas),  $\beta$ -glucanos e celulose (Choct, 1997).

O milho é a principal fonte energética utilizada em rações para aves, compondo, aproximadamente, 60% das dietas. Entretanto, a composição química e o valor nutricional do milho variam em função do conteúdo de amido, proteína e, principalmente, da concentração de fitato, inibidores de enzimas e presença de amido resistente (Cowieson, 2005). Porém, sabe-se que o milho possui níveis de PNA's totais muito baixos, cerca de 8% da MS (Huisman et al., 2000), sendo a maior parte destes constituídos por PNA's insolúveis, como arabinosilanos e celulose (Oliveira & Moraes, 2007), o que o caracteriza por ser um alimento relativamente isento de PNA's viscosos, que são os principais fatores anti-nutricionais presentes na maior parte dos cereais considerados de alta viscosidade, como o trigo, aveia, cevada, entre outros.

Como principal componente proteico, o farelo de soja é o mais utilizado em dietas para animais não ruminantes, apesar de possuir uma série de PNA's, além de certos fatores antinutricionais que podem comprometer a produtividade das aves. De acordo com Torres et al. (2003), o farelo de soja contribui com mais de 70% da proteína em

dietas avícolas, mesmo contendo quantidades elevadas de substâncias pécticas na estrutura de sua parede celular. Porém, os polissacarídeos não amiláceos do farelo de soja são potencialmente antagônicos à utilização dos nutrientes e podem afetar negativamente a morfologia intestinal (Yu & Chung, 2004). Por outro lado, Opalinski et al. (2006) relatam que o alimento contém proteínas de alta qualidade e com boa disponibilidade de aminoácidos.

As fibras solúveis, quando consumidas, podem aumentar a viscosidade no intestino, devida à alta capacidade de se ligar a grande quantidade de água, além de serem altamente fermentáveis no intestino grosso. A fibra solúvel é composta principalmente pela hemicelulose, a qual tem composição principal de  $\beta$ -glucanos e arabinosilanos (Conte et al., 2003). Já a parte insolúvel é composta por xilose e xilanos (Bedford & Schukze, 1998) e ao contrário das fibras solúveis, não possuem a capacidade de se ligar à água, conseqüentemente não aumenta a viscosidade intestinal e, em geral, não sofrem fermentação no intestino grosso, ou esta ocorre de forma parcial. O modo de ação é diferente entre os PNA's solúveis e insolúveis e vai depender da quantidade dos mesmos presentes nos alimentos, podendo ser considerados nutriente diluente ou antinutritivo, de acordo com sua solubilidade (Hetland et al., 2004).

Normalmente, a fibra insolúvel é considerada como diluente de nutrientes na dieta e não é fermentada pela microbiota do trato gastrintestinal em frangos e, portanto, não altera a composição e quantidade da microbiota de maneira significativa (Choct et al., 1996; Hetland et al., 2004). Embora seja considerada como diluente, não deve ser considerada como substância inerte, pois apresentam propriedades funcionais que não podem ser negligenciadas na nutrição de animais não ruminantes (Choct, 1997).

A redução no tempo de retenção da dieta no trato gastrintestinal geralmente está associada com digestibilidade dos nutrientes mais baixos, pois é sugerido que a exposição dos nutrientes às enzimas digestivas é menor. Entretanto, segundo Choct (1997), tal teoria não é válida sob determinadas circunstâncias. Quando os PNA's insolúveis são adicionados à dieta, acredita-se que não há alteração na viscosidade da digesta e, conseqüentemente a digestibilidade dos nutrientes é aumentada, o material não digerido passa pelo intestino rapidamente, não havendo tempo suficiente para a microbiota anaeróbica se estabelecer na porção distal do intestino delgado (Choct, 1997).

A atividade antinutritiva de PNA solúvel, com estruturas químicas bem definidas como, por exemplo, arabinosilanos e  $\beta$ -glucanas, é eficazmente inativada pela suplementação da ração com xilanases e  $\beta$ -glucanases que causam a despolimerização parcial do PNA para polímeros menores, de modo que a sua capacidade para formar digesta altamente viscosa é bastante reduzida (Choct, 1997).

Por aumentar a viscosidade intestinal, a difusão dos substratos e de enzimas digestivas é comprometida, dificultando as interações na superfície da mucosa intestinal (Choct, 2001), o que resulta na interferência da microbiota e funções intestinais (Choct



et al., 2004) e no aumento da carga de nutrientes não degradados (Silva et al., 2007).

De modo geral, a viscosidade da digesta reduz o contato entre os nutrientes e as secreções digestivas, a difusão e o transporte da digesta, das enzimas endógenas, dos sais biliares e dos movimentos peristálticos, além de aumentar o tempo de retenção da digesta, favorecendo a proliferação de bactérias no trato gastrintestinal (Bedford, 2000).

Dessa forma, a inclusão de enzimas exógenas na dieta de animais não ruminantes auxilia na digestão de PNA's presentes nos cereais, contribuindo com maior disponibilidade de nutrientes, potencializando os mecanismos de ação das enzimas endógenas. Porém, é preciso ter conhecimento dos alimentos utilizados na ração para incluir a enzima ou complexo enzimático ideal, a quantidade certa de substratos (já que enzima é substrato dependente), a idade e condição fisiológica do animal, entre outros. Com uma inclusão ideal, é possível reduzir os impactos negativos ao ambiente, além de melhorar o desempenho e digestibilidade do animal.

### 3 | XILANASE

A xilanase vem sendo utilizada como aditivo alimentar por mais de 20 anos e sua capacidade de melhorar a conversão alimentar e ganho de peso dos animais não ruminantes tem sido demonstrada em inúmeros trabalhos (Paloheimo et al., 2011). Os efeitos positivos da adição de enzimas na dieta são propostos devido a vários mecanismos. Um dos mecanismos é que alguns cereais, como aveia, trigo, triticale, arroz, centeio e cevada causam um aumento da viscosidade intestinal devido à presença de  $\beta$ -glucanos e arabinoxilanos nesses cereais (Bedford & Classen, 1992). Esses componentes prendem uma quantidade significativa de água, devido à alta viscosidade, resultando em uma limitação de absorção de nutrientes para as aves (Paloheimo et al., 2011). Como consequência da limitação, o desempenho pode ser prejudicado. Porém, o desempenho pode ser melhorado com a adição de  $\beta$ -glucanases e xilanases.

A hemicelulose apresenta-se em associação com a celulose nas paredes da maioria das espécies de plantas. Baseadas nos principais resíduos de açúcares presentes como polímeros da cadeia principal, as hemiceluloses podem ser chamadas de xilanas, glucomanas, galactanas ou arabinanas (Bhat & Hazlewood, 2001). A xilana é o componente principal da hemicelulose e é, depois da celulose, o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza (Paloheimo et al., 2011).

Em geral, as xilanases são específicas para ligações internas  $\beta$ -1,4 de polímeros de xilanas, ou seja, a hidrólise de arabinoxilanas é realizada principalmente pela atividade de uma endo-1,4- $\beta$  - xilanase, que quebra as ligações (1,4) da cadeia central das xilanas (Classen, 1996; Bhat & Hazlewood, 2001). As xilanases são produzidas por uma grande variedade de fungos e bactérias, tais como *Thermomyces lanuginosus*, *Hemicicola insolens*, *Aspergillus aculeatus* e *Trichoderma viride*, porém

são frequentemente inibidas pela presença de seus produtos de hidrólise. O modo de ação destas enzimas é dependente do microrganismo que a produziu, podendo liberar diferentes produtos conforme o tipo de reação catalítica (Bhat & Hazlewood, 2001).

No Brasil, a maioria das dietas são constituídas por milho e farelo de soja, podendo ser passíveis de melhoria a partir do uso de enzimas exógenas, como as celulases e hemicelulases. Segundo Malathi & Devegowda (2001), o milho possui 5,32% de pentosanas totais; 3,12% de celulose; 1,00% de pectinas e 9,34% de polissacarídeos não amiláceos totais, enquanto o farelo de soja possui 4,21% de pentosanas totais; 5,75% de celulose; 6,16% de pectinas e 29,02% de polissacarídeos não amiláceos totais. Acredita-se que os componentes insolúveis dos polissacarídeos não amiláceos presentes no milho podem encapsular os nutrientes, que poderiam ser liberados pelas xilanases e celulases (Classen, 1996; Gracia et al., 2003).

Os efeitos benéficos das xilanases na utilização de nutrientes estão relacionados à redução da viscosidade da digesta, resultando em aumento da despolimerização de arabinoxilanas em componentes de menor peso molecular (Ravindran et al., 1999) ou a partir da liberação dos nutrientes encapsulados nas estruturas da parede celular, favorecendo o contato dos nutrientes com as enzimas endógenas. Previnem, ainda, distúrbios digestórios resultantes da presença de material fibroso não digerido no trato gastrointestinal de aves, pois os PNA's servem de substrato para bactérias patogênicas, além de reduzir a tensão superficial de oxigênio na mucosa intestinal, decorrente do aumento da viscosidade, o que favorece a proliferação de bactérias anaeróbicas, como o *Clostridium perfringens* (Lima, 2005). Outro benefício da xilanase é a redução da umidade da cama, pois a maioria dos PNA's solúveis têm alta capacidade de retenção de água em sua molécula, e como não são digeridos, acabam aumentando a umidade da excreta e conseqüentemente da cama (Dourado et al., 2014).

Cowieson (2005), contudo, acredita que o uso de xilanase, isoladamente, sem emprego de outras enzimas exógenas como proteases, amilases ou fitase, não produz resposta semelhante às obtidas com a combinação das enzimas.

Alguns estudos indicam melhoras no desempenho de aves, como no caso da influência de xilanase e vitamina A suplementadas na dieta à base de trigo para frangos de corte. Além do desempenho, as vilosidades da mucosa do intestino (duodeno, jejuno e íleo) apresentaram maiores comprimentos em relação à dieta baseada em milho (Khoramabadi et al., 2014).

Utilizando níveis reduzidos de energia para poedeiras suplementadas com xilanase, Souza et al. (2012) verificaram que com 14 semanas de idade o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta da dieta aumentou e houve melhora na retenção de nitrogênio, devido à suplementação de xilanase. Com 80 semanas de idade, os valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio e energia metabolizável aparente são elevados com a inclusão de xilanase associado a um nível adequado de energia da dieta.

É amplamente aceito que as enzimas  $\beta$ -glucanase e xilanase degradam a parede

celular dos cereais e liberam mais nutrientes para o animal. Portanto, este mecanismo pode ser considerado como importante para melhorar o valor da energia do alimento (Paloheimo et al., 2011). Tal fato pode auxiliar a codorna de corte a alcançar um melhor ganho de peso, já que é mais eficiente no uso de energia para ganho de peso, por exigir maior energia de manutenção (Jordão Filho et al., 2011).

A inclusão de enzimas xilanolíticas inibe a fermentação no íleo e estimula a fermentação nos cecos (Persia et al., 2002). A redução da fermentação ileal é benéfica para o animal, já que grande parte do material fermentado é composto por amido e proteína não digeridos e, desta forma, ficam disponíveis para serem hidrolisados e absorvidos pelas aves (Bedford, 1996b). Além do mais, os oligossacarídeos oriundos da degradação dos PNA's pelas enzimas exógenas teriam efeito prebiótico no ceco (Persia et al., 2002).

#### **4 | UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS EXÓGENAS NA ALIMENTAÇÃO DE AVES**

Na década de 50, cientistas estudaram a adição de amilase e protease nas dietas de vários animais de produção e observaram benefícios. Desde então, o uso de enzimas exógenas na alimentação animal tem sido amplamente estudado e reportado na literatura, e tem desfrutado de enorme crescimento mundial na indústria animal (Adeola & Cowieson, 2011). A suplementação de várias enzimas possibilita um maior campo de atuação nos compostos antinutritivos presentes nos alimentos, desde que haja substrato disponível e condição fisiológica, para obter máximo benefício da enzima, com consequência de melhor desempenho animal e digestibilidade dos nutrientes.

A suplementação enzimática pode ser feita por meio de duas abordagens econômicas que consideram a incorporação de enzimas exógenas nas formulações das dietas. Uma aplicação mais simples e provavelmente mais prática, chamada de *over the top*, para melhorar o desempenho de forma mais econômica, consiste em suplementar as enzimas com uma formulação padrão, sem alterar os níveis nutricionais (Barbosa et al., 2008). Essa aplicação, *over the top* ou *on top*, normalmente apresenta resultado imprevisível por uma série de fatores, entre os quais se destacam: o desajuste de matrizes nutricionais dos ingredientes básicos da formulação, as margens de segurança praticadas pela indústria avícola, aliadas à limitação fisiológica das aves em fases específicas para se melhorar a sua eficiência alimentar, pela melhoria no aproveitamento de nutrientes de uma dieta (Bertechini & Brito, 2007).

A segunda alternativa seria alterar a formulação da ração, por meio da redução dos nutrientes, e adição de enzimas exógenas para restaurar o valor nutricional da dieta-padrão que visa o mesmo desempenho de uma dieta com os níveis nutricionais recomendados (Barbosa et al., 2008). Essa alternativa, além de viabilizar o mesmo desempenho, também viabiliza o custo com alimentação por unidade de ganho e consequentemente o custo final.

Utilizando uma combinação de enzimas fitase e amilase, xilanase e protease, com reduções de energia metabolizável, cálcio e fósforo, Barbosa et al. (2012) obtiveram resultados melhores para consumo de ração, conversão alimentar, ganho de peso e peso médio de frangos de corte alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja, na fase total de criação, comparados a dietas sem enzimas.

Utilizando fitase em dietas com 15% de farelo de arroz integral, Conte et al. (2003) concluíram que a redução na suplementação inorgânica de fósforo, ferro, cobre, zinco e manganês pode ser feita, sem afetar o desempenho de frangos de corte. A fitase aumenta o teor de cinzas e fósforo na tíbia, porém não afeta a deposição de ferro, cobre, zinco e manganês, enquanto que a utilização da enzima xilanase melhora a conversão alimentar das aves.

Avaliando um complexo enzimático de amilase, protease e xilanase suplementado em dieta à base de milho e farelo de soja para frangos de corte, Torres et al. (2001) adicionaram o complexo enzimático em 0,5, 1,0 e 1,5 g/kg de dieta, além de terem trabalhado com dietas de níveis normais de nutrientes e reduzidos (3% na fase de crescimento e 5% na fase final) de energia e/ou proteína. Os autores observaram que a adição das enzimas melhorou o desempenho das aves. Em dietas com nível proteico reduzido, quanto maior foi o nível de incorporação de enzimas, menor foi o ganho de peso. Melhores respostas aos 28 dias ocorreram quando foi adicionado 1,0 g de enzima na dieta. Aos 42 dias, a utilização de enzimas digestivas exógenas pelas aves não influenciou o índice europeu de eficiência produtiva, o rendimento de carcaça e os teores de gordura abdominal dos frangos; entretanto, manteve o desempenho zootécnico das aves alimentadas com dietas contendo níveis energéticos ou proteicos reduzidos, demonstrando que é possível formular rações com níveis mais baixos desses nutrientes.

Em codornas de corte, o uso de enzimas exógenas é satisfatório. Iwahashi et al. (2011) verificaram que a suplementação de complexo enzimático (xilanase +  $\beta$ -glucanase) pode ser utilizada com eficácia em dietas à base de milho e farelo de soja reduzidas em energia metabolizável e aminoácidos (lisina, metionina + cistina e treonina) para codornas de corte em ambas as fases (1 a 14 e 15 a 35 dias).

Utilizando complexo enzimático composto por hemicelulase e pectinase, Cunha et al. (2014) concluíram que é possível reduzir em até 4% a energia metabolizável e aminoácidos da ração de codornas europeias, de 1 a 42 dias de idade, sem prejudicar o rendimento de carcaça e cortes nobres.

De maneira geral, a inclusão das enzimas exógenas em dietas para aves promove uma digestão mais eficiente, com redução das exigências de energia para manutenção, além de reduzir a quantidade de substrato que entra no intestino grosso, melhorando a utilização dos mesmos no intestino delgado e alterando, conseqüentemente, a população microbiana no íleo terminal (Bedford & Apajalahti, 2001).

Atualmente, estão sendo pesquisadas novas gerações de enzimas, com foco para a melhoria na qualidade e segurança dos alimentos, no potencial de atividade

em diferentes idades da ave, com diversos locais de ação e em diferentes doses, com intuito de promover melhor efeito destas enzimas no organismo das aves, de acordo com o tipo de alimento utilizado (Cowieson et al., 2006a).

## REFERÊNCIAS

- ADEOLA, O.; COWIESON, A.J. (2011). **Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve non-ruminant animal production**. Journal Animal Science, 89, p. 3189-3218, 2011.
- BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; BONATO, M.A.; HAUSCHILD, L.; OVIEDO-RONDON, E. (2012). **Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho**. Ciência Rural, 42 (8), p.1497-1502.
- BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K.; DOURADO LRB. (2008). **Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43 (6), p.755-762.
- BEDFORD, M.R.; CLASSEN, H.L. (1992). **Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is effected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks**. The Journal of Nutrition, 122, p.560-569.
- BEDFORD, M.R. (1996a). **Efeito del uso de enzimas digestivas en la alimentación de aves**. Avicultura Profesional, 14 (04), p. 24-29.
- BEDFORD, M.R. (1996b). **The effect of enzymes on digestion**. Journal Apply Poultry Rewies, 5 (04), p. 370-378.
- BEDFORD, M.R.; Schukze, H. (1998). **Exogenous enzymes for pigs and poultry**. Nutrition Research Reviews, 11 (01), p. 91-114.
- BEDFORD, M.R. (2000). **Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets: Implications and strategies to minimize subsequent problems**. Worlds Poultry Science Journal, 56, p. 347-365.
- BEDFORD, M.R.; APAJALAHTI, J. (2001). **Microbial Interactions in the Response to exogenous Enzyme Utilization**. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. Enzymes in farm nutrition. Londres: Cab International, p. 299-314.
- BERTECHINI, A.G.; BRITO, J.A.G. (2007). **Utilização correta de enzimas em rações de aves**. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE AVICULTURA, 2., 2007, Curitiba. Anais... Curitiba: Animal World. CD-ROM.
- BHAT, M.K.; HAZLEWOOD, G.P. (2001). **Enzymology and other characteristics of cellulases and xylanases**. In: Bedford, M. R.; Partridge, G. G. Enzymes in farm nutrition. Londres: Cab International. p.11-60.
- BUTOLO, J.E. (2010). **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 2ª. ed. Campinas: J.E. Butolo, 430p.
- CARRÉ, B. (2002). **Carbohydrate chemistry of the feedstuffs used for poultry**. In: McNab, J.M.; Boorman, K.N. (eds). Poultry Feedstuffs Supply, Composition and Nutritive Value. CABI Publishing, Wallingford, UK, p. 39-56.
- CHOCT, M. (1997). **Feed Non-Starch Polysaccharides: Chemical Structures and Nutritional**

**Significance.** Feed Milling International, 13, p.1-10.

CHOCT, M. (2001). **Carbohydrate and fibre digestion in monogastric animals.** ASA Technical bulletin, AN34.

CHOCT, M. (2002). **Non-starch polysaccharides: effect on nutritive value.** In: McNab, J.M.; Boorman, K.N. (eds). Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value. CABI Publishing, Wallingford, UK, p. 222-236.

CHOCT, M.; KOCHER, A.; WATERS, D.L.; PETTERSSON, D. ROSS, G. (2004). **A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens.** British Journal of Nutrition, 92, p.53-61.

CLASSEN, H.L. (1996). **Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets.** Animal Feed Science and Technology, 62 (1-2), p. 21-27.

CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; FIALHO, E.T.; SCHOULTEN, N.A.; BERTECHINI, A.G. (2003). **Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz.** Revista Brasileira de Zootecnia, 32 (05), p.1147-1156.

CUNHA, T.M.R.; LANA, S.R.V.; LANA, G.R.Q.; LANA, A.M.Q.; PARIZIO, F.A.Z.; SILVA, M.P.L.; TORRES, E.C.; DELFIM, P.H.A. (2014). **Rendimento de carcaça de codornas européias alimentadas com dietas suplementadas com complexo enzimático.** In: XXIV Congresso Brasileiro De Zootecnia, 2014, Vitória. Anais... Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo. CD-ROOM.

COWIESON, A.J. (2005). **Factors that affect the nutritional value of maize for broilers.** Animal Feed Science and Technology, 119, p. 293–305.

COWIESON, A.J.; HRUBY, M.; PIERSON, E.E.M. (2006a). **Evolving enzyme technology: Impact on commercial poultry nutrition.** Nutrition Research Reviews, 19 (1), p. 1-15.

DOURADO, L.R.B.; BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K. (2014). **Enzimas na nutrição de monogástricos.** In: Sakomura NK, Silva JHV, Costa FGP, Fernandes, J.B.K.; Hauschild, L. Nutrição de Não Ruminantes. Jaboticabal: Funep, p. 466-484.

GRACIA, M.I.; ARANÍBAR, M.J.; LÁZARO, R. (2003).  **$\alpha$ -Amylase supplementation of broiler diets based on corn.** Poultry Science, 82 (3), p. 436–442.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. (2004). **Role of insoluble no-starch polysaccharides in poultry nutrition.** World's Poultry Science Journal, 60 (4), p.415-422.

HUISMAN, M.M.H.; SCHOLS, H.A.; VORAGEN, A.G.J. (2000). **Glucuronoarabinoxylans from maize kernel cell walls are more complex than those from sorghum kernel cell walls.** Carbohydrate Polymers, 43, p. 269-279.

IWAHASHI, A.S.; FURLAN, A.C.; SCHERER, C.; TON, A.P.S.; SCAPINELLO, C. (2011). **Utilização de complexo enzimático em rações para codornas de corte.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, 33 (3), p. 273-279.

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, C.T.; COSTA, F.G.P.; SOUSA, J.M.B.; GIVISIEZ, P.E.N. (2011). **Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems.** Revista Brasileira de Zootecnia, 40 (11), p.2415-2422.

KHORAMABADI, V.; AKBARI, M.R.; KHAJALI, F.; NOORANI, H.; RAHMATNEJAD, E. (2014). **Influence of xylanase and vitamin A in wheat-based diet on performance, nutrients digestibility, small intestinal morphology and digesta viscosity in broiler chickens.** Acta Scientiarum. Animal

Sciences, 36 (4), p. 379-384.

LIMA, F.R. (2005). **Aditivos zootécnicos: enzimas**. In: Palermo Neto J, Spinosa HS, Górnica S. Farmacologia aplicada à avicultura. São Paulo: Roca, p. 239-248.

MALATHI, V.; DEVEGOWDA, G. (2001). **In Vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes**. Poultry Science, 80 (3), p.302-305, 2001.

MARQUARDT, R.R.; BEDFORD, M.R. (2001). **Future horizons**. In: Bedford, M. R.; Partridge, G. G. Enzymes in farm nutrition. Londres: Cab International, 2001, p.389-398.

MOURA, A.M.A.; FONSECA, J.B.; TAKATA, F.N.; RABELLO, C.B.V.; LOMBARDI, C.T. (2010). **Determinação da energia metabolizável de alimentos para codornas japonesas em postura**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 62 (1), p.178-183.

OFFICER, D.I. (2000). **Feed enzymes**. In: D' Mello JPF. Farm animal metabolism and nutrition. Edinburgh: Cab International, p. 405-426.

OLIVEIRA, M.C.; MORAES, V.M.B. (2007). **Mananoligossacarídeos e enzimas em dietas a base de milho e farelo de soja para aves**. Ciência Animal Brasileira, 8 (3), p.339-357.

OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.; MARTINS DA SILVA, E.C.; BORGES, A.S. (2006). **Adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada para frangos de corte**. Archives of Veterinary Science, 11 (3), p. 31- 35.

PALOHEIMO, M.; PIIRONEN, J.; VEHEMAANPERÄ, J. (2011). **Xylanases and Cellulases as Feed Additives**. In: Bedford, M. R.; Partridge, G. G. Enzymes in farm nutrition. Londres: Cab International, p.12-53.

PERSIA, M.E.; DEHORITY, B.A.; LILBURN, M.S. (2002). **The effects of enzyme supplementation of corn- and wheat-based diets on nutrient digestion and cecal microbial populations in turkeys**. The Journal of Applied Poultry Research, 11, p.134-145.

RAVINDRAN, V.; HEW, L.I.; RAVINDRAN, G. (1999). **Influence of xylanase supplementation on the apparent metabolizable energy and ileal amino acid digestibility in a diet containing wheat and oats, and on the performance of three strains of broiler chickens**. Australian Journal Agriculture Research, 50 (7), p. 1159- 1163.

SABATIER, A.M.; FISH, N.M. (1996). **Method of analysis for feed enzymes: methodological problems?** The Journal of Applied Poultry Research, 5 (4), p. 408-413.

SARTORI, J.R.; PEREIRA, K.A.; GONÇALVES, J.C.; CRUZ, V.C.; PEZZATO, A.C. (2007). **Enzimas e simbióticos para frangos de corte criados no sistema convencional e alternativo**. Ciência Rural, 37 (1), p.235-240.

SILVA, J.H.V.; ARAUJO, J.Á.; LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.R.A. (2007). **Enzimas exógenas na alimentação de aves**. Acta Veterinaria Brasilica, 1 (4), p.99-110.

SOUZA, K.M.R.; FARIA, D.E.; NAKAGI, V.S.; CARÃO, A.C.P.; PACHECO, B.H.C.; TREVISAN, R.B.; GOMES, G.A. (2012). **Metabolizable energy values of diets supplemented with xylanase determined with laying hens**. Revista Brasileira de Zootecnia, 41 (12), p. 2433-2440.

THORPE, J.; BEAL, J.D. (2001). **Vegetable protein meals and the effects of enzymes**. In: Bedford, M. R.; Partridge, G. G. Enzymes in farm nutrition. Londres: Cab International, p.125-143.

TORRES, D.M.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; FREITAS, R.T.F.; SANTOS,

E.C. (2003). **Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte.** Ciência e Agrotecnologia, 27 (6), p.1401-1408.

YU. B.; CHUNG, T.K. (2004). **Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets.** The Journal of Applied Poultry Research, 13 (2), p.178–182.

ZHOU, Y.; JIANG, Z.; LV, D.; WANG, T. (2009). **Improved energy-utilizing efficiency by enzyme preparation supplement in broiler diets with different metabolizable energy levels.** Poultry Science, 88, p.316-322.



## 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**

Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Graduação em Zootecnia, Nossa Senhora da Glória - Sergipe.

### **Antonio Claudio Furlan**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá -Paraná.

### **Simara Márcia Marcato**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá -Paraná.

### **Paulo César Pozza**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá -Paraná.

### **Daiane de Oliveira Grieser**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá -Paraná.

### **Caroline Espejo Stanquevis**

Doutora em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá - Paraná.

### **Tainara Ciuffi Euzébio**

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Maringá - Paraná.

### **Mariani Ireni Benites**

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Maringá - Paraná.

um delineamento experimental inteiramente casualizado, 4x4 (Se=0,1125; 0,2250; 0,3375 e 0,4500 mg/kg/ração x VE=10; 23; 36 e 49 UI/kg/ração), com 16 tratamentos, 3 repetições de 50 e 35 aves por unidade experimental respectivamente de, 0-14 e 15-35 dias. Aos 14 dias, verificou-se interação com aumento linear no peso relativo de fígado (PrFig.) em função dos níveis de Se e VE ( $P<0,05$ ). O maior peso relativo de bolsa cloacal foi obtido com a estimativa de 28,69 UI de VE/kg/ração. Aos 35 dias, o peso máximo de coração foi obtido com estimativa de 0,24 mg de Se/kg/ração ( $P<0,05$ ). Na interação, os níveis séricos de creatino-kinase (CK) reduziram linearmente em função dos níveis de Se e VE ( $P<0,05$ ). As maiores concentrações de colesterol total (CT) e triglicerídeos (TGR) foram obtidas com as estimativas de 28,51 UI de VE/kg e 0,28 mg de Se/kg/ração, respectivamente ( $P<0,05$ ). Recomenda-se os níveis de suplementação de 10 UI de VE/kg e 0,1125 mg Se/kg de ração em ambas as idades.

**PALAVRAS-CHAVE:** Codorna europeia; hematologia; nutrição; selenometionina; tocoferóis.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to verify the effects of supplementation of organic selenium (Se) and vitamin E (VE) on viscera biometry and blood parameters of meat quails

**RESUMO:** Objetivou-se verificar os efeitos da suplementação de selênio (Se) orgânico e vitamina E (VE) na biometria de vísceras e parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 14 e 35 dias de idade. Utilizou-se

at 14 and 35 days of age. A completely randomized design, 4x4 (Se = 0.1125, 0.2250, 0.3375 and 0.4500 mg/kg/diet x VE = 10, 23, 36 and 49 IU/kg/ration) was used, with 16 treatments, 3 replicates of 50 and 35 birds per experimental unit respectively of 0-14 and 15-35 days. At 14 days, there was interaction with linear increase in relative liver weight (RLW) as a function of Se and VE levels ( $P < 0.05$ ). The highest relative weight of cloacal pouch was obtained with the estimated 28.69 IU of VE/kg/diet. At 35 days, the maximum heart weight was obtained with an estimate of 0.24 mg Se/kg/diet ( $P < 0.05$ ). In the interaction, the serum creatine kinase (CK) levels decreased linearly as a function of Se and VE levels ( $P < 0.05$ ). The highest concentrations of total cholesterol (TC) and triglycerides (TGR) were obtained with estimates of 28.51 IU of VE/kg and 0.28 mg of Se/kg/diet, respectively ( $P < 0.05$ ). Supplementation levels of 10 IU of VE/kg and 0.1125 mg Se/kg of feed at both ages are recommended.

**KEYWORDS:** European quail; hematology; nutrition; selenomethionine; tocopherols.

## 1 | INTRODUÇÃO

O aumento da eficiência produtiva na criação de codornas exige, cada vez mais, a implementação de estratégias que visam potencializar todos os aspectos da produção animal, entre estes, a nutrição, fator crucial para a maximização da produção. Os custos com a alimentação correspondem a aproximadamente 70% dos custos de criação das aves (Freitas *et al.*, 2006), existindo uma grande escassez de pesquisas que determinem planos nutricionais adequados e seus respectivos efeitos nos organismos das aves, sobretudo se relacionados a suplementação de vitaminas e minerais nas dietas de codornas de corte.

Conforme Rutz *et al.* (2002), características dietéticas podem tornar as aves mais ou menos susceptíveis a doenças infecciosas, que podem ser influenciadas pelo nível de determinado nutriente ou pelo tipo de alimento utilizado na formulação das rações.

O selênio e a vitamina E, como potenciais antioxidantes, atuam de forma sinérgica controlando os efeitos negativos do estresse oxidativo, reduzindo os efeitos dos radicais livres que comprometem o crescimento das aves, prejudicam a reprodução, a capacidade de resposta imunológica e diminuem a integridade das células (Surai, 2006).

Desde a sua descoberta, os efeitos da interação entre selênio e vitamina E, vem sendo estudados de maneira persistente. A interação entre o selênio e a vitamina E ocorre porque a vitamina E reduz a necessidade de selênio e vice-versa, ocorrendo uma complementação no sítio de ação, onde o Selênio atua no meio intracelular e a vitamina E no meio extracelular (Paschoal *et al.*, 2003).

Os estudos que relatam os efeitos da administração de selênio orgânico e vitamina E exercidos sobre a biometria das vísceras e nos parâmetros hematológicos das aves ainda são limitados, sobretudo na coturnicultura. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi de verificar os efeitos da suplementação de selênio e vitamina E sob

a biometria das vísceras e parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 14 e 35 dias de idade.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi na Universidade Estadual de Maringá – UEM de acordo com as normas propostas pelo comitê de ética da instituição (Protocolo 079/2014).

O experimento foi conduzido em um galpão convencional em boxes de 2,5 m<sup>2</sup>, com piso de terra batido forrado com cama de palha de arroz. A condução do experimento se deu através de um delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 4x4 (Se orgânico = 0,1125; 0,2250; 0,3375 e 0,4500 mg/kg/ração x VE = 10; 23; 36 e 49 UI/kg/ração). No experimento 1 (0 a 14 dias de idade), após o nascimento as aves foram distribuídas nas unidades experimentais em 16 tratamentos com três repetições de 50 aves cada, totalizando assim, 2400 aves. No experimento 2 (14 a 35 dias de idade), as aves foram pesadas e distribuídas nos mesmos tratamentos com três repetições de 32 aves por unidade experimental, totalizando assim, 1536 aves.

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja a partir da composição dos alimentos obtida por Rostagno *et al.* (2011); suficientes para atender as exigências das aves para aquela idade, exceto para o Se e vitamina E; sendo estas ajustadas para terem os níveis de Se e VE desejados: ração de 0 a 14 dias (Tabela 1) e ração de 14 a 35 dias de idade (Tabela 2).

Dieta	Quantidade (g/kg)
Milho	37,532
Farelo de soja 45%	53,096
Óleo de soja	5,667
Fosfato bicálcico	1,463
Calcário	0,405
DL-Metionina	0,452
L-Lisina HCl	0,208
L-Treonina	0,109
Sal comum	0,458
Suplemento vit/min <sup>1</sup>	0,400
Mistura Selenometionina <sup>2</sup>	0,100
Mistura vitamina E <sup>3</sup>	0,100
Antioxidante <sup>4</sup>	0,010
Total	100

Valores Calculados	
EM (kcal/kg)	2.997
Fósforo disponível (%)	0,410
Cálcio (%)	0,650
Proteína bruta (%)	27,500
Lisina digestível (%)	1,600
Met.+cist. digestível (%)	1,150
Treonina digestível (%)	1,040
Triptofano digestível (%)	0,330
Cloro (%)	0,320
Sódio (%)	0,200
Potássio (%)	1,090
Balanço eletrol. mEq/kg	272,640

<sup>1</sup>Suplementação vitamínica/mineral isento de selênio e vitamina E (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 10.000.000 UI; Vit. D3 – 750.000 UI; Vit. B1 – 625 mg; Vit. B2 – 1.500 mg; Vit. B6 – 1250 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 750 mg; Ácido fólico 250 mg/kg; Biotina 50 mg/kg; Pantotenato de Cálcio – 3.000 mg; Niacina – 6.000 mg; Cloreto de Colina – 75 g/kg; Óxido de Zinco – 13 g/kg; Sulfato de Ferro – 12 g/kg; Sulfato de Manganês – 15 g/kg; Sulfato de Cobre – 2.500 mg; Sulfato de Cobalto – 50 mg; Iodo – 250 mg; Selênio – 0 mg; BHT 1.000 mg/kg; Veículo Q.S.P. (Caulin) 1.000 g/kg.<sup>2</sup>Selenometionina diluído em Caulin nos níveis de 0,1125, 0,2250, 0,3375, 0,4500 mg) e <sup>3</sup>Vitamina E (Nucleopar, Mandaguari, Brasil) diluída em farelo de arroz nos níveis de 10, 23, 36 e 49 UI), <sup>4</sup>BHT (Butil Hidroxi Tolueno) e Energia Metabolizável (EM)

**Tabela 1.** Composição percentual e nutricional da ração basal para codornas de corte em crescimento (0 a 14 dias de idade) com diferentes níveis de suplementação de selênio orgânico e vitamina E

Dieta	Quantidade (g/kg)
Milho	50,317
Farelo de soja 45%	41,900
Óleo de soja	4,037
Fosfato bicálcico	1,558
Calcário	0,300
DL-Metionina	0,433
L-Lisina HCl	0,352
L-Treonina	0,036
Sal comum	0,457
Suplemento vit/min <sup>1</sup>	0,400
Mistura Selenometionina <sup>2</sup>	0,100
Mistura vitamina E <sup>3</sup>	0,100
Antioxidante <sup>4</sup>	0,010

Total	100
<hr/>	
Valores Calculados	
<hr/>	
EM (kcal/kg)	3.036
Fósforo disponível (%)	0,410
Cálcio (%)	0,610
Proteína bruta (%)	23,500
Lisina digestível (%)	1,450
Met.+cist. digestível (%)	1,040
Treonina digestível (%)	0,940
Triptofano digestível (%)	0,290
Cloro (%)	0,320
Sódio (%)	0,200
Potássio (%)	0,920
Balanço eletrol. mEq/kg	229,400

<sup>1</sup>Suplementação vitamínica/mineral isento de selênio e vitamina E (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 10.000.000 UI; Vit. D3 – 750.000 UI; Vit. B1 – 625 mg; Vit. B2 – 1.500 mg; Vit. B6 – 1250 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 750 mg; Ácido fólico 250 mg/kg; Biotina 50 mg/kg; Pantotenato de Cálcio – 3.000 mg; Niacina – 6.000 mg; Cloreto de Colina – 75 g/kg; Óxido de Zinco – 13 g/kg; Sulfato de Ferro – 12 g/kg; Sulfato de Manganês – 15 g/kg; Sulfato de Cobre – 2.500 mg; Sulfato de Cobalto – 50 mg; Iodo – 250 mg; Selênio – 0 mg; BHT 1.000 mg/kg; Veículo Q.S.P. (Caulin) 1.000 g/kg. <sup>2</sup>Selenometionina diluído em Caulin nos níveis de 0,1125, 0,2250, 0,3375, 0,4500 mg) e <sup>3</sup>Vitamina E (Nucleopar, Mandaguari, Brasil) diluída em farelo de arroz nos níveis de 10, 23, 36 e 49 UI, <sup>4</sup>BHT (Butil Hidroxi Tolueno) e Energia Metabolizável (EM).

**Tabela 2.** Composição percentual e nutricional da ração basal para codornas de corte em crescimento (14 a 35 dias de idade) com diferentes níveis de suplementação de selênio orgânico e vitamina E

O Se orgânico foi fornecido na forma de Selenometionina (diluída em caulin) e a VE na forma de acetato de dL- $\alpha$ -tocoferil (diluída em farelo de trigo). Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água ad libitum.

As vísceras (coração, fígado e moela) e os órgãos linfoides (baço e bolsa cloacal) de duas das aves abatidas para colheita de sangue em ambas as idades foram extraídas por uma incisão na cavidade abdominal e pesadas em balança analítica para obtenção de seus pesos relativos, determinado por meio da relação do peso do órgão pelo peso vivo da ave vezes 100.

Na avaliação dos parâmetros sanguíneos, aos 14 e 35 dias de idade, foram abatidas 4 e 2 aves respectivamente, por unidade experimental para colheita de sangue, sendo estas submetidas a um jejum alimentar anterior de cinco horas. A colheita de sangue foi realizada por exsanguinação, sendo as amostras sanguíneas coletadas e acondicionadas em tubos de ensaio, sendo centrifugadas a 3.000 rpm por 15

minutos. O soro obtido foi acondicionado em microtubos de polipropileno devidamente identificados e armazenados a -10°C até a realização das análises. A dosagem de colesterol total (CT), triglicerídeos (TGR) e das enzimas aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), e creatina quinase (CK) foram realizadas em espectrofotômetro (Modelo Bioplus 2000) utilizando-se kits comerciais (Gold Analisa Diagnóstica Ltda, Belo Horizonte - MG).

O hematócrito (HTC) foi determinado por meio da metodologia de microhematócrito, utilizando-se tubos capilares que foram centrifugados a 1200 rpm por cinco minutos em centrífuga (micro hematocrit centrifuge) com os resultados estimados em porcentagem da concentração de eritrócitos (hemácias) através de tabelas específicas de microhematócrito.

Os dados foram analisados estatisticamente utilizando o software SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2011), segundo o modelo:

$$Y_{ijkl} = b_0 + b_1 S_i + b_2 V_j + b_3 S_i^2 + b_4 V_j^2 + b_5 S_i V_j + FA + e_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = variável medida na unidade experimental k, alimentada com dieta contendo o nível i de selênio e o nível j de VE ;  $b_0$  = constante geral;  $b_1$  = coeficiente de regressão linear em função do nível de Se orgânico;  $S_i$  = nível de Se;  $S_1 = 0,1125$ ;  $S_2 = 0,2250$ ;  $S_3 = 0,3375$  e  $S_4 = 0,4500$  (mg/kg);  $V_j$  = nível de VE,  $V_1 = 10$ ;  $V_2 = 23$ ;  $V_3 = 36$  e  $V_4 = 49$  (UI/kg) ;  $b_2$  = coeficiente de regressão linear em função do nível de VE;  $b_3$  = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de Se orgânico;  $b_4$  = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de VE;  $b_5$  = coeficiente de regressão linear em função da interação entre o nível de Se e nível de VE; FA = falta de ajustamento do modelo de regressão;  $e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação.

### 3 | RESULTADOS

Durante a fase inicial de crescimento (0 a 14 dias de idade), houve interação ( $P=0,0256$ ) entre o Se e a VE para o peso relativo de fígado (PrFig.). O peso relativo aumentou linearmente em função dos níveis de Se ( $P=0,0213$ ) e VE ( $P=0,0491$ ). O peso relativo da bolsa cloacal (PrBols.), apresentou efeito quadrático ( $P=0,0190$ ) em função dos níveis de VE. O peso máximo da bolsa cloacal (0,14g) foi obtido com a estimativa de 28,69 UI de VE/kg de ração (Tabela 3).

Os níveis séricos da enzima AST ( $P=0,0183$ ) foram influenciados de forma quadrática em função dos níveis de Se. O ponto de máxima concentração da enzima (267,87 U/L), foi obtido com as estimativas de 0,28 mg de Se/kg/ração (Tabela 4).

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
PVivo (g)	76,90	79,30	81,40	81,90	81,10	80,60	79,40	80,50	82,50	83,50	79,50	77,90	77,00	76,80	81,00	82,00	0,560
PrFig. (%)	2,47	2,49	2,65	2,52	2,54	2,45	2,59	2,46	2,37	2,86	2,36	2,64	2,75	2,7	2,57	2,28	0,266
PrCor. (%)	0,86	0,76	0,89	0,9	0,87	0,86	0,71	0,82	0,72	0,86	0,8	0,87	0,83	0,77	0,87	0,83	0,013

PrMoe. (%)	3,38	3,01	3,48	3,39	3,3	3,39	3,22	3,12	3,14	3,46	3,19	2,93	3,3	3,26	3,00	3,36	0,039
PrBaç. (%)	0,19	0,15	0,16	0,15	0,13	0,14	0,16	0,16	0,19	0,16	0,14	0,16	0,21	0,18	0,13	0,17	0,005
PrBols. (%)	0,11	0,13	0,11	0,15	0,12	0,14	0,12	0,08	0,10	0,12	0,14	0,10	0,10	0,13	0,14	0,12	0,005
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
PrFig. = 2,18112 + 1,32332Se + 0,010311VE – 0,0396177 Se*VE									0,89	---		---		Linear		Linear	
PrBols. = 0,0876138 + 0,00351339VE – 0,0000612247VE <sup>2</sup>									0,99	---		28,69		NS		Quadrático	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); Peso vivo (Pvivo); peso relativo de fígado (PrFig.); peso relativo de coração (PrCor.); peso relativo de moela (PrMoe.); peso relativo de baço (PrBaç.); peso relativo de bolsa cloacal (PrBols.); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

**Tabela 3.** Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
AST (U/L)	263,33	252,16	256,50	247,50	269,50	262,75	258,75	245,00	250,50	253,00	286,00	277,00	243,50	252,00	258,33	255,83	3,154
ALT (U/L)	12,50	16,00	12,50	15,50	14,33	9,00	19,25	11,25	20,00	11,16	17,66	12,33	18,50	8,00	13,83	11,66	0,740
CT (mg/dL)	144,83	124,00	131,25	118,75	123,66	119,75	145,75	104,25	141,66	126,16	170,50	134,16	111,00	138,50	124,83	140,16	3,606
TGR (mg/dL)	63,50	61,00	70,00	61,75	67,16	57,50	59,50	49,75	69,83	62,00	55,83	69,66	66,25	62,00	68,83	58,50	1,279
CK (U/L)	956,6	1102,3	1139,2	1858,0	1883,3	906,6	1501,2	884,3	1787,8	2219,3	1478,6	1345,1	1135,3	1481,5	967,4	1883,4	113,548
HTC (%)	35,66	35,83	33,00	32,75	31,16	24,50	22,00	36,25	30,66	32,66	33,50	29,83	36,75	29,00	32,00	33,00	0,869
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
AST = 224,312 + 315,0405Se – 569,552Se <sup>2</sup>									0,73	0,28		---		Quadrático		NS	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); aspartato aminotransferase (AST); alanina aminotransferase (ALT); colesterol total (CT); triglicerídeos (TGR); creatina quinase (CK); hematócritos (HTC); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

**Tabela 4.** Parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E

Já durante a fase final de crescimento (15 a 35 dias de idade), o PrCor. apresentou comportamento quadrático (P=0,0176) em função dos níveis de Se. O peso máximo obtido para o coração (0,96g), foi obtido com uma estimativa 0,24 mg de Se/kg de ração (Tabela 5).

Nos parâmetros sanguíneos houve interação (P=0,0046) entre os níveis de Se e VE utilizados na avaliação da enzima CK. Os níveis séricos enzimáticos reduziram linearmente em função dos níveis de Se (P=0,0091) e VE (P=0,0037) utilizado nas rações (Tabela 6). A enzima ALT reduziu linearmente (P=0,0323) em função dos níveis de VE.

Os níveis séricos de CT apresentaram comportamento quadrático em função dos níveis de VE (P=0,0221) utilizados. A concentração máxima (208,82 mg/dL) foi obtida com a estimativa de 28,51 UI de VE/kg de ração.

Os níveis séricos de TGR foram influenciados de forma quadrática ( $P=0,0144$ ) em função dos níveis de Se. A maior concentração (498,47 mg/dL) foi obtida com a estimativa de utilização de 0,28 mg de Se/kg de ração.

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
PVivo (g)	227,60	234,33	236,66	237,00	228,80	230,80	222,80	238,66	233,60	226,33	232,33	233,33	238,66	232,66	229,50	228,66	1,144
PrFig. (%)	1,68	1,63	1,87	2,01	1,93	2,01	1,79	2,15	1,87	1,76	1,84	1,99	1,75	2,09	1,99	1,74	0,042
PrCor. (%)	0,86	0,94	0,95	0,91	0,97	0,92	1,06	0,98	0,95	0,93	0,93	0,87	0,86	0,97	0,87	0,87	0,011
PrMoe. (%)	2,05	2,12	2,04	2,16	2,34	2,09	2,36	2,13	2,35	2,08	2,26	1,95	1,91	2,32	2,31	2,18	0,030
PrBaç. (%)	0,08	0,10	0,11	0,07	0,06	0,10	0,08	0,09	0,06	0,10	0,07	0,08	0,09	0,07	0,08	0,09	0,003
PrBols.(%)	0,11	0,13	0,13	0,16	0,13	0,19	0,14	0,16	0,16	0,16	0,12	0,15	0,13	0,15	0,13	0,17	0,005
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
PrCor. = 0,847389 + 0,937020Se - 1,92159Se <sup>2</sup>									0,76	0,24		---		Quadrático		NS	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); Peso vivo (Pvivo); peso relativo de fígado (PrFig.); peso relativo de coração (PrCor.); peso relativo de moela (PrMoe.); peso relativo de baço (PrBaç.); peso relativo de bolsa cloacal (PrBols.); não significativo (NS)

**Tabela 5.** Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e Vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
AST (U/L)	261,25	224,16	244,33	249,50	250,33	271,50	270,00	212,75	257,33	259,00	304,75	281,33	298,83	293,16	269,50	226,16	6,353
ALT (U/L)	9,00	10,66	10,66	9,33	12,00	13,00	8,00	10,25	11,00	12,66	11,25	11,66	12,50	14,00	10,33	9,50	0,392
CT (mg/dL)	186,00	173,66	204,66	151,33	185,83	226,50	173,00	200,75	186,16	211,50	184,50	171,00	167,00	200,00	178,83	205,50	4,330
TGR (mg/dL)	483,00	268,00	281,75	103,50	249,00	423,00	133,99	219,50	533,00	562,50	526,00	157,33	268,00	129,25	171,50	143,50	36,964
CK (U/L)	956,6	1102,3	1139,2	1858,0	1883,3	906,6	1501,2	884,3	1787,8	2219,3	1478,7	1345,1	1135,3	1481,5	967,4	1883,4	194,283
HTC (%)	44,75	42,50	42,83	46,33	47,33	47,25	40,50	46,75	42,66	41,33	47,00	36,66	37,83	46,16	48,33	51,66	0,967
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
ALT = 13,0391 - 0,0564103VE									0,35	---		---		NS		Linear	
CT = 152,660 + 3,93977VE - 0,0690954VE <sup>2</sup>									0,63	---		28,51		Quadrático		Quadrático	
TGR = 40,8890 + 3273,28Se - 5853,8550Se <sup>2</sup>									0,46	0,28		---		Quadrático		NS	
CK = 5570,01 - 10281,4Se - 110,791VE + 347,444 Se*VE									0,34	---		---		Linear		Linear	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); aspartato aminotransferase (AST); alanina aminotransferase (ALT); colesterol total (CT); triglicerídeos (TGR); creatina quinase (CK); hematócritos (HTC); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

**Tabela 6.** Parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E



## 4 | DISCUSSÃO

O aumento do PrFig. proporcionado pela interação e aumento dos níveis de Se e VE nas rações aos 14 dias de idade pode estar relacionado ao aumento das taxas metabólicas dos animais (Tab. 3). Segundo Marcato *et al.* (2010), a redução ou aumento da taxa metabólica resulta em redução ou aumento no tamanho do fígado, considerado este, o principal órgão metabólico do organismo dos animais e sujeito a influências de fatores nutricionais fornecidos nas dietas. De acordo com Lana *et al.* (2000), o fígado exerce um papel crucial na regulação da glicose sanguínea, onde ele absorve seu excesso e o converte em glicose ou gordura. Discordando destes resultados, Hosseini-Mansoub (2011), não verificou efeito da fonte de Se (orgânica ou inorgânica) sobre o peso de fígado em frangos de corte.

Conforme relatos de Ribeiro *et al.* (2008) o peso dos órgãos linfoides são o reflexo da capacidade do organismo no momento de uma resposta do sistema imunológico, e que o estresse ocasiona involução destes órgãos. Para complementar, Pope (1991), relata que a diminuição de órgãos linfoides como timo, baço e bolsa cloacal, representam uma potencial disfunção no sistema imunológico das aves.

Em estudos realizados por Zhaboli *et al.* (2013), foi verificado que em dietas com suplementação de Se orgânico ou VE não houve aumento da bolsa cloacal e do coração, discordando dos resultados deste trabalho para o peso de bolsa cloacal aos 14 dias de idade. Em contrapartida, verificaram que a VE e o Se influenciaram os pesos de baço e fígado respectivamente ( $P < 0,05$ ). O aumento do PrFig. nas codornas aos 14 dias de idade não foi atribuído a nenhum efeito deletério nos animais. Entretanto, é possível de acordo com a linearidade dos dados, que níveis mais elevados de Se ou VE podem se tornar prejudiciais e apresentarem toxidez às aves impedindo que elas possam expressar seu máximo desempenho produtivo.

A realização de análises hematológicas fornecem importantes informações sobre o perfil metabólico das aves, além de muitas vezes servirem de fator para identificação de distúrbios de saúde. Entretanto, a utilização destes dados de certa forma se torna limitada; características como tipos de produção, espécie e linhagens, nutrição, dentre outras, provocam diferenciações significativas destes resultados, existindo falta de dados fisiológicos para isto (Král e Suchý, 2000).

As enzimas CK e ALT apresentaram comportamento esperado aos 35 dias de idade (Tab. 6), entretanto, as equações pouco explicam estes resultados ( $R^2 = 0,34$  e  $0,35$ ), respectivamente. Em seu estudo, Stoyanchev (2007) relata que o aumento das enzimas AST, ALT e CK no plasma serve como indicativos de lesão muscular, pois estes contêm grande quantidade destas enzimas.

O efeito da interação Se x VE, aos 35 dias de idade, verificada na redução dos níveis de CK, corrobora os relatos de Skřivan *et al.* (2008) de que existe um sinergismo entre o Se e a VE na atuação ao combate dos ácidos graxos polinsaturados nas células. Neste experimento, o sinergismo pode ter conferido maior estabilidade e

integridade das membranas celulares, efeito este, atribuído à redução dos níveis séricos da enzima CK.

Apesar do efeito quadrático verificado, a concentração máxima de 267,87 U/L da enzima AST aos 14 dias de idade (Tab. 5), ficou pouco superior a variação dos níveis de (208-251 U/L) encontrados por Borsa *et al.* (2006) para frangos de corte em criação industrial aos 14 dias de idade. Entretanto, para a enzima ALT aos 35 dias de idade, neste mesmo experimento, os valores obtidos por estes autores foram bem superiores aos observados no presente trabalho.

As transaminases são enzimas celulares ou proteínas sintetizadas intracelularmente com propriedades catalisadoras e que comumente apresentam baixos níveis séricos, que podem aumentar quando são liberadas a partir de tecidos lesados por alguma injúria. Esse aumento permite a detecção de variações patológicas verificadas no fígado, pâncreas e miocárdio (Motta, 2003).

Como era de se esperar os níveis séricos de CT e TGR aumentaram conforme a idade se comparados os valores aos 14 e 35 dias de idade. Isso pode ser explicado pela maior deposição proteica em função do rápido crescimento das aves que ocorre no período de 0 a 14 dias e que com o avançar da idade tende a diminuir a deposição proteica e aumentar a deposição de gordura.

A influência da suplementação de Se foi observada no comportamento quadrático nos níveis séricos de TGR aos 35 dias de idade. A maior concentração (498,47 mg/dL) foi obtida com a estimativa de utilização de 0,28 mg de Se/kg de ração. Foi verificado grande variação nos níveis séricos de TGR determinados e pouca explicação fornecida pela equação de regressão determinada para esta variável ( $R^2 = 0,46$ ).

Conforme Silva *et al.* (2012), a ingestão dietética, síntese no fígado, mobilização ou estocagem adiposa mantém grande influência nas concentrações de triglicerídeos, sendo ela bem variável. Os valores médios de concentração obtidos foram inferiores a média de 602,8 mg/dL obtida por Duarte *et al.* (2013) em uma dieta basal para codornas japonesas.

Os níveis de triglicerídeos podem variar conforme a idade e o sexo. Altos níveis em seres humanos estão associados a doenças cardíacas e diabetes, além disso, níveis elevados estão associados à aceleração de processos de arteriosclerose que além de aumentar os riscos de ataque cardíaco deixam os indivíduos mais susceptíveis a serem acometidos por acidentes vasculares cerebrais (Ma, 2004).

Contradizendo estes resultados, Habibian *et al.* (2014), não verificaram efeitos nos níveis séricos de CT e TGR ( $P > 0,05$ ) ao suplementarem níveis crescentes de Se e VE na ração de frangos corte. Diferentemente destes resultados, Mobaraki *et al.* (2013) ainda em trabalho desenvolvido com codornas japonesas, relataram que a suplementação de Se orgânico e VE diminuiu as concentrações de CT e TGR ( $P < 0,05$ ). Entretanto, observaram que apesar de numericamente inferior os níveis mais alto de suplementação de Se e VE não proporcionaram concentrações que se diferiram estatisticamente da dieta controle ( $P > 0,05$ ).

## 5 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos não provocaram alterações das variáveis avaliadas a nível de comprometimento do desenvolvimento ou saúde das aves. Recomenda-se os níveis de suplementação de 10 UI de VE/kg e 0,1125 mg Se/kg de ração em ambas as idades.

## REFERÊNCIAS

BORSA, A.; KOHAYAGAWA, A.; BORETTI, L.P.; SAITO, M.E; KUIBIDA, K. Níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.675-677, 2006.

DUARTE, C.R.A.; MURAKAMI, A.E.; MELLO, K.S.M.; PICOLLI, K.P.; GARCIA A.F.Q.M.; FERREIRA, M.F.Z. Casca de soja na alimentação de codornas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.3057-3068, 2013.

FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; SUCUPIRA, F.S.; OLIVEIRA, B.C.M; ESPÍNDOLA, G.B. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1705-1710, 2006.

HABIBIAN, M., GHAZI, S., MOEINI, M.M., ABDOLMOHAMMADI, A. Effects of dietary selenium and vitamin E on immune response and biological blood parameters of broilers reared under thermoneutral or heat stress conditions. **International Journal of Biometeorology**, v.58, p.741-752, 2014.

HOSSEINI-MANSOUB, N. Influence of organic selenium source on carcass characteristics and oxidative stability of meat of male broilers. **Advances in Environmental Biology**, v.5, p.1832-1835, 2011.

KRÁL, I.; SUCHÝ, P. Haematological studies in adolescent breeding cocks. **Acta Veterinária Brno**, v.69, p.189-194, 2000.

LANA, G.R.Q.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; LANA, A.M.Q. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1117-1123, 2000.

MA, H. Cholesterol and Human Health. **Nature Science**, v.2, p.17-21, 2004.

MARCATO, S.M.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K.; SIQUEIRA, J.C; DOURADO, L.R.B; FREITAS, E.R. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1082-1091, 2010.

MOTTA, V.T. **Bioquímica clínica para laboratório**: princípios e interpretações. 4.ed. Porto Alegre: Editora Médica Missau, 2003. 419p.

MOBARAKI, M.A.; SHAHRYAR, H.A.; DIZAJI, A.A. The effects of vitamin E-Se supplemented on some of serum biochemical parameters in the laying japanese quail. **Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Science**, v.2, p.29-32, 2013.

PASCHOAL, J.J.; ZANETTI, M.A.; CUNHA, J.A. Efeito da suplementação de selênio e vitamina E sobre a incidência de mastite clínica em vacas da raça holandesa **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.249-255, 2003.

POPE, C. R. Pathology of lymphoid organs with emphasis on immunosuppression. **Veterinary Immunology and Immunopathology**. v.30, p.31-44, 1991.

RIBEIRO, A.M.L.; VOGT, L.K.; CANAL, C.W.; LAGANÁ, C.; STRECK, A.F. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos a estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.636-644, 2008.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

RUTZ, F.; FERNANDES, V.L.; PAN, E.A.; FISCHER, G. Impacto da nutrição vitamínica sobre a resposta imunológica de aves. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2002, Chapecó. **Anais...** Chapecó, p.105-117.

SKŘIVAN, M.; DLOUHA G.; MAŠATA O.; ŠEVČIKOVA S. Effect of dietary selenium on lipid oxidation, selenium and vitamin E content in the meat of broiler chickens. **Czech Journal of Animal Science**, v.53, p.306–311, 2008.

SILVA, J.E.S.; MOURA, A.M.A.; NOGUEIRA, R.A. Efeito dos ácidos graxos essenciais sobre lipidemia e vascularização da membrana vitelina de codornas japonesas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.1603-1612, 2012.

STOYANCHEV, K. Effects on the environmental stress on experimentally induced muscular dystrophy in broiler turkeys. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v.158, p.190-195, 2007.

SURAI, P.F. **Natural antioxidants in Poultry nutrition**: New developments In: 16<sup>TH</sup> EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION. 2006. p.669-675.

ZHABOLI, G.R.; BILONDI, H.H.; MIRI, A. The effect of dietary antioxidant supplements on abdominal fat deposition in broilers. **Life Science Journal**, v.10, p.228-233, 2013.

## ALTERAÇÕES DO EQUILÍBRIO PODAL DE JUMENTOS PÊGA

### **Raquel Moreira Pires dos Santos Melo**

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Departamento de Zootecnia, São João del-Rei – MG

### **Clara D’Elia Thomaz de Aquino**

UFSJ, Departamento de Zootecnia, São João del-Rei – MG

### **Ana Flávia Nunes Moreira**

UFSJ, Departamento de Zootecnia, São João del-Rei – MG

### **Fernando Afonso Silva Moreira**

UFSJ, Departamento de Zootecnia, São João del-Rei – MG

### **Paola Danielle Rocha da Cruz**

UFSJ, Departamento de Zootecnia, São João del-Rei – MG

### **Frederico Antônio Sousa Fonseca**

UFSJ, Departamento de Zootecnia, São João del-Rei – MG

### **Michel Alves da Silva**

UFSJ, Dr. Médico Veterinário, São João del-Rei – MG

**RESUMO:** As alterações do equilíbrio podal em jumentos Pêga foram identificadas permitindo uma indicação para o correto manejo dos cacos dos animais. As medidas aferidas antes e depois do casqueamento foram o comprimento do talão medial e lateral, largura e comprimento da ranilha, comprimento do

casco e seu ângulo em relação ao solo. Os membros anteriores e posteriores não apresentaram diferença significativa entre suas médias. No entanto, foi observado um alto índice de desnivelamento lateral em todos os animais, sendo 67,64 e 47,05% para os membros anteriores e 4,6% e 13,6% para os membros posteriores, direito e esquerdo, respectivamente. Após o casqueamento, o desnível lateral de talão foi corrigido. Diferenças entre os cascos dos jumentos de Pêga, antes e depois do casqueamento, foram perceptíveis e a ocorrência de desnivelamento dos membros posteriores foi alta. Para minimizar o desequilíbrio podal, é necessário uma prática regular de casqueamento, independentemente do uso dos animais apenas para reprodução.

**PALAVRAS-CHAVE:** asinino, cascos, mensuração.

**ABSTRACT:** Alterations of hoof balance in Pêga Donkeys were identified to form specific considerations for proper management of the animals. Measurements taken before and after hoofing were medial and lateral heel length, frog’s width and length, hoof length, width and angle. Hindlimbs and forelimbs hooves did not exhibit extensive difference in measurements results. However, it was noticed a high index of lateral unevenness in all animals (67.64 to 47.05%) varying for right and left forelimbs and

(4.6% to 13.6%) for both hindlimbs. After hoofing the lateral unevenness was corrected. Differences between the hooves of the Pêga donkeys, before and after management were noticeable and the occurrence of unevenness of the feet were high. To minimize unevenness it is necessary a regularly hoofing practice, regardless the use of the animals only for reproductions.

**KEYWORDS:** asininus, hooves, measurements.

## 1 | INTRODUÇÃO

A raça Pêga tem origem no começo do século XIX, na zona rural do município de Entre Rios de Minas, MG. Em 1847, a raça ganhou força em uma propriedade localizada em Lagoa Dourada, MG (JÁCOME, 2013).

Relatos sugerem que o jumento doméstico iniciou-se do mesmo tronco filogenético que deu origem ao cavalo. Segundo Alves (2003), esses animais são dotados de grande resistência física, quando comparado aos equinos. Tal resistência é proporcionada, entre outros fatores, pela proteção e sustentação conferida pelo casco ao membro do animal, promovendo amortecimento pela dissipação do choque que este sofre ao tocar o solo.

Pode-se destacar entre as anormalidades de equilíbrio podal, o desnivelamento dorso-palmar/plantar e médio-lateral, contração dos talões e ranilha e diferença entre o ângulo da pinça dos cascos contralaterais (REDDEN, 1989; TURNER ET AL., 1989). O'Grady & Poupard defendem o uso do casqueamento e ferrageamento fisiológico de modo a manter o equilíbrio dorso-palmar/plantar e médio-lateral. O equilíbrio é definido genericamente como o ajuste harmonioso das partes, mas no caso específico do casco, se refere a uma distribuição uniforme do peso ao redor do centro de gravidade podal (JÁCOME, 2013). Objetivou-se com este trabalho realizar o estudo da alteração do equilíbrio podal de jumentos da raça Pêga, tentando classificar o padrão do casco da raça.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em um haras na cidade de Lagoa Dourada, Minas Gerais. Foram avaliadas 34 jumentas da raça Pêga, mantidas a pasto durante todo o ano, com carência de manejo do casco, idade média de  $10,5 \pm 5,6$  anos e média de peso de  $244,36 \pm 33,65$  kg. O peso vivo estimado foi obtido por meio de fita métrica de pesagem de equídeos.

As medidas dos cascos foram obtidas anterior e posterior ao casqueamento. O parâmetro biométrico utilizado foi conforme proposto por Turner (1992), utilizando trena e podogoniômetro. Foram mensurados os cascos dos membros torácicos e pélvicos, para a obtenção das medidas do comprimento e largura da ranilha, altura dos talões medial e lateral, comprimento dorsal da pinça, ângulo da pinça, comprimento e largura da sola. De acordo com as medidas obtidas, foi determinada

a proporção entre comprimento e largura da rasilha, descrito por Turner (2003), onde a largura não deve ser inferior a 2/3 do seu comprimento, sendo classificada como contraída.

Avaliando o equilíbrio médio-lateral, analisaram-se as medidas referentes à altura dos talões lateral e medial, onde os cascos que possuem diferenças superiores a 0,5cm foram considerados desequilibrados (O'GRADY & POUPARD, 2003). Com base nos resultados, observa-se que existe uma contradição de valores quando comparamos os resultados do presente estudo com os de Souza et al. (2016). Os dados foram analisados pelo programa estatístico computacional BioEstat 4.0 (AYRES et al., 2005). Realizou-se um teste de normalidade Shapiro-Wilk e em seguida a verificação dos dados foi escolhido o teste paramétrico Mann Whitney para identificação das diferenças específicas entre os tratamentos, com nível de significância de 1%.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores expressos (Tabela 1) e os valores encontrados nos resultados de Souza et al. (2016) demonstram diferença entre o comprimento da rasilha dos membros torácicos. Nestas, o comprimento foi de  $6,30 \pm 0,81$  e a largura  $5,41 \pm 0,55$ . Já nos membros pélvicos, o resultado foi de  $6,03 \pm 0,67$  e a largura de  $5,98 \pm 0,48$  tendo em vista que os animais do estudo em comparação são animais cujo manejo de casqueamento é feito com mais frequência.

Parâmetros Mensurados	Membros Torácicos (cm)		Membros Pélvicos (cm)	
	Casqueamento		Casqueamento	
	Sem	Com	Sem	Com
<b>Comprimento da Rasilha</b>	5,78 <sup>a</sup> ± 0,56	4,95 <sup>b</sup> ± 0,49	5,32 <sup>a</sup> ± 0,68	4,72 <sup>b</sup> ± 0,51
<b>Largura da Rasilha</b>	4,88 <sup>a</sup> ± 0,80	4,02 <sup>b</sup> ± 0,69	5,15 <sup>a</sup> ± 0,72	4,36 <sup>b</sup> ± 0,55
<b>Altura do Talão Medial</b>	4,58 <sup>a</sup> ± 0,68	4,43 <sup>b</sup> ± 0,64	4,19 <sup>a</sup> ± 0,57	4,06 <sup>b</sup> ± 0,58
<b>Altura do Talão Lateral</b>	4,59 <sup>a</sup> ± 0,68	4,43 <sup>b</sup> ± 0,64	4,21 <sup>a</sup> ± 0,61	4,05 <sup>b</sup> ± 0,58
<b>Comprimento Dorsal da Pinça</b>	7,37 <sup>a</sup> ± 0,87	6,53 <sup>b</sup> ± 0,59	7,46 <sup>a</sup> ± 0,69	6,94 <sup>b</sup> ± 0,65
<b>Ângulo da Pinça</b>	58,11 <sup>a</sup> ± 4,14	59,89 <sup>b</sup> ± 3,45	58,54 <sup>a</sup> ± 3,71	59,70 <sup>b</sup> ± 3,26
<b>Largura da sola</b>	8,37 <sup>a</sup> ± 0,47	7,98 <sup>b</sup> ± 0,48	7,46 <sup>a</sup> ± 0,46	7,26 <sup>b</sup> ± 0,40
<b>Comprimento da sola</b>	10,97 <sup>a</sup> ± 0,76	10,86 <sup>b</sup> ± 0,57	10,31 <sup>a</sup> ± 0,66	9,84 <sup>b</sup> ± 0,53

**Tabela 1.** Médias e desvios padrão das aferições dos membros contralaterais de jumentas Pêga, antes e depois do casqueamento.

Levando em consideração que os estudos foram realizados em solos diferentes,

houve interferência direta com a conformação dos cascos dos animais. Devido ao fato do desnível do piso, o animal passa a concentrar seu peso desproporcionalmente em um único talão, no impacto inicial. Em seguida ao casqueamento os apoios foram corrigidos e passaram a apresentar tamanhos de talões iguais, resultando na concentração de impacto nos dois talões (Tabela 2).

Alterações Podais	Membros Aferidos	Casqueamento (%)	
		Antes	Depois
Contração de Talão	Anterior Direito	11,76 <sup>a</sup>	11,76 <sup>a</sup>
	Anterior Esquerdo	8,82 <sup>a</sup>	8,82 <sup>a</sup>
	Posterior Direito	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
	Posterior Esquerdo	2,94 <sup>a</sup>	2,94 <sup>a</sup>
Desnivelamento de Talão	Anterior Direito	67,64 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>
	Anterior Esquerdo	47,05 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>
	Posterior Direito	50,00 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>
	Posterior Esquerdo	52,94 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>

**Tabela 2.** Frequências relativas de contração de rasilha e desnivelamento de talão dos membros torácicos e pélvicos de jumentas Pêga, antes e depois ao casqueamento.

Mesmo após ao casqueamento, a contração dos talões ainda se fez presente, porém em melhor condições, o retorno dos talões a sua forma desejada se dá com práticas de casqueamento regulares e quando necessário ferrageamento corretivo.

A ausência de uma padronização para asininos e a escassa literatura sobre a podologia desses equídeos, dificultam a discussão dos resultados.

#### 4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que a mensuração dos diferentes parâmetros nos cascos dos animais avaliados da raça Pêga permitiu a identificação de certas alterações no equilíbrio podal, como, a contração de talão, ângulos dos cascos e desvio médio-lateral. Sendo assim, o ideal seria uma boa prática de manejo de casqueamento em todos os animais do plantel.

#### REFERÊNCIAS

ALVES, F. R. *et al.* Avaliação clínica e radio gráfica de alterações ósseas da região distal dos membros torácicos de asininos (*Equus asinus*) utilizados como veículo de tração animal no Município de São Luís, MA. **Revista de Educação Continuada do CRMVSP**, v.6, p.42-52, 2003.

AYRES, Manuel; AYRES JÚNIOR, Manuel; AYRES, Daniel Lima; SANTOS, Alex Santos dos. **BioEstat 4.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: MCT; IDSM; CNPq, 2005. 364 p.

JÁCOME, Otávio. **Avaliação do equilíbrio podal de jumentas Pêga do município de Lagoa Dourada, Minas Gerais**. 2013. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Zootecnia da Universidade Federal de São João del-Rei, Minas Gerais, São João del-Rei, 2013.



O'GRADY, S.E., POUPARD, D. A. Physiological horseshoeing: an overview. Equine **Veterinary Education**. Lexington, v 28, n.4, p. 426-430, dezembro, 2001.

REDDEN, R. F. A. A method for treating clubfoob. In: **Annual Convention of American Association of Equine Practitioners (AAEP)**, v.34, p. 321-324, 1989.

SOUZA, A.F.; KUNZ J.R.; LAUS R. et al. Biometrics of hoof balance in equids. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, n.4, p.825-831, 2016.

TURNER, T.A. Examination of the equine foot. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.19, n.2, p.309-332, 2003.

TURNER, T.E. The use of hoof measurements for the objective assessment of hoof balance. In: **Annual Convention of American Association of Equine Practitioners (AAEP)**, v.38. p.389-395, 1992.

TURNER, T. A.; STORK, C. Hoof abnormalities and their relation to lameness. In: **Annual Convention of American Association of Equine Practitioners (AAEP)**, v.34, p. 293-297, 1989.

## PEQUIAGRO - PROJETO EM ESTRUTURAÇÃO DE EQUIDECULTURA NO AGRONEGÓCIO DE EDÉIA E REGIÃO

### **Priscila Pereira do Nascimento**

Universidade Estadual de Goiás, Campus Edéia-  
GO

### **Maria Izabel Amaral Souza**

Universidade Federal de Goiás, EVZ/UFG

### **Juan Carlos Roberto Saavedra More**

Universidade Federal de Goiás, EVZ/UFG

### **Thamara Venâncio de Almeida**

Universidade Federal de Goiás, EVZ/UFG

**RESUMO:** A equideocultura possui grande importância econômica e social no Brasil e algumas doenças causam prejuízos consideráveis aos proprietários, principalmente aquelas na qual é obrigatória a eutanásia dos animais positivos, como o mormo e a anemia infecciosa equina. A saúde animal, numa visão ampliada, envolve questões relacionadas a enfermidades dos animais, saúde pública, controle dos riscos em toda a cadeia alimentar, assegurando a oferta de alimentos seguros e bem-estar animal. A proposta se encaixa num momento em que as principais doenças de equídeos e muares voltam a ameaçar rebanhos no Estado de Goiás. Buscou-se, portanto, inserir o conhecimento zootécnico na sociedade edeense da necessidade de se cadastrar os animais equídeos (equinos e muares) de produtores e criadores em suas propriedades, levando a um censo demográfico e conseqüentemente um

controle das condições sanitárias dos animais e do rebanho como um todo. Objetivou-se com a presente ação extensionista organizar o setor de equideocultura nos municípios de Edéia, devido a sua importância social e econômica na região. Através de circuito de palestras com material de divulgação em ação conjunta às instituições Agrodefesa e FAEG foram realizados treinamentos de capacitação do grupo de trabalho do projeto para ações com coerência junto aos produtores/criadores de equídeos. Foram realizadas abordagens específicas durante as exposições agropecuárias, além do Circuito de Palestras de Equideocultura na qual o visitante sendo criador ou produtor de equídeos foi convidado a responder algumas perguntas com relação ao seu cadastro (gratuito e obrigatório) junto à Agrodefesa. Dessa forma, as informações pertinentes à legislação sanitária dos equídeos aconteceram através de palestras na exposições agropecuárias e dia de campo atingindo sua meta que foi conscientizar o público-alvo da ação.

**PALAVRAS-CHAVE:** AIE, educação, sanidade, equídeos, mormo

**ABSTRACT:** Equideoculture has great economic and social importance in Brazil and some diseases cause considerable damage to owners, especially those where euthanasia of positive animals such as glanders and equine

infectious anemia is mandatory. Animal health, in a broader perspective, involves issues related to animal disease, public health, risk control throughout the food chain, ensuring the provision of safe food and animal welfare. The proposal fits when the main diseases of equidae and mules again threaten herds in the State of Goiás. Therefore, it was sought to insert zootechnical knowledge in the Edean society of the need to register equine animals (horses and mules) of producers and breeders on their properties, leading to a demographic census and consequently a control of the sanitary conditions of the animals and the herd as a whole. The objective of this extensionist action was to organize the equideoculture sector in the municipalities of Edéia, due to its social and economic importance in the region. Through a lecture circuit with dissemination material in joint action with the Agrodefesa and FAEG institutions, the project work group was trained to act coherently with the equine producers / breeders. Specific approaches were taken during agricultural exhibitions, in addition to the Circuit of Equideoculture Lectures in which the visitor, being the breeder or producer of equidae, was invited to answer some questions regarding their registration (free and obligatory) with Agrodefesa. Thus, the information pertinent to the health legislation of equidae happened through lectures at the agricultural expositions and field day reaching its goal that was to raise awareness of the target audience of the action.

**KEYWORDS:** IEA, education, health, equidae, mormo

## 1 | INTRODUÇÃO

O mormo é considerado a principal doença bacteriana dos equídeos, sendo transmissível ao homem e a outras espécies animais. Registrada sua reemergência no Brasil, atualmente a doença constitui um sério problema sanitário para os equídeos em algumas regiões do País (MOTA et al., 2005, BRASIL 2008).

Por sua vez, a anemia infecciosa equina (AIE) é causada por um retrovírus da família *Retroviridae*, subfamília *Lentivirinae* (COOK et al., 2013). O vírus da AIE tem distribuição mundial especialmente em regiões de clima tropical e subtropical, onde existe grande quantidade de vetores (KOLLER et al., 2002). No Brasil, a doença é relatada desde 1968 nos estados do Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro (SILVA et al., 2009).

A transmissão da doença ocorre principalmente pela transferência de sangue e seus derivados de equídeos infectados para animais sadios, sendo que outras formas menos frequentes incluem as transmissões transplacentária, pelo colostro e sêmen (NOCITI et al., 2018).

Segundo Almeida et al., (2006), os dados oficiais podem auxiliar a traçar um perfil epidemiológico da AIE, porém não informam com exatidão a taxa de prevalência da enfermidade nos diferentes estados do país, uma vez que se referem, exclusivamente, aos exames laboratoriais realizados para o trânsito interestadual e/ou participação em eventos agropecuários controlados pelos serviços oficiais de defesa sanitária animal. A maior parte do efetivo testado pertence a rebanhos de alto valor zootécnico em que

a doença está controlada (AGRODEFESA, 2018).

A saúde animal, numa visão ampliada, envolve questões relacionadas a enfermidades dos animais, saúde pública, controle dos riscos em toda a cadeia alimentar, assegurando a oferta de alimentos seguros e bem-estar animal. Para assegurar a saúde animal, é necessária a existência de serviços veterinários bem estruturados, capacitados e aptos para detecção e adoção precoce das medidas de controle e erradicação das doenças. Em sintonia com a Organização Mundial de Saúde Animal – OIE, que reconhece os serviços veterinários como um bem público mundial, o serviço veterinário brasileiro, responsável pela condução da política de saúde animal, compartilha com o setor privado as responsabilidades para aplicação das medidas que objetivam a melhoria da saúde animal (MAPA, 2018).

A profilaxia é um conjunto de medidas importantes que podem e devem ser utilizadas com a finalidade de impedir ou diminuir o risco de transmissão de uma doença. Consistem, portanto, em um conjunto de atividades, no sentido de proteger uma população animal, da ocorrência ou da evolução de um fenômeno desfavorável à saúde, visando a prevenção da doença em nível populacional. (FORATTINI, 2002). Os seus objetivos são: evitar a introdução de doenças nos animais da propriedade, controlar e/ou evitar o aparecimento de novos casos de doenças já existentes, na propriedade ou região, e diminuir os efeitos da doença, quando esta não pode ser evitada, devendo, entretanto, ser controlada a níveis satisfatórios para que não interfira na produção do animal.

Portanto, objetivou-se com este trabalho organizar o setor de equideocultura nos municípios de Edéia, devido a sua importância social e econômica na região, através de novos cadastros e atualização dos mesmos para estabelecimentos detentores de equídeos, promovendo educação sanitária junto aos produtores/criadores de equídeos.

## 2 | DESENVOLVIMENTO

A educação sanitária é uma dimensão da educação, é atividade intencional da prática social, que deve imprimir ao desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com sua natureza e com os outros seres humanos, visando potencializar essa atividade humana com a finalidade de torná-la plena de prática e ética social. (BRASIL, 2018).

O principal meio pedagógico utilizado para o tema supracitado foram folders, formulários para cadastro e atualização de criadores e/ou produtores dentro do Parque de Exposição Agropecuária do Município de Edéia, além do Campus Universitário de Edéia da UEG para abordagem dos criadores/produtores de equídeos, por meio do “Dia de Campo”, no intuito de gerar e divulgar informações sobre legislação sanitária e o cadastramento de equideocultores juntamente com o apoio da FAEG. Além destes, recursos digitais e impressos também foram utilizados.

Em ação conjunta às instituições Agrodefesa e FAEG serão realizados

treinamentos de capacitação do grupo de trabalho do projeto para ações com coerência junto aos produtores/criadores de equídeos. Serão realizadas abordagens específicas durante as exposições agropecuárias, na qual o visitante sendo criador ou produtor de equídeos será convidado a responder algumas perguntas com relação ao seu cadastro junto à Agrodefesa. O cadastro (de suma importância e obrigatório) do produtor será realizado gratuitamente, para aqueles que não o possuem, pela equipe do projeto junto ao responsável da Agrodefesa na região. Além disso, as informações pertinentes à legislação sanitária dos animais irão acontecer através de palestras na exposições e dias de campo em propriedades cedidas pelos próprios criadores.

### 3 | ANÁLISE E DISCUSSÃO

Com as atividades propostas pela ação extensionista discutiu-se em vários momentos as questões sanitárias pertinentes aos equídeos na região de Edéia e as medidas necessárias para que a disseminação de doenças seja amortizada. Uma das práticas do projeto foi a realização do I Circuito de Palestra sobre Equídeos, realizado na Universidade Estadual de Goiás, Campus Universitário de Edéia, conforme imagens que seguem abaixo:



Figura 1. Demonstração de doma indiana em equídeos.

Fonte: Arquivo pessoal, (2018).



Figura 2. Palestra sobre manejo sanitário e divulgação sobre enfermidades de equídeos.

Fonte: Arquivo pessoal, (2018).

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ação extensionista PEQUIAGRO tem alcançado seu público-alvo com educação sanitária e atividades de conscientização em manejo de rebanhos de equídeos.

Maiores estudos são necessários para que se fidelize o produtor/criador de equídeos na prática constante de cuidados sanitários e busca por conhecimento sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

AGRODEFESA. Agência Goiana de Defesa Agropecuária. Disponível em: <http://www.agrodefesa.go.gov.br/programas-sanidade-animal/60-pese>. Acesso em: 10 de abril de 2018.

ALMEIDA V.M.A., GONÇALVES V.S.P., MARTINS M.F., HADDAD J.P.A., DIAS R.A., LEITE R.C. & REIS J.K.P. Anemia infecciosa equina: prevalência em equídeos de serviço em Minas Gerais. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 58(2): 141-148, 2006.

BRASIL 2004. IN nº 12, de 29 de janeiro - Requisitos de qualidade para credenciamento e monitoramento de laboratórios para o diagnóstico sorológico do mormo. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)> Acesso em 12 julho. 2018.

COOK R.F., LEROUX C. & ISSEL C.J. Equine infectious anemia and equine infectious anemia virus in 2013: a review. Vet. Microbiol. 167:181-204, 2013.

FORATTINI, O. P. Culicidologia médica: identificação, biologia, epidemiologia. São Paulo: Edusp, 2002. V. 2.

KOLLER W.W., BARROS A.T.M., GOMES A., MADRUGA C.R., ARAÚJO C.P., UMAKI A. & ISMAEL A.P.K. Sazonalidade de tabanídeos (Diptera: Tabanidae) em área de transmissão entre cerrado e pantanal, no Mato Grosso do Sul, Brasil. 12º Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária, Rio de Janeiro, Programas e Resumos, Rio de Janeiro, 2002.

MAPA.MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Programa Sanidade Equídeos. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/sanidade-animal>. Acesso em: 05 de julho de 2018.

MOTA R.A., SILVA L.B.G., CUNHA A.P., SOBRINHO E.S.N., PINHEIRO JR J.W., RABELO S.S.A. & OLIVEIRA A.A.F. Alterações clínicas em cobaias (*Cavia porcellus*) inoculados experimentalmente com isolados de campo de *Burkholderia mallei* de equídeos com mormo. Med. Vet. 2:1-9. 2008.

MELO R.M., CAVALCANTI R.C., VILLALOBOS E.M.S., CUNHA E.M.S., LARA M.C.C.S.H. & AGUIAR D.M. Ocorrência de equídeos soropositivos para os vírus das encefalomyelites e anemia infecciosa no estado de Mato Grosso. Arqs Inst. Biológico, São Paulo, 79(2):169-175, 2012.

NOCITI R.P., NOCITI D.L.P., ROCHA T.G., AVILA M.O. & SILVA G.C.P. 2008. Prevalência da anemia infecciosa equina no estado do Mato Grosso de 2004 a 2007. Disponível em Acesso em 24 nov. 2018.

SILVA K.P.C., MOTA R.A., CUNHA A.P., SILVA L.B.G., LEAL N.C., CAVALCANTE Y.V.N., TELES J.A.A., PEREIRA, M.C.C. & FREITAS N.S. Caracterização fenotípica e molecular de amostras de *Burkholderia mallei* isoladas na Região Nordeste do Brasil. Pesq. Vet. Bras. 29:439-444, 2009.

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

### **Claucia Aparecida Honorato**

Universidade Federal da Grande Dourados/  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias  
Dourados-MS

### **Rebeca Maria Sousa**

Universidade Federal da Grande Dourados/  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias  
Dourados-MS

### **Thiago Leite Fraga**

Centro Universitário da Grande Dourados/  
UNIGRAN, Faculdade de Ciências Exatas e da  
Terra  
Dourados-MS

### **Camila Aparecida Nascimento**

Centro Universitário da Grande Dourados  
(UNIGRAN), Hospital Veterinário  
Dourados -MS

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi isolar e caracterizar *Aeromonas hydrophila*, causadora de mortalidade e descrever as alterações histopatológicas provocadas nas brânquias de machos de beta *Betta splendens*. Foi utilizado dez peixes que apresentavam característica de alteração de comportamento como anorexia, letalidade e apatia. Amostras de água, muco e brânquias foram inoculadas em meio de cultura Agar sangue a 25°C por 48 horas. Foi caracterizado *A. hidrófila* como principal causa do surto de mortalidade. Foram observadas

alterações histopatológicas nas brânquias desde fusão lamelar secundária e necrose do tecido. *A. Hidrophila* compromete o órgão respiratório de forma irreversível, comprometendo as trocas gasosa levando o peixe a óbito.

**PALAVRAS-CHAVE:** infecção, histopatologia, peixes ornamentais

### HISTOPATHOLOGIC CHANGES IN THE GILLS IN BETTA SPLENDENS- THIS AEROMONAS HYDROPHILA

**ABSTRACT:** The objective of this study was to isolate and characterize *Aeromonas hydrophila*, causing mortality and describe histopathological changes caused in the gills of *Betta splendens*. Ten fish presenting feature of behavior change as anorexia, lethality and apathy are collected. Samples of water, mucus and gills were inoculated in ágarsangue culture medium at 25° C for 48 hours. Was featured as main cause of *Aeromonas hidrófila* outbreak of mortality. Histopathological changes were observed in gills from lamellar fusion secondary to tissue necrosis. *A. Hidrophila* compromise respiratory organ irreversibly compromising gaseous exchanges taking the fish to death.

**KEYWORDS:** infection, histopathology, ornamental fish

## INTRODUÇÃO

A produção de peixes ornamentais é uma modalidade da aquicultura em plena expansão nas últimas décadas. Nos Estados Unidos, a popularidade e os altos valores de venda têm situado a produção de peixes ornamentais entre as principais fontes de renda da aquicultura. No comércio internacional de organismos aquáticos ornamentais, observa-se aumento anual a uma taxa média de 14%, chegando a cifras superiores a 200 milhões de dólares por ano para as exportações (LIMA et al., 2001).

No sistema de produção alguns problema enfrentado pela a intensificação dos sistemas de criação associados a maiores produtividades também vem ocasionado surtos de enfermidades que podem prejudicar o segmento (FUJIMOTO e CARNEIRO, 2001 e CRUZ et al., 2005). Além disso, o desconhecimento dos patógenos específicos para os peixes ornamentais e a não regulamentação do uso de quimioterápicos tem despertado preocupações quanto à sustentabilidade da aquicultura, no que se refere principalmente ao impacto desta atividade no meio ambiente. Estudos sobre os parasitos que acometem os peixes ornamentais, estudo de toxicidade e eficiência de tratamento de enfermidades são essenciais para o sucesso de uma criação intensiva e sustentável.

O peixe Betta, também conhecido como “peixe de briga”, pertence à subordem anabantoidei (Integrated Taxonomic Information System – I TIS, 2006). É originário da Ásia (Tailândia, Indonésia, Vietnã, China e outros), sendo seu habitat natural as regiões alagadiças com águas estagnadas e pobres em oxigênio, como brejos, pântanos e campos de plantação de arroz.

A origem do seu nome vem da associação com uma tribo guerreira, os Ikan Bettah, a qual dominava as regiões do antigo Sião, onde os guerreiros eram chamados de Bettahs. A relação com os antigos guerreiros é evidente, uma vez que o Betta é um peixe bastante territorialista, tornando-se violento quando em contato com outros machos da mesma espécie.

Em 1874, foram introduzidos na Europa (França) e, em 1910, nos Estados Unidos (GOLDSTEIN, 2004; AQUAWORLD, 2006) onde o ictiologista C.Tate Regan o denominou de *Betta splendens*. Os peixes importados tanto na Europa quanto na América do Norte eram de espécies selvagens, os quais apresentavam uma coloração discreta e menor tamanho. As variações de cores e tamanhos existentes nos dias atuais foram conseguidas a partir do trabalho de aquaristas e produtores.

As linhagens comerciais atualmente encontradas são o resultado de uma longa seleção feita por criadores visando a dois aspectos distintos: a produção de peixes com características fenotípicas desejáveis, como belas nadadeiras e corpo colorido com reflexos metálicos e iridescentes, e a criação de peixes mais agressivos para serem utilizados em torneios de luta (mais comuns no Sudeste Asiático), sendo que esses últimos normalmente apresentam nadadeiras curtas e são de maior tamanho.

Atualmente, no Brasil, além do aquarismo convencional, essa espécie tem sido



utilizada como controle biológico de mosquitos, como os das espécies *Aedes aegypti*, no Ceará, e o da *Culex quinquefasciatus* em Pernambuco (PAMPLONA et al., 2004).

Devido ao aumento da demanda por esta espécie de peixes ornamentais a intensificação do cultivo é inevitável. Devido a pressão por sistema cada vez mais intensificados, há uma maior incidência de doenças bacterianas, assim como introdução e disseminação de novas enfermidades (BOIJINK e BRANDÃO, 2001). Das doenças infecciosas em peixes, as de origem bacteriana têm apresentado maior significância patogênica em cultivo intensivo (THUNE et al., 1993). As bactérias fazem parte da microbiota da água de rios e tanques, no entanto as condições físicas e químicas forem favoráveis podem intensificar seu potencial patogênico (WALTERS e PLUMB, 1980). A maioria desses organismos são naturalmente saprófitas que utilizam a matéria orgânica e mineral do ambiente aquático para seu crescimento e multiplicação.

Entretanto, quando surge a oportunidade, esses organismos são capazes de invadir o ambiente nutricionalmente vantajoso dos tecidos dos peixes e iniciarem processos de doenças (FRERICHS, 1989). O manejo inadequado do peixe está associado com excitação, aumento da atividade do indivíduo, aumento da concentração plasmática de cortisol, incremento do lactato no sangue e danos na superfície do corpo (LEWIS, 1971). Segundo RICHARDS e ROBERTS (1978), os métodos de cultivo intensivo induzem estresse, e os bacilos gram-negativos são os que provocam maior mortalidade. Muitos dos patógenos como *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas fluorescens*, *Vibrio anguillarum* e *Edwardsiella tarda* são considerados oportunistas, e fazem parte da microbiota da água, pele, brânquias e intestino dos peixes, quando há desequilíbrio dos sistemas bactéria-hospedeiro-ambiente, podem desencadear epizootias (BARJA e ESTEVES, 1988).

As bactérias do gênero *Aeromonas* têm assumido, nos últimos anos, uma maior importância nos diagnósticos de doenças de peixes, muitas vezes aparecendo como agente primário causador de lesões ulcerativas e septicemia hemorrágica em peixes de água doce (HIRST et al., 2006), acarretando perdas na produção (MOURINHO et al., 2006).

As bactérias do gênero *Aeromonas* podem ser encontradas no solo, água doce e salgada, água clorada e fezes de animais sendo seu surgimento como patógenos primários relacionados a uma grande variedade de infecções locais e sistêmicas, mesmo em indivíduos imunologicamente competentes (MARTINELLI, 2011). A ocorrência de *Aeromonas* na criação de espécies aquáticas pode provocar morbidade e letalidade no sistema de produção (KADELEC et al., 2011). As lesões provocadas por agentes agressores como bacteriose e parasitas podem comprometer as funções de diferentes órgãos (VELLOSO et al., 2012). Os sinais clínicos observados pela *Aeromonas hydrophila* são perda de apetite, apatia, perda de equilíbrio, lesões epidérmicas como despigmentação, necroses da pele, úlceras com exposição da musculatura e alterações no comportamento (JATOBÁ et al., 2012).

Conforme LEWIS & PLUMB (1979), *A. hydrophila* é responsável pela indução

de sérias epidemias de doenças ulcerativas em várias regiões do mundo. No Brasil, as bactérias do gênero *Aeromonas* são descritas como patógenos emergentes de importância crescente em alimentos. Em São Paulo, foi relatado que 48% das amostras de “pintado” (*Pseudoplatystoma* sp.), coletadas no comércio, foram positivas para *Aeromonas* (RALL *et al.* 1998). SHAMA *et al.* (2000), isolando e identificando bactérias patogênicas em jundiás criados em tanque em Santa Maria (RS), observaram que *A. hydrophila* apareceu em 6% dos animais examinados. De acordo com PLUMB (1994), perda de apetite, apatia, perda de equilíbrio, lesões epidérmicas como despigmentação, necroses da pele, úlceras com exposição da musculatura e alterações no comportamento são geralmente observadas como sinais clínicos causados por *A. hydrophila*. Internamente, os órgãos podem estar friáveis e esbranquiçados, a cavidade peritoneal com exsudato, intestino flácido com muco amarelo e sem alimento. Segundo U.S.FDA (1999), *A. hydrophila* pode causar infecções também em humanos pela ingestão de um número suficiente de bastonetes com o alimento ou água. No homem, determina gastroenterite, meningite, úlcera de córnea e, sobretudo, enfermidades respiratória e intestinal.

Garcai e Moraes (2009) descreveram que para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) os peixes doentes apresentaram coloração enegrecida da derme, petéquias e sufusões hemorrágicas na superfície do corpo, a cavidade abdominal apresentou-se distendida, com conteúdo ascítico (2,0 a 3,0 mL) transparente e límpido, hematoma no local da injeção, hemorragia anal, nadadeiras pélvicas corroídas e hemorrágicas. O exame macroscópico interno revelou marcado quadro congestivo-hemorrágico no fígado, rim cefálico e baço.

O escurecimento da derme de peixes doentes por infecção pela *A. hydrophila* apresentam maior número de células no local, associado ao aumento de melanóforos, na tentativa de regeneração de tecidos danificados (Secombes, 1996). Há, ainda, evidências de escurecimento da derme de peixes relacionadas à determinação da hierarquia social e condição de estresse, e os peixes subordinados, considerados em maior estímulo estressor, apresentam coloração mais escura que os dominantes (BEECHING, 1995) e a situação de enfermidade pode ser considerada como um estímulo de estresse. As lesões internas promovidas nos peixes infectados pela *A. hydrophila* podem estar relacionados à secreção de enzimas extracelulares dos neutrófilos que, em geral, causam danos aos tecidos do hospedeiro, contribuindo para a liquefação hemorrágica dos tecidos, comumente vista em infecções bacterianas (SECOMBES, 1996).

Destaca-se, no entanto que poucas informações são observadas para espécies de peixes ornamentais.

Este trabalho teve como objetivo isolar e caracterizar *Aeromonas hydrophila*, causadora de mortalidade e descrever as alterações histopatológicas provocadas nas brânquias de machos de beta *Bettas splendens*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram separados 10 peixes betas que apresentavam característica de alteração de comportamento como anorexia, letalidade e apatia durante o surto de mortalidade ocorridos no laboratório de produção animal do Centro Universitário da Grande Dourados – UNIGRAN. Os peixes encontravam-se alojados individualmente em aquários de três litros mantidos em laboratório aquecido a 27°C e fotoperíodo de 12 horas de luz.

Foram coletados amostras de água dos aquários, os peixes foram sacrificados por dessensibilização por hipotermia, posteriormente coletados amostras de muco e brânquias. Estas foram inoculadas em meios de cultura ágar sangue e incubadas a 25°C, por 48 horas (POPOFF, 1984). Os testes bioquímicos realizados foram: ferro trêsaçúcares (TSI), para verificar a produção de ácido sulfídrico (H<sub>2</sub>S) a partir de tiosulfato, citrato de Simmon (SIMMONS, 1926), urease (CHRISTENSEN, 1949), arginina, lisina, ornitina, produção de indol, vermelho de metila (MR), produção de acetilmetilcarbinol, pelo teste de Voges-Proskauer (VP) (EDDY, 1961), hidrólise de gelatina (LEVINE; CARPENTER, 1923) e esculina. Realizou-se também teste para catalase (3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), oxidase e motilidade. Colônias isoladas foram semeadas em placas de Petri com ágar sangue para teste de hemólise.

Para análises histológicas fragmentos de brânquias dos betas foram fixados em solução formalina tamponada (0,1M; pH 7,3), por 24 horas e depois lavados em álcool 70% até o processamento. Posteriormente foram desidratados, diafanizados e incluídos em parafina com polímero plástico Histosec (Merck®). Realizou-se a microtomia com cortes de 2 a 5 µm de espessura, e corados com Hematoxilina-Eosina.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os betas apresentavam mudança na coloração do corpo, petequias e sufusões hemorrágicas na superfície do corpo, aumento da cavidade abdominal contendo líquido transparente e límpido (Figura 1). As nadadeiras encontravam-se hemorrágicas e corroídas. Esta descrição é comumente observada em casos de infecções bacterianas (GARCIA; MORAES, 2009). Em peixes com ocorrência de *A. hydrophila* os sinais clínicos de perda de apetite, apatia, perda de equilíbrio, lesões epidérmicas como despigmentação, necroses da pele, úlceras com exposição da musculatura e alterações no comportamento são comumente observados (JATOBÁ et al., 2012).



Figura 1 – Beta macho (*Betta splendens*) infectado com *Aeromonas hydrophila*. (Seta) corrosão de nadadeira, (\*) descoloração da pele

Isolaram-se colônias com coloração marrom-escuro (HANNINENET al., 1995) de *A. hydrophila* em placas de TSA e ágar sangue. Os esfregaços, corados pelo método de Gram, confirmaram a presença de bastonetes Gram-negativos. Foi constatada a presença de *beta* hemólise em ágar sangue. A análise da água, brânquias e muco dos peixes, submetidas à série bioquímica, caracterizou a bactéria *A. hydrophila* de acordo com os resultados dos testes propostos por Popoff (1984) e Abeyta Júnior et al. (1990) (Tabela 1).

*A. hydrophila* são considerados oportunistas mais associados a infecções em organismos aquáticos (JATOBÁ et al., 2012). Os métodos de cultivo intensivo induzem estresse, e os bacilos gram-negativos são os que provocam maior mortalidade (SWAIN al., 2010). Em jundiás *Rhamdia quelen* inoculados com *A. hydrophila* apresentaram mortalidade de 100% em 24 horas, estando associada a produção de acetilcolinesterase que em grandes quantidades são letal aos peixes (BOIJINK e BRANDÃO, 2001). A infecção por *A. hydrophila*, os peixes morrem rapidamente, efeito esse que pode variar segundo a resistência dos peixes (AUSTIN, 2010).

Teste	Água	Brânquias	Muco
Catalase (+)	+	+	+
Indol (+)	+	+	+
Motilidade (+)	+	+	+
Oxidase (+)	+	+	+
Gás (+)	+	+	+
Indol (+)	+	+	+
Manitol	+	+	+
Lisina (-)	-	-	-
Ornitina (-)	-	-	-

Tabela 1 – Característica fenotípica de *Aeromonas hydrophila* isolada de Betas macho (*Betta splendens*).

Os Betas machos sadios apresentaram aspecto normal, sendo os filamentos subdividindo-se em lamelas branquiais que se encontram dispostas perpendicularmente. Os filamentos branquiais possuem um epitélio estratificado, constituído por células de cloro, mucosas e pavimentosas (Figura 2A). O epitélio assenta-se sobre o seio venoso central e encontra-se segmentado por eixos vasculares que originam as lamelas. Essas estruturas representam projeções teciduais acima da superfície externa do epitélio filamentar. Desse modo, as lamelas são constituídas centralmente por um eixo vascular e por um epitélio composto por células pavimentosas de revestimento e indiferenciadas. Esse epitélio assenta-se na lâmina basal de células endoteliais modificadas (células pilar) que suportam e delimitam o compartimento sangüíneo lamelar (Figura 2B).

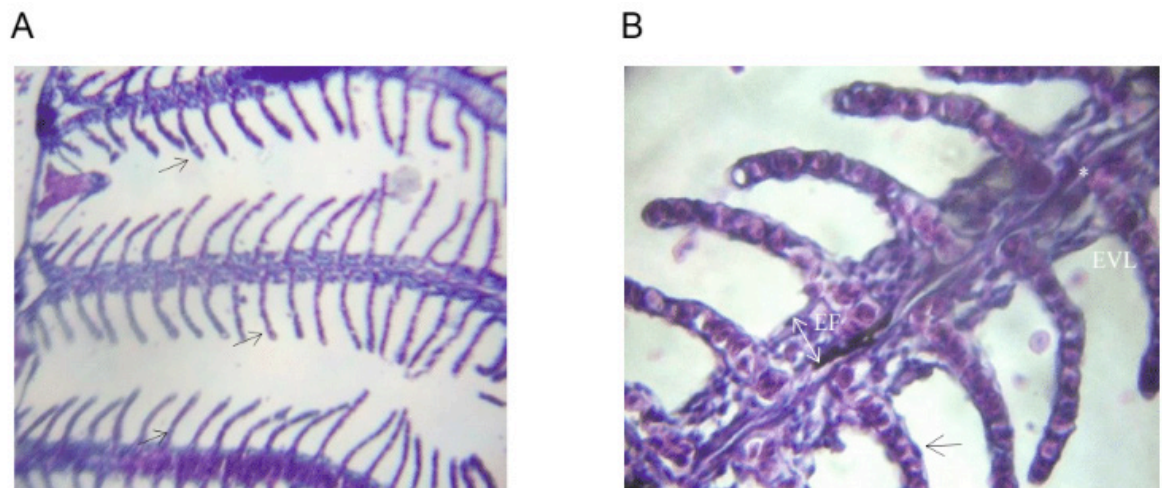


Figura 2. Filamentos brânquias de Betas sadios. A – filamentos brânquias (seta) HE, 200x. B – EF epitélio filamentar; EVL – eixo vascular da lamela, ponta da seta – células pavimentosas; (\*) seio venoso central. HE, 400x.

As brânquias dos betas infectados por *A. Hydrophila* apresentaram alterações histopatológicas. Foi observado vasodilatação das lamelas que proporcionou ruptura celular com perda na capacidade de suporte das lamelas. Esse tipo de lesão caracterizou-se pela condensação dos núcleos e ruptura das membranas celulares (Figura 3A). Destaca-se a proliferação do epitélio filamentar, vasodilatação do seio venoso central e da região basal do eixovascular das lamelas e no epitéliolamelar edema intersticial (Figura 3 B, D). A necrose constituiu outro tipo de lesão observado, a qual foi mais acentuada na base do epitélio filamentar estendendo-se, por vezes, na sua totalidade (Figura 3 B, D). Foi constatada inflamação caracterizada por infiltração leucocitária (Figura 3 B). A proliferação do epitélio filamentar estendeu-se a toda a área epitelial conduzindo à fusão lamelar (Figura 3 D). As brânquias apresentavam alterações circulatórias caracterizada por hiperemia e aneurisma (Figura 3 C). Estas lesões histopatológicas causam danos à integridade morfofuncional da brânquia

reduzindo sua eficiência em realizar as trocas gasosas (SHIOGIRI et al., 2012). Injúrias nos órgãos respiratórios de peixes comprometendo trocas respiratórias provocadas por parasitas são reportadas para *Paralichthys orbignyanus* (VELLOSO et al., 2012).

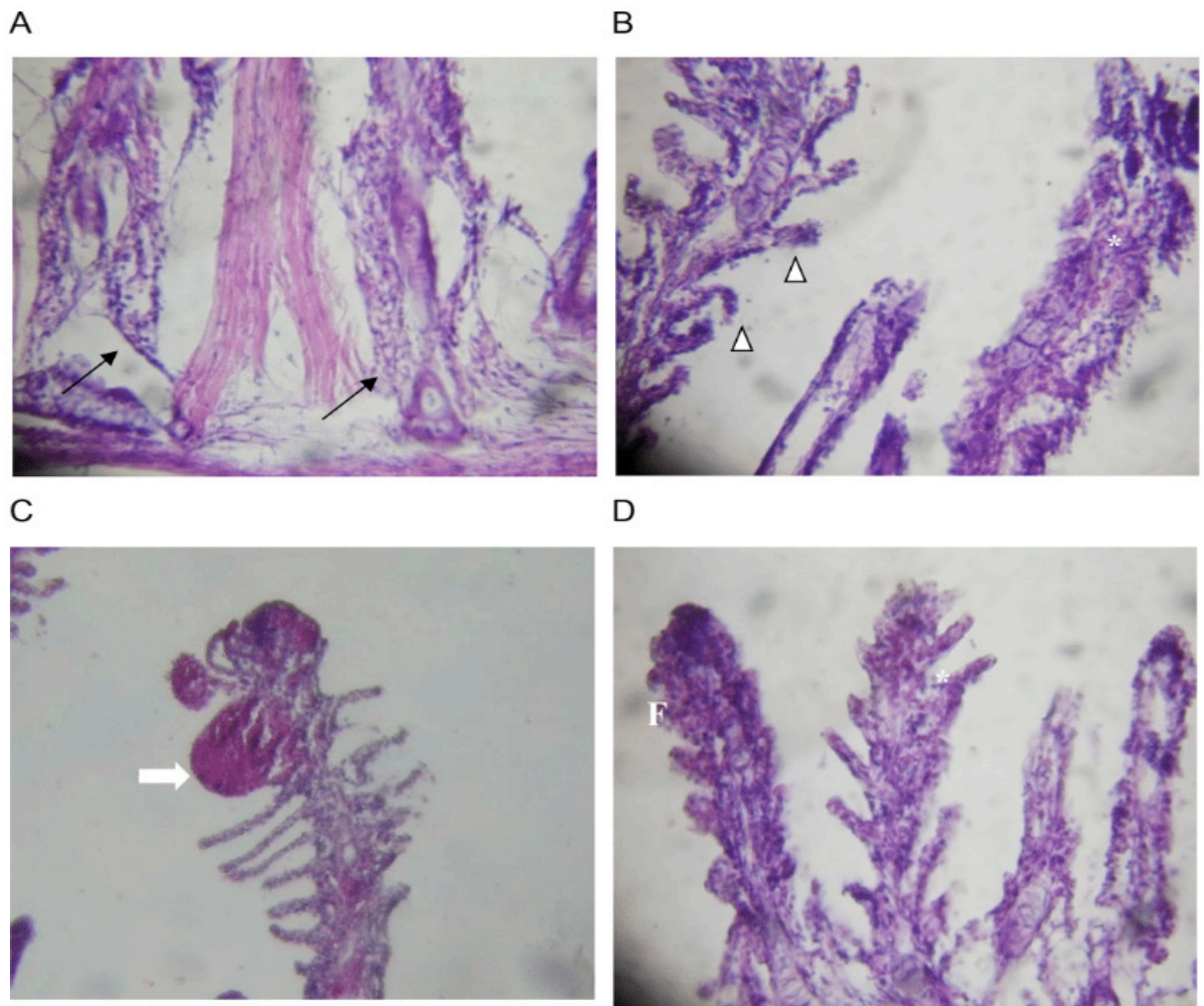


Figura 3. Filamentos brânquias de Betas infectados por *Aeromonas Hydrophila*. A - ruptura de membranas celulares (setas pretas), característicos de necrose. Necrose na base do epitélio filamentar HE, 200x. B – Destacamento do epitélio lamelar (cabeça de setas), aneurisma (\*) HE, 200x. C - vasodilatação do eixo vascular das lamelas com perda da capacidade de suporte das células pilar e formação de aneurismas (setas) HE, 200x. D - Proliferação generalizada do epitélio filamentar com fusão (F) das lamelas branquiais. Edemaintersticial (\*) HE, 400x.

## CONCLUSÃO

A bactéria que estava provocando o surto de mortalidade foi identificada como *A. Hydrophila*. As alterações histopatológicas descritas são consideradas severas e compromete o órgão respiratório de forma irreversível.

## AGRADECIMENTO

Ao Hospital Veterinário da UNIGRAN.

## REFERÊNCIAS

- ABEYTA JÚNIOR, C.; KAYSNER, C.A.; WEKELL, M.M.; STOTT, R.F. Incidence of motile aeromonads from United States West Coast shellfish growing estuaries. **Journal of Food Protection**, v.53, p.849-855, 1990.
- AUSTIN, B. Vibrios as causal agents of zoonoses. *Veterinary Microbiology*, Barcelona, v. 140, n. 3-4, p. 310-317, 2010
- BARJA, J.L.; ESTEVES, A.T. **Patologia en Acuicultura**. Espanha : Caicyt. 1988. Enfermidades bacterianas: 550p.
- BEECHING, S. C. Colour pattern and inhibition aggression in the cichlid fish *Astronotus ocellatus*. *Journal of Fish Biology*, v. 47, n. 1, p. 50-58, 1995.
- BOIJINK, C.L.; BRANDÃO, D. A. Inoculação bacteriana de *Aeromonas hydrophila* a sobrevivência de juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei: pimelodidae). *Ciência Rural*, Santa Maria, v.31, n.3, p.503-507, 2001.
- CHRISTENSEN, W.B. **Hydrogen sulfide production and citrate utilization in the differentiation of enteric pathogens and coliform bacteria**. Greeley, Co: Weld County Health and Environment Department, 1949. 16p. (Research bulletin, 1).
- CRUZ C.; FUJIMOTO, R.Y.; LUZ, R. K.; PORTELLA M. C.; MARTINS, M.L. Toxicidade Aguda E Histopatologia Do Fígado De Larvas De Trairão (*Hoplias lacerdae*) Expostas À Solução Aquosa De Formaldeído A 10%. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, v. 15, p. 21-28, 2005
- EDDY, B.P. The Voges-Proskauer reaction and its significance: a review. **Journal of Applied Bacteriology**, v.24, p.27-41, 1961.
- FRERICHS, G.N. Bacterial diseases Of marine fish. **Veterinary Record**. V.125, p.315-318, 1989.
- FUJIMOTO, R.Y.; CARNEIRO, D. J. Adição de ascorbil polifosfato como fonte de vitamina C em dietas para alevinos de pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 855-861, 2001.
- GARCIA, F.; MORAES, F. R. Hematologia e sinais clínicos de *Piaractus mesopotamicus* infectados experimentalmente com *Aeromonashydrophila*. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 17-21, 2009
- HANNINEN, M.L.; RIDELL, J.; HIRVELA-KOSKI, V. Phenotypic and molecular characteristics of *Aeromonassalmonicidasubsp. salmonicida* isolated in Southern and Northern Finland. **Journal of Applied Bacteriology**, v.79, p.12-21, 1995.
- HENARES, M. N. P.; CRUZ, C. D.; GOMES, G. R.; PITELLI, R. A.; MACHADO, M. R. F. Toxicidade aguda e efeitos histopatológicos do Diquate na brânquia e no fígado do piaçu (*Leporinus macrocephalus*). **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 17, p. 107-116, 2007.
- HIRST, D.; PEREIRA JUNIOR, D.J.; LOGATO, P.V.R.; PICCOLI, R.H.; FIGUEIREDO, H. C. Identificação e resistência a antimicrobianos de espécies de *Aeromonas* móveis isoladas de peixes e ambientes aquáticos. **Ciência agrotecnologia**, v. 30, n. 6, Dec. 2006 .
- Integrated Taxonomic Informatios System (ITIS). Catalogo fishes. Disponível em <<http://www.itis.usda.gov>>. Acesso em: 15 mar. 2014.
- JATOBÁ, A., SILVA, B. C.; DO NASCIMENTO VIEIRA, F.; MOURIÑO, J. L. P.; SEIFFERT, W. Q. Isolamento e caracterização de bactérias hemolíticas de Acará Disco e Neon Arco-Íris. **Semina:**

**Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 763-768, 2012.

KADLEC, K; VON CZAPIEWSKI, E.; KASPAR, H. ; WALLMANN, J.; MICHAEL, G. B.; STEINACKER, U. ; SCHWARZ, S. Molecular basis of sulfonamide and trimethoprim resistance in fish-pathogenic *Aeromonas* isolates.(Report). *Applied and Environmental Microbiology*, v. 77, p. 7147-7150, 2011.

LEVINE, M.; CARPENTER, D.C. Gelatin liquefaction by bacteria. **Journal of Bacteriology**, v.8, p.297-306, 1923.

LEWIS, D.H.; PLUMB, J.A. **Bacterial disease. Principal diseases of farm-raised catfish**. Auburn : Souther Coop. Ser. Alabama Agriculture Exp. Stn, 1979. p.115-124.

LEWIS, S.D. Research on stress problems associated with harvest, handling and transport of fishes. **Proc. North Central Warmwater Fish Culture-Management Workshop**. Iowa State Unvers.: Ames, 1971. la., p.21-p.22.

LIMA, A.O.; BERNARDINO, G.; PROENÇA, C.E.M. Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **Panorama da Aquicultura**, v.11, n.65, p.14-24, 2001

MARTINELLI, T. M.; JUNIOR, O. R.; CERESER, N. D.; KAMIMURA, B. A.; CARDOZO, M. V.; MELO, P. C.; NESPOLO, N. M. Estudo epidemiológico das *Aeromonas* spp., através de REP e ERIC-PCR, em abatedouro bovino. *Arquivo do Instituto de Biologia*, v. 78, n. 4, p. 485-491, 2011.

MOURINHO, J.L. P.; MARTINS, M.L.; YAMASHITA, M.M.; BATISTA, C.R.V.; PEREIRA, M.A. Isolamento de *Aeromonas hydrophila* em girinos de rã-touro na metamorfose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.8, p.1325-1327, 2006.

PAMPLONA, G. C.; LIMA, J. W. O.; CUNHA, J. C. L. Evaluation of the impact on *Aedes aegypti* infestation in cement tanks of the municipal district of Canindé, Ceará, Brazil after using the *Bettas splendens* fish as an alternative biological control. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 37, p. 400-404, 2004.

PLUMB, J.A. **Health maintenance of cultured fishes**. Principal microbial diseases. USA : CRC, 1994. 254p.

POPOFF, M. GENUS III. AEROMONAS KLUYVER AND VAN NIEL. In: DRIEG, N.R. (Ed.). **Bergey's manual of systematic bacteriology**. Baltimore: Williams and Wilkins, 1984. v.1, p. 545-548.

RALL, V.L.M.; IARIA, S.T.; HEIDTMANN, S.; PIMENTA, F.C.; GAMBA, R.; PEDROSO, D.M.M. *Aeromonas* species isolated from pintado fish (*Pseudoplatystoma sp*): Virulence factors and drug susceptibility. **Revista de Microbiologia**, São Paulo, v.29, p.222-227, 1998.

RICHARDS, R.H., ROBERTS, R.J. The bacteriology of teleosts. In: ROBERTS, R.J. **Fish pathology**. London : Baillien Tindall, 1978. Cap.8, p.183-204.

SECOMBES, C. J. The fish immune system: the nonspecific immune system – cellular defenses. London: Academic Press, 1996.

SHAMA, S., BRANDÃO, D.A., VARGAS, A.C., COSTA, M.M.; PEDROZO, A.F. Ocorrência de bactérias com potencial patogênico em jundiás (*Rhamdia quelen*) cultivados em sistema semi-intensivo. **Ciência Rural**, v.30, n.2, p.293-298, 2000.

SHIOGIRI, N.S. PAULINO, M.G. CARRASCHI, S.P., BARALDI, F.G. CRUZ, C, FERNANDES, M.N. Acute exposure of a glyphosate-based herbicide affects the gills and liver of the Neotropical fish, *Piaractus mesopotamicus*. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 34, p 388-396, 2012.



SIMMONS, J.S. A culture medium for differentiating organisms of typhoid-colon aerogenes groups and for isolating of certain fungi. **Journal of Infectious Diseases**, v.39, p.209-241, 1926.

SWAIN, P. ; BEHERA, T. ; MOHAPATRA, D. ; NANDA, P.K. ; NAYAK, S.K. ; MEHER, P.K. ; DAS, B.K. Derivation of rough attenuated variants from smooth virulent *Aeromonas hydrophila* and their immunogenicity in fish. *Vaccine*, v.28, n. 29, p.4626-4631, 2010.

THUNE, R.L., STANLEY, L.A., COOPER, R.K. Pathogenesis of gram-negative bacterial infections in warmwater fish. **Annual Rev of Fish Diseases**. v.3, p.37-68, 1993.

VELLOSO, A.L.; ALMEIDA, F.M.; COUSIN, J. B.; PEREIRA JR, J. Histopatologia de brânquias de *Paralichthys orbignyanus* (Teleostei: paralichthyidae) parasitado por *Therodamas fluviatilis* (Copepoda: Ergasilidae). *Atlântica*, Rio Grande, v. 34, n.1, p.47-52, 2012.

U. S. FDA (FOOD & DRUG ADMINISTRATION). Center for Food Safety & Applied Nutrition (CFSAN). **Foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins handbook**. [www.fda.gov/homepage](http://www.fda.gov/homepage). p.1-3, 1999.

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

### Jessica Caioni Luiz

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso – Campus Alta Floresta  
Alta Floresta – MT

### Laila Natasha Santos Brandão

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso – Campus Alta Floresta  
Alta Floresta – MT

### Lorena Alice Campos Bezerra

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso – Campus Alta Floresta  
Alta Floresta – MT

### Shirlei de Vargas

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso – Campus Alta Floresta  
Alta Floresta – MT

**RESUMO:** Os estudos sobre os parasitos e doenças parasitárias são de grande interesse para a piscicultura, uma vez que podem afetar o crescimento e desenvolvimento dos peixes, trazendo prejuízos econômicos ao sistema de produção. O objetivo deste trabalho foi analisar ectoparasitas e endoparasitas, nos peixes Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e no

híbrido Tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomum*). As amostras foram feitas em uma piscicultura no município de Alta Floresta-MT, onde 54 peixes jovens foram coletados após o abate comercial para análise, sendo 18 peixes de cada espécie, os quais foram pesados, medidos e sexados. Dos 18 exemplares de Tambatinga, 38% apresentaram endoparasitose e 5,55% apresentaram ectoparasitose. Já no Pirapitinga e no Tambaqui, foram encontrados apenas endoparasitos em 11,11% dos exemplares de cada espécie. Os endoparasitos encontrados pertencem ao gênero *Echinorhynchus* sp., do filo Acanthocephala, e o ectoparasito foi identificado foi o *Argulus foliaceus*. Houve uma diferença considerável do número de parasitas encontrados no Tambatinga em relação ao Tambaqui e ao Pirapitinga, onde o híbrido apresentou menor resistência quando comparado às espécies nativas.

**PALAVRAS-CHAVE:** ectoparasitos, endoparasitos, Mato Grosso, piscicultura

**ABSTRACT:** Studies on parasites and parasitic diseases are of great interest to fish farming, since they can affect the growth and development of fish, bringing economic losses to the production system. The objective of this work was to analyze ectoparasites and endoparasites in Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) and Tambatinga (*C.*

macropomum x *P. brachypomum*) fish. The samples were taken in a fish farm in the municipality of Alta Floresta-MT, where 54 young fish were collected after commercial slaughter for analysis, being 18 fish of each species, which were weighed, measured and sexed. Of the 18 specimens from Tambatinga, 38% presented endoparasitosis and 5.55% presented ectoparasitosis. In Pirapitinga and Tambaqui, only endoparasites were found in 11.11% of the specimens of each species. The endoparasites found belong to the genus *Echinorhynchus* sp., From the phylum Acanthocephala, and the ectoparasite was identified as *Argulus foliaceus*. There was a considerable difference in the number of parasites found in Tambatinga in relation to Tambaqui and Pirapitinga, where the hybrid showed less resistance when compared to native species.

**KEYWORDS:** endoparasites, ectoparasites, Mato Grosso, pisciculture.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Mato Grosso é considerado um dos estados com o maior volume de água doce do mundo. O Planalto dos Parecis é o principal divisor de águas do estado, onde ocupa boa parte da porção centro-norte do território, contendo três principais e mais importantes bacias hidrográficas do Brasil: Bacia Platina, Bacia Amazônica e Bacia do Tocantins. O território municipal de Alta Floresta encontra-se entre os rios Apiacás, Teles Pires ou São Manoel, Carlinda, Santa Helena e Cristalino.

Esta extensa hidrografia na região facilita a propagação de parasitas, permitindo assim, sua reprodução e que seu ciclo se complete. Os parasitas são divididos em endoparasitas e ectoparasitas de acordo com a superfície parasitada.

As infestações parasitárias estão amplamente distribuídas em todas as espécies animais, não sendo diferente na piscicultura, devido a características hidrográficas da região de Alta Floresta. Os estudos sobre os parasitos e sua patogenia são de grande interesse para a piscicultura, uma vez que podem afetar o crescimento e desenvolvimento dos peixes. As infecções parasitárias estão entre os fatores mais importantes que podem afetar as populações de peixes; assim as infecções parasitárias foram recentemente identificadas como um importante problema de saúde dos peixes (KHALIL MOKHTAR et al.,2014).

Existem vários grupos de parasitos (*Protozoa*, *Coelenterata*, *Monogenoidea*, *Digenea*, *Cestoda*, *Nematoda*, *Acanthocephala*, *Hirudinea* e *Crustacea*), que utilizam os peixes como substrato e podem oportunamente causar patologias. O objetivo deste trabalho foi analisar ectoparasitas e endoparasitas pertencentes a estes grupos, nos peixes Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e no híbrido Tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomum*).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram coletadas em uma piscicultura no município de Alta Floresta no extremo Norte de Mato Grosso, distante 830 km da capital Cuiabá a 5,5 km do centro da cidade. As coletas foram realizadas em um único tanque, com 1200 m<sup>3</sup>, com temperatura média de 25°C ± 2°C, apresentando pH médio de 6,4.

Os espécimes coletados possuíam idades semelhantes, sendo peixes jovens, os mesmos foram pesados (Kg), medidos (cm) e sexados. As espécies analisadas foram Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e o híbrido Tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomum*), todos submetidos às mesmas condições ambientais e alimentação com ração extrusada 32% 8 -10 mm.

As coletas foram feitas por despesca comercial realizada pela própria piscicultura, sendo obtidas após abate, e tiveram início no mês de dezembro de 2017, tendo finalização no mês de abril de 2018. Foram realizadas nove coletas, dois exemplares de cada espécie, com intervalo quinzenal entre as coletas, totalizando 54 amostras e 18 de cada espécie. Após a captura dos peixes, os mesmos foram levados ao Laboratório de Biologia do Instituto Federal do Mato Grosso - *campus* Alta Floresta, onde foram realizadas as análises morfológicas dos parasitas através de microscopia ótica direta. Os órgãos analisados para identificação de ectoparasitos foram: olhos, brânquias, boca e pele, e para identificação de endoparasitos, foram analisados: estômago, intestino delgado e intestino grosso.

Os parasitos encontrados foram armazenados em recipientes de vidro, contendo álcool 70%. O método de identificação dos parasitos utilizado foi a visualização direta.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerado o terceiro maior peixe da Amazônia, o híbrido Tambatinga possui ótimas características para criação. Produzido com o intuito de se obter peixes com características mais favoráveis para o cultivo, como crescimento mais rápido, maior resistência às doenças e parasitismos, tolerância a variações na temperatura do ambiente, melhores taxas de produtividade e principalmente melhoramento da qualidade da carne.

Cultivado principalmente no estado do Amapá, Pará, PiauÍ e Tocantins, Estado do Mato Grosso do Sul e também no Mato Grosso. Esse peixe híbrido apresenta características de ambas as espécies parentais, mantendo a vantagem de maior resistência às doenças adquiridas da Pirapitinga e o crescimento do Tambaqui (HASHIMOTO et al., 2012).

No presente trabalho foram identificados parasitas nas três espécies de peixes analisados, sendo uma menor incidência de endoparasitas no Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e na Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), não sendo encontrados ectoparasitas nos mesmos, enquanto no Tambatinga (*C. macropomum* x *P.*

*brachypomum*) houve uma maior incidência de endoparasitas, 38,88% dos exemplares da espécie analisada, além de ter sido a única com a presença de ectoparasita (Tabela 1).

Parasitas	Incidência no Tambaqui	Incidência no Pirapitinga	Incidência no Tambatinga
Endoparasitas	2	2	7
Ectoparasitas	0	0	1
Total	2	2	8

Tabela 1 – Total de peixes parasitados

Os endoparasitas encontrados nos três exemplares foi o *Echinorhynchus* sp., do filo *Acanthocephala*. São encontrados no intestino dos vertebrados, composto somente por helmintos. Fixam-se na parede do intestino, através de uma estrutura proveniente do filo chamada de probóscide espinhosa (Figura 1), onde a mesma é fina e possui estruturas semelhantes a espinhos em suas extremidades que são utilizadas para fazerem a penetração (OLIVEIRA et al., 2015). O parasita destrói parte da parede e do tecido conectivo do intestino do hospedeiro que, aparentemente, prejudica no desenvolvimento dos animais.



Figura 1- Estrutura corporal do *Echinorhynchus* spp. e da probóscide utilizada para penetração

Fonte: Jessica C. Luiz, 2017.

O ectoparasita encontrado no Tambatinga foi o *Argulus foliaceus* (Figura 2), estas espécies, mais comumente conhecidas como “piolhos de peixe” são parasitas comuns de peixes de água doce, sendo encontrados também em alguns anfíbios (SAHA e BANDYOPADHYAY, 2015).

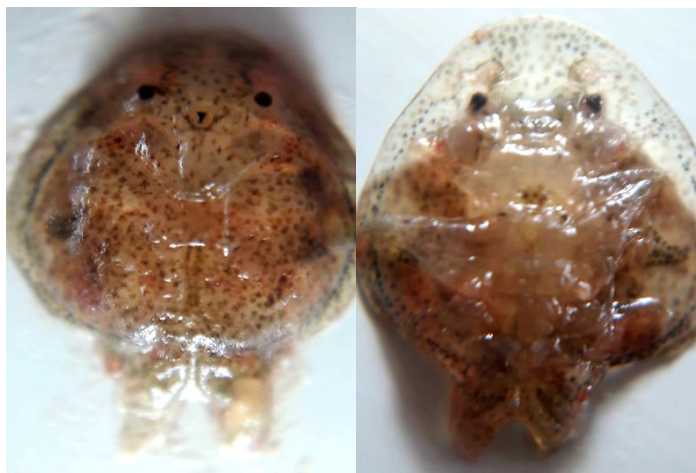


Figura 2- Vista dorsal e ventral do ectoparasita *Argulus foliaceus*

Fonte: Jessica C. Luiz, 2017.

Existe cerca de 200 espécies sendo mais de 120 pertencentes ao gênero *Argulus*, da família *Argulidae*. Esse parasita pode medir aproximadamente de 5 a 22 mm ligando-se ao hospedeiro através de suas ventosas, as quais se assemelham a estiletos afiados, perfurando a pele (NOAMAN, 2010), e se alimentam do sangue do animal podendo causar alguns efeitos patogênicos como: danos na pele, sangramentos, anemia, e geralmente carregam consigo algumas doenças bacterianas e virais que podem afetar o corpo inteiro do animal, incluindo as barbatanas e guelras (RADKHAH, 2017). A presença destes parasitos impede o desenvolvimento adequado acarretando prejuízos à piscicultura, pois retarda o desenvolvimento dos animais.

#### 4 | CONCLUSÃO

Diferentemente do que foi apresentado pelo autor Hashimoto e do esperado, houve uma maior incidência de endoparasitas e ectoparasitas no Tambatinga, com um percentual maior entre as espécies analisadas, concluindo assim que o Tambatinga é provavelmente menos resistente que os demais exemplares parentais com 38% de incidência enquanto o Tambaqui e o Pirapitinga obtiveram 11,11%.

#### REFERÊNCIAS

- Hashimoto, D.T.; Senhorini, J.A.; Foresti F.; Porto-Foresti, F. 2012. **Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use.** Reviews in Aquaculture, 4(2): 108-118.
- Khalil Mokhtar, I; El-Shahawy, IS; Saad Abdelkader, H (2014). **Studies on some fish parasites of public health importance in the southern area of Saudi Arabia.** The Brazilian Journal of Veterinary Parasitology. 23 (4): 435-442.
- Noaman, V.; Chelongar, Y.; Shahmoradi, A.H. 2010. **The First Record of *Argulus foliaceus* (Crustacea: Branchiura) Infestation on Lionhead Goldfish (*Carassius auratus*) in Iran.** Iranian Journal of Parasitology. 5:71-76.

Oliveira, S.R.K.S.; Bezerra, M.V.P.; Belo, M.A.A. 2015. **Estudo da endofauna parasitária do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) em pisciculturas do Vale do Jamari-RO.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. 11:1026-1041.

Radkhah, A. 2017. **Introduction to Some Species of Argulus (Crustacea: Branchiura), Parasitic Infections in the Freshwater Fishes.** Journal of Applied Sciences and Environmental Management. 21:1268-1271.

Saha, M; Bandyopadhyay, PK (2015). **First report of three species of Argulus (Crustacea: Branchiura) infesting on red-can Oranda gold fish (*Carassius auratus auratus*) in India.** *Biolife*. 3:813-819.

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

### **Frederico Augusto de Alcântara Costa**

Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia – Minas Gerais

### **Renan Rosa Paulino**

Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia – Minas Gerais

### **Larissa Carneiro Costa Azeredo**

Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia – Minas Gerais

### **Renato da Silva Barbosa**

Empresa Bioacqua - Aquicultura Sustentável  
Araguari – Minas Gerais

**RESUMO:** A tilápia é a espécie de peixe de maior produção no Brasil e tem sido responsável pelo aumento significativo da piscicultura nacional nos últimos anos. A viabilidade econômica da produção de tilápias está diretamente relacionada a eficiência do manejo alimentar, uma vez que a ração representa a maior parcela do custo produtivo. O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência produtiva e econômica de diferentes taxas de alimentação para tilápias em fase de terminação. O experimento foi conduzido em uma fazenda de engorda de tilápias em tanques rede, utilizando um total de 12 gaiolas com dimensões de 4 x 4

x 3 metros. Cada tanque rede foi povoado com 2500 animais com peso médio inicial de 430,0 gramas. Os três tratamentos avaliados foram 100%, 90% e 80% da taxa de alimentação recomendada pelo fabricante da ração. Foram avaliados os índices zootécnicos (ganho de peso, conversão alimentar, sobrevivência) e econômicos (custo produtivo, receita líquida, lucro bruto, margem bruta) pelo período de 56 dias. A conversão alimentar aparente foi menor para as tilápias que receberam 80% do que aquelas alimentadas com 90% e 100% das taxas preconizadas, sendo que o crescimento dos animais não foi diferente entre os tratamentos. No tratamento de menor taxa de alimentação (80%) o custo de produção foi menor (R\$4,28/kg) e obteve maior margem bruta (17,76%). A menor conversão alimentar proporcionada pela menor quantidade de ração fornecida na fase de terminação, demonstrou uma maior rentabilidade comparado aos peixes que receberam maiores taxas de alimentação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alimentação; tilapicultura; rentabilidade.

**ABSTRACT:** Tilapia has the biggest production between fish species produced in Brazil and has been responsible for the increase in national fish farming in recent years. The economic viability of tilapia production is directly related to the efficiency of food management, since feed



represents the greater part of the productive costs. The objective of the present study was to evaluate the productive and economic efficiency of different feeding rates for tilapia. The experiment was conducted on a tilapia farm in net cages, using a total of 12 units with dimensions of 4 x 4 x 3 meters. Each cage was populated with 2500 animals with initial mean weight of 430.0 grams. The three treatments evaluated were 100%, 90% and 80% of feeding rates recommended by the feed manufacturer. Production (weight gain, feed conversion, survival) and economic indexes (productive cost, net revenue, gross profit, gross margin) were evaluated for 56 days. The apparent feed conversion was lower for tilapia that received 80% than those fed with 90% and 100% of recommended rates, and the growth of the animals was not different between the treatments. In the treatment of lower feeding rate (80%) the cost of production was lower (R \$ 4.28/kg) and had higher gross margin (17.76%). The lower feed conversion provided by the lower rate of feed provided in the finishing phase showed a higher yield compared to the fish that received the highest feed rates.

**KEYWORDS:** Feed; tilapiculture; profitability.

## 1 | INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) é uma espécie tropical, originária da Bacia do rio Nilo, na África (TREWAVAS, 1983). Nos últimos anos se tornou a espécie de peixe mais produzida no Brasil com um total de 357,0 mil toneladas no ano de 2017, correspondendo a 51,7% da piscicultura nacional. Esse crescimento na produção de tilápias foi impulsionado principalmente pelo aumento de fazendas em sistema de tanque rede em reservatórios de hidrelétricas em todo território nacional (ASSOCIAÇÃO PEIXE BR, 2018). A tilápia do Nilo é uma espécie de rápido crescimento, tolerante a uma grande amplitude de condições ambientais, rústica, com habilidade de reproduzir em cativeiro, alimentação onívora e carne com sabor suave que proporciona alta aceitação pelo mercado consumidor (EL-SAYED, 2006).

Nos sistemas intensivos de produção de peixes a alimentação corresponde a maior parcela do custo de produção, aproximadamente 70% do custo total (CHOWDHURY, 2011). Por isso, qualquer estratégia produtiva que promova uma redução nos custos com a alimentação causará um efeito positivo direto na rentabilidade dentro da piscicultura. Altas taxas de arraçoamento podem reduzir a eficiência digestiva, promovendo queda no desempenho produtivo, além de comprometer a qualidade da água. Por outro lado, a subalimentação pode provocar baixo ganho de peso e alta competição pelo alimento, aumentando a desuniformidade dos lotes de peixes (BARBOSA et al., 2005). Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar os impactos produtivos e econômicos na produção de tilápias do Nilo, na fase de terminação, submetidas a diferentes taxas de alimentação em sistema de produção em tanque-rede.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Bioacqua – Aquicultura Sustentável, em Araguari/MG, Brasil, no reservatório de Capim Branco I no Rio Araguari. O ensaio teve duração de 56 dias, nos meses de Outubro e Novembro de 2017 (Certificado da Comissão de Ética na Utilização de Animais/Universidade Federal de Uberlândia, protocolo 099/17). Foram utilizados 12 tanques-rede de 48 m<sup>3</sup> de volume útil cada, nas dimensões de 4 metros de comprimento x 4 metros de largura x 3 metros de profundidade, com malha de 19 mm.

Diariamente foram aferidos a temperatura e o oxigênio dissolvido da água utilizando o oxímetro YSI proODO. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), composto por três tratamentos e quatro repetições. Cada tanque-rede foi povoado com 2500 tilápias do Nilo da linhagem GIFT, com peso médio inicial de 430,0 gramas. Os três tratamentos avaliados foram 100%, 90% e 80% da taxa de alimentação recomendada pelo fabricante de ração (Tabela suplementar 1). A ração utilizada foi da marca NutripiscisTR 32 (Presence) com granulometria de 6 a 8 mm.

Semanalmente foram realizadas biometrias amostrais dos peixes para cálculo do peso médio e determinação da quantidade de ração a ser fornecida. A alimentação foi fornecida quatro vezes ao dia, todos os dias da semana. Ao final do experimento todos os peixes de cada tanque rede foram pesados para a venda.

Para a avaliação do desempenho produtivo foram utilizadas as seguintes equações:

- Ganho de Peso (GP) = peso médio final – peso médio inicial;
- Conversão alimentar aparente (CAA) = alimento fornecido / ganho de peso;
- Sobrevivência (%) = (quantidade final de peixes / quantidade inicial de peixe) x 100.

Os resultados dos índices zootécnicos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) utilizando o programa SPSS (Versão 23.0). Para comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey a um nível de significância de 5%.

Na avaliação econômica foram considerados os gastos com ração, aquisição dos peixes, combustível, energia elétrica, mão de obra, depreciação das estruturas e impostos. Foi considerado o preço de venda de R\$ 5,20 / kg de peixe. Foram calculados os seguintes índices econômicos para cada tratamento:

- Custo produtivo/kg de peixe (CP) = (custos fixos + custos variáveis) / biomassa final;
- Receita líquida;

- Lucro bruto (LB) = receita líquida – custos totais;
- Margem Bruta (MB) = (lucro bruto/receita líquida) x 100.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho produtivo e econômico das tilápias ao final do experimento estão apresentados na Tabela 1. A taxa de sobrevivência ficou acima de 94% e não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos. Nossos resultados estão próximos aos resultados observados em outros trabalhos com essa espécie (COSTA et al., 2017), e com os valores recomendados (acima de 95%) para o cultivo de *Oreochromis sp.* cultivadas em tanque rede (McGINTY et al., 1989). A taxa de oxigênio dissolvido variou entre 4,2 e 6,5 mg L<sup>-1</sup> e a temperatura da água entre 26,7 e 28,8°C.

Variáveis	Correção da taxa de alimentação (%) de acordo com as recomendações do fabricante de ração		
	100	90	80
Peso médio inicial (gramas)	430,00	430,00	430,00
Peso médio final (gramas)	821,75 <sup>a</sup>	805,25 <sup>a</sup>	802,75 <sup>a</sup>
Ganho de peso médio (gramas)	371,75 <sup>a</sup>	355,25 <sup>a</sup>	349,50 <sup>a</sup>
Biomassa final (kg)	2054,37 <sup>a</sup>	2013,12 <sup>a</sup>	2006,88 <sup>a</sup>
Conversão alimentar aparente	1,84 <sup>a</sup>	1,76 <sup>a</sup>	1,49 <sup>b</sup>
Custo de produção/kg (R\$)	4,85	4,74	4,28
Receita bruta/tanque rede (R\$)	10.682,75	10.468,25	10.435,75
Lucro bruto/tanque rede (R\$)	723,43	918,19	1.853,73
Margem bruta (%)	6,77	8,77	17,76

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

**Tabela 1.** Médias dos índices zootécnicos e econômicos da produção de tilápias alimentadas com diferentes taxas de alimentação.

A CAA foi menor ( $P<0,05$ ) para as tilápias que receberam 80% (1,49) do que aquelas alimentadas com 90% (1,76) e 100% (1,84) das taxas preconizadas, sendo que o crescimento dos animais não foi diferente entre os tratamentos. Isso promoveu uma maior eficiência alimentar para os animais alimentados com 80% comparados com 90% e 100% da recomendação. Os valores de CAA encontrados no presente trabalho estão de acordo com os observados e recomendados em outros trabalhos com tilápia cultivadas em tanque rede, entre 1,10 a 1,83 (COSTA et al., 2017; COUTINHO et al., 2018; ONO & KUBITZA, 1999). A frequência e a taxa de alimentação com relação ao consumo e conversão alimentar são os fatores principais na determinação da taxa de crescimento (RICHE et al., 2004). Resultados similares com diferentes taxas alimentares para tilápia observaram máximo crescimento em animais alimentados próximo à saciedade (100% da recomendação), enquanto que as menores CCA foram

observadas em taxas de alimentação menores (CLARK et al., 1990). Experimentos avaliando desempenho produtivo em função das taxas de alimentação para outras espécies de peixe, determinaram melhores resultados quando fornecido menores quantidades de ração (BUREAU et al., 2006).

Os tanques-rede com tilápias que receberam menor taxa de alimentação, 80% das taxas recomendadas pelo fabricante de ração, apresentaram maior eficiência econômica. Neste tratamento o custo de produção foi menor (R\$4,28) e, embora a receita bruta tenha sido menor comparado aos demais tratamentos, obtiveram maior lucratividade e maior margem bruta (17,76%).

## 4 | CONCLUSÕES

A menor conversão alimentar proporcionada pela menor quantidade de ração fornecida na fase de terminação, sem comprometer o ganho de peso dos animais, demonstrou uma maior rentabilidade comparado aos peixes que receberam maiores taxas de alimentação. Outros estudos devem ser realizados para determinar as melhores taxas de arraçoamento para tilápias em diferentes fases de cultivo, visando um maior retorno econômico para os piscicultores.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA (PEIXEBR). **Anuário Peixe BR da Piscicultura**. São Paulo, SP. 2018. Disponível em: [www.peixebr.com.br](http://www.peixebr.com.br). Acesso em 20 de junho de 2018.
- BARBOSA, A. C. A.; ALMEIDA, L. D. L.; FONSECA, R. B. **Avaliação de diferentes seqüências de arraçoamento no desenvolvimento de tilápias cultivadas em gaiolas**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 31, ISSN 0101- 2975, 2005.
- BUREAU, D. P.; HUA, K.; CHO, Y. **Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growing from 150 to 600g**. Aquaculture Research, v.37, p.1090-1098, 2006.
- CHOWDHURY D. K.. **Optimal feeding rate for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**. TESE. Department of Animal and Aquacultural Sciences, Norwegian University of Life Sciences, pp.76, 2011.
- CLARK J.H., WATANABE W.O., ERNST D.H., WICKLUND R.I., OLLA B.L. **Effect of feeding rate on growth and feed conversion of Florida red tilapia reared in floating marine cages**. Journal of the World Aquaculture Society 21:16-24, 1990.
- COSTA, Â. A. P.; ROUBACH, R.; DALLAGO, B. S.; BUENO, G.W.; MACMANUS, C.; BERNAL, F. E. M. 2017. **Influência da densidade de criação sobre o desempenho de crescimento e bem-estar de tilápias (*Oreochromis niloticus*) juvenis em gaiolas**. Arquivo Brasileiro Medicina de Veterinária e Zootecnia. V. 69:243-251, 2017.
- COUTINHO, H. L.; BARBOSA, P. T. L.; SOARES, M.P. **Comparação do desempenho produtivo da tilápia-do-nilo em sistema bioflocos e com filtro biológico**. In: Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica, 11., 2017, Campinas. Anais... Campinas: Instituto Agrônômico, 2017.
- EL-SAYED, A. F. M. **Tilapia Culture**. CABI International Publishing. UK. 293p., 2006.

McGINTY, A. S.; RAKOCY, J.; BRUNSON, M. W. **Cage culture of tilapia**. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication No. 281, 1989.

OMASAKI, S.K; JANSSEN, K.; BESSON, M.; KOMEN, H. **Economic values of growth rate, feed intake, feed conversion ratio, mortality and uniformity for Nile tilapia**. Aquaculture, V. 481, p.124-132, 2017.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 2ª ed. Jundiaí: F. Kubitza, 68p. 1999.

RICHE M.; OETKER M.; HALEY D.I.; SMITH T.; GARLING D. L.. **Effect of feeding frequency on consumption, growth, and efficiency in juvenil tilapia (*Oreochromis niloticus*)**. The Israeli Journal of Aquaculture– Bamidgeh 56(4), 2004.

TREWAVAS, E. **Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia***. Bulletin of the British Museum (Natural History). London, UK. 583 p., 1983.

Peso médio inicial (g)	Peso médio final (g)	100% Taxa*(% p.v.)	90% Taxa*(% p.v.)	80% Taxa*(% p.v.)
430,00	470,00	2,08	1,87	1,66
470,00	520,00	2,01	1,81	1,61
520,00	565,00	1,98	1,78	1,58
565,00	615,00	1,91	1,72	1,53
615,00	670,00	1,88	1,69	1,50
670,00	725,00	1,78	1,60	1,42
725,00	780,00	1,68	1,51	1,34
780,00	840,00	1,59	1,43	1,27

\*Taxa de alimentação em percentual do peso vivo utilizada para cada tratamento.

**Tabela Suplementar 1.** Taxas de alimentação utilizadas de acordo com peso médio dos peixes em cada tratamento e recomendações do fabricante de ração.

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

**Gabriela Marafon**

Universidade Federal do Piauí  
Bom Jesus, Piauí, Brasil

**Luis Ricardo Romero Arauco**

Universidade Federal do Piauí  
Bom Jesus, Piauí, Brasil

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da simulação de transporte sobre a qualidade da água e a sobrevivência do Betta (*Betta splendens*) com o uso de sal. O experimento foi realizado no Laboratório de Zoologia do Campus Professora Cinobelina Elvas, da Universidade Federal do Piauí (CPCE-UFPI). Foram utilizados 40 peixes adultos da espécie *Betta splendens*, sendo 20 machos e 20 fêmeas. Foi preparada uma solução de cloreto de sódio 0,3% em 2 litros de água, usando uma balança de precisão, com sal marinho sem iodo e água de poço artesiano sem cloro e repousada por um dia. Após o preparo da solução foram preenchidos os sacos plásticos com 50 ml de solução (ocupando  $\frac{3}{4}$  do saco plástico) e logo preenchidos com oxigênio usando um balão de oxigênio, ou ar por meio de uma bomba para aeração de aquário. Não foi observado efeito do uso de sal com relação à sobrevivência dos peixes fêmeas e machos de *Betta splendens* isto pode ser pelo fato da

concentração do sal na água das embalagens ser muito baixa 3% e que as concentrações de amônia na água da embalagem não afetaram a sobrevivência dos peixes transportados em presença de oxigênio.

**PALAVRA-CHAVE:** Peixe ornamental, cloreto de sódio, condução.

### EVALUATION OF THE USE OF SALT IN THE SIMULATION OF THE TRANSPORT OF MALES IS FEMALE OF THE FISH (BETTA SPLENDENS)

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the effect of transport simulation on water quality and the survival of Betta (*Betta splendens*) with the use of salt. The experiment was carried out at the Zoology Laboratory of the Campus Professora Cinobelina Elvas, the Universidade Federal do Piauí. Thirty adult fish of the *Betta splendens* species were used, 20 males and 20 females. A solution of 0.3% sodium chloride in 2 liters of water was prepared, using a precision scale, with sea salt without iodine and water of artesian well without chlorine and rested for a day. After the preparation of the solution, the plastic bags were filled with 50 ml of solution and then filled with oxygen using an oxygen balloon, or air by means of an aquarium aeration pump. No effect of the salt use on the

survival of the female and male fish of *Betta splendens* has been observed, this can be due to the fact that the concentration of the salt in the water of the packages is very low 3% and that the concentrations of ammonia in the water in the package did not affect the survival of fish transported in the presence of oxygen.

**KEYWORDS:** chloride of sodium, transport, ornamental fish

## 1 | INTRODUÇÃO

O *Betta splendens* (peixe de briga ou *Siamese fighting fish*) destaca-se como um dos mais procurados no mercado de peixes ornamentais. Os principais motivos da maior procura por esta espécie são beleza e variedade de cores, resistência e rusticidade.

O estresse em peixes pode ser proveniente de várias fontes, como por exemplo, a manipulação dos animais, o emprego de alta densidade de estocagem, transporte e manejo de alimentação. O transporte é um manejo inevitável no processo produtivo, embora seja considerado um procedimento traumático que expõe os peixes a uma série de estímulos que desencadeiam respostas fisiológicas de adaptação (IVERSEN et al., 1998).

Cada vez mais a produção de novos equipamentos e procedimentos de transporte têm levado a um efeito positivo sobre a transposição de peixes vivos. Anestésicos têm sido frequentemente usados durante o transporte de peixes a fim de reduzir a agitação e o estresse (PARK et al., 2009).

O uso do sal comum tem se mostrado uma alternativa efetiva para reduzir estresse causado por fatores inerentes ao manejo produtivo (manuseio, transporte, mudança na qualidade da água). Acrescentando-se sal à água pode-se reduzir os efeitos deletérios causados pelo estresse que altera a fisiologia dos animais e com isso uma diminuição significativa da mortalidade dos peixes (MCDONALD & MILLIGAN, 1997).

De acordo com Zuanon et al. (2009) que avaliou a tolerância aguda e crônica do Betta ao sal, a salinidade máxima foi estimada entre 6 e 7 g de sal comum/L para sobrevivência de 100% de adultos de Betta.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da simulação de transporte sobre a qualidade da água e a sobrevivência do Betta (*Betta splendens*) com o uso de sal.

## 2 | METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Zoologia do Campus Professora Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí (CPCE- UFPI). Foram utilizados 40 peixes adultos da espécie *Betta splendens*, sendo 20 machos e 20 fêmeas, provenientes do setor de piscicultura do CPCE- UFPI. Os machos apresentavam idade de 160 dias, comprimento total médio de 3,8 a 5,6 cm e peso médio 1,13 a 1,34 g, e as fêmeas apresentavam comprimento total médio de 3,60 a 4,20 cm e peso médio 0,64 a 0,78g.

Foi preparada uma solução de cloreto de sódio 3% em 2 litros de água, usando uma balança de precisão, com sal marinho sem iodo e água de poço artesiano sem cloro e repousada por um dia. Após o preparo da solução, os sacos plásticos foram preenchidos com 50 ml de solução (ocupando  $\frac{3}{4}$  do saco plástico) e logo após preenchidos com oxigênio, usando um balão de oxigênio ou ar por meio de uma bomba para aeração de aquário.

Em seguida foi medida a quantidade de oxigênio dissolvido, pH, temperatura e amônia da água, com a ajuda de um oxímetro (YSI, USA) e pHmetro (YSI, USA) em mg/L contido em cada saco de transporte. Logo após, foram colocados os peixes machos ou fêmeas dentro dos sacos de polietileno (segplast) 5x23cm e com a ajuda de um funil foram preenchidos novamente com oxigênio ou ar e lacrados com uma liga de borracha.

Em seguida os saquinhos foram colocados em 5 caixas de papelão e agitados em uma mesa agitadora marca Solab SL-180/D durante 72 horas que foi o tempo do experimento, e dentro desse tempo 30 minutos ficou agitando e ficou repousado durante 60 minutos.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores observados para temperatura e pH da água das embalagens de transporte permaneceram em níveis recomendados em todos os tratamentos de acordo com Sugai (1993), que afirmou que *Betta* suporta mudanças bruscas de temperatura que vão dos 23°C aos 34°C. O pH inicial das soluções teste foram um pouco abaixo do recomendado que é de 6,8 a 7,2, o que não é muito agravante, tendo em vista que o *Betta* resiste muito bem a choques de pH, podendo inclusive se reproduzir em escalas diferentes das que foram citadas (SUGAI, 1993).

Não foi observado efeito do uso de sal com relação à sobrevivência dos peixes fêmeas e machos de *Betta splendens* (Tabela 1) e isto pode ser pelo fato da concentração do sal na água das embalagens ser muito baixa 3% e que as concentrações de amônia na água da embalagem não afetaram a sobrevivência dos peixes transportados em presença de oxigênio. Como o observado por Brandão et al. (2006) transportando pirarucu (*Arapaima gigas*), em dois diferentes sistemas: caixas sem adição de oxigênio (transporte aberto) e sacos plásticos com injeção de oxigênio e lacrado (transporte fechado), sendo utilizado 3 e 6 g de sal L<sup>-1</sup>, no entanto não se verificou a eficiência em mitigar as respostas de estresse no transporte.

FV	GL	QM	P
Sexo	1	1.22	0.0001
Sal	1	0.02	0.5316
Gás	1	2.02	<.0001
Sexo*Sal	1	0.22	0.0668
Sexo*Gás	1	1.22	0.0001



Sal*Gás	1	0.02	0.5316
Sexo*Sal*Gás	1	0.22	0.0668
Resíduo	32	0,06	
Total	39		

Tabela 1. Sobrevivência de *Betta* machos e fêmeas após a simulação de transporte com ou sem sal na presença de oxigênio ou ar após 48 horas

## 4 | CONCLUSÃO

O uso do sal na água do transporte de *Betta* (*Betta splendens*) não influenciou a sobrevivência dos peixes durante o tempo de transporte de 48 horas.

## REFERÊNCIAS

BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C. **Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina na piscicultura.** Acta Amazonica, 36: 349-356. 2006.

IVERSEN, M.; FINSTAD, B.; NILSSEN, K.J. **Recovery from loading and transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) smolts.** Aquaculture, 168: 387-394. 1998.

MCDONALD, G.; MILLIGAN, L. **Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress.** In: IWAMA, G.W.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P. et al. (Eds.) Fish stress and health in aquaculture. Cambridge: University Press, P.119-144. 1997.

PARK, M. O.; IM, S. Y.; SEOL, D. W.; PARK, I. S. **Efficacy and physiological responses of rock bream, *Oplegnatus fasciatus* to anesthetization with clove oil.** Aquaculture, v. 287, n. 3-4, p. 427-430, 2009.

SUGAI W. **Betta splendens: o nosso galo de briga.** 1993. Disponível em <http://www.ecoanimal.com.br/ecochannel/artigos/artigobetta.asp>. Acesso em 15 de março de 2006.

ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; VERAS, G.C.; TAVARES, M.M.T.; CHAVES, W. **Tolerância aguda e crônica de adultos de beta, *Betta splendens*, à salinidade da água.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.11, p.2106-2110, 2009.

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

### **Vanessa Seidel**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Gabrielle Silveira Waishaupt**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Daniel Ângelo Sganzerla Graichen**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Lusma Gadea de Mello**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Mateus Tremea**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Alexandra Möller Alves**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Gadrieli Cristina Gheno**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Suellen Susin Gazzola**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Rafael Aldrighi Tavares**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Zootecnia, Pelotas – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** Objetivou-se caracterizar o gene mitocondrial Citocromo Oxidase I da espécie *Odontesthes humensis*. A montagem por referência foi realizada com o programa Bowtie2, sendo utilizado como referência o gene mitocondrial

Citocromo Oxidase I da espécie *Odontesthes Bonariensis*. Os totais de 53 reads alinharam a 652 pares de base do gene de referência, revelando 7 sítios de diferenciação entre as espécies. A partir do sequenciamento de nova geração caracterizou-se o gene mitocondrial Citocromo Oxidase I da espécie *Odontesthes humensis*, sendo de grande relevância para base de trabalhos futuros de conservação e melhoramento genético.

**PALAVRAS-CHAVE:** Melhoramento, peixe-rei, sequenciamento, variabilidade genética

**ABSTRACT:** The aim of this study was try to characterize the Mitochondrial Cytochrome oxidase I gene of *Odontesthes humensis*. Assembly was carried out by reference through the Bowtie2 program, using as reference the mitochondrial cytochrome oxidase I gene of the *Odontesthes Bonariensis* species. The totals of 53 reads aligned to 652 base pairs of the

reference gene, revealing 7 sites of differentiation between species. From the new generation sequencing the mitochondrial cytochrome oxidase I gene of the species *Odontesthes humensis* was characterized, being of great relevance to the base of future works of conservation and genetic improvement.

**KEYWORDS:** Improvement, peixe-rei, sequencing, genetic variability

## 1 | INTRODUÇÃO

O peixe-rei apresenta pequeno porte, podendo chegar aproximadamente 30 centímetros, sua alimentação baseasse em microcrustáceos, moluscos, plâncton, algas e insetos pequenos. Distribuem-se basicamente em regiões subtropicais e temperadas, em ambientes de água doce, estuário e mar. No Brasil, encontra-se principalmente nas lagoas Mangueira e Mirim, observando-se grande variedade da espécie, sendo como as mais encontradas *Odontesthes bonariensis* e *Odontesthes humensis* (IBAMA, 2008).

O cultivo da espécie de peixe-rei não é desenvolvido suficientemente para alcançar níveis comerciais, sendo sua comercialização através da coleta de populações naturais. O ponto inicial para que exista maior sucesso no cultivo da espécie é a consolidação de um programa de melhoramento genético. Para a implantação deste, deve-se ter como base uma grande variabilidade genética e a definição da espécie a ser produzida, alcançando-se assim as melhorias desejadas para gerações sucessivas (Tavares et al., 2011).

Entender e caracterizar uma região do DNA mitocondrial fornece subsídios para conhecer a diversidade subjacente a determinada espécie e colabora para programas de melhoramento genético e de conservação. Neste sentido. Os marcadores moleculares de DNA mitocondrial possuem herança exclusivamente materna, contrariando os nucleares com herança biparental. Um dos marcadores mitocondriais constantemente utilizado é Citocromo Oxidase I (COI ou Cox1), proposto para a identificação molecular em nível de espécie (Hebert et al., 2003).

O objetivo do trabalho visa a caracterização dos sítios polimórficos do gene mitocondrial COI da espécie *Odontesthes humensis*.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A biblioteca de DNA, da espécie *Odontesthes humensis*, foi obtida a partir de um sequenciador GAIIX (Illumina, USA) no modo *paired-end*, para a obtenção de sequências com 150 pares de bases (pb) a partir de um único indivíduo.

Utilizou-se o programa FastQC para analisar a qualidade de cada *read*. Posteriormente ocorreu a remoção dos adaptadores e a remoção de *read* de baixa qualidade com o programa Trimmomatic. As sequências das extremidades dos *reads* foram removidas quando as médias de qualidade fossem inferiores a Phread 15 em

intervalos de quatro bases. Também foram removidos os *reads* com comprimentos menores que 32pb. Para a verificação da eficiência da filtragem foi utilizado novamente o programa FastQC.

O programa Bowtie2 realizou a montagem por referência, sendo utilizado como referência o gene mitocondrial COI da espécie *Odontesthes bonariensis* (GenBank: 111793.1) com comprimento de 652 pb.

Gerou-se na montagem o arquivo no formato SAM, este por sua vez, foi transformado em formato BAM com o programa Samtools e posteriormente as *reads* montadas contra a referência e os sítios de polimorfismo foram visualizadas através do programa Tablet (Milne et al., 2013).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sequenciamento do DNA resultou em aproximadamente 1.265.204 *reads*, sendo estes de 35 a 151pb, subdivididos em dois arquivos *paired-end*. Posteriormente realizou-se a filtragem através do programa Trimmomatic, as bases restantes apresentam-se de boa qualidade, com valores de Phred acima de 24.

Dos *reads* totais, 53 alinharam a 652 pares de base do gene de referência COI de *O. bonariensis* (figura 1), revelando apenas 7 sítios de diferenciação entre as espécies (tabela 1), ou seja 1,07% de diferenciação. Segundo Bolzan (2011), o estudo dessa região do mtDNA, também denominado de DNA barcoding, utiliza sequências parciais de DNA do gene COI possibilitando identificar e designar espécimes desconhecidos e espécies previamente descritas, e, facilitar a descoberta e o diagnóstico de novas espécies, auxiliando a desvendar a diversidade.

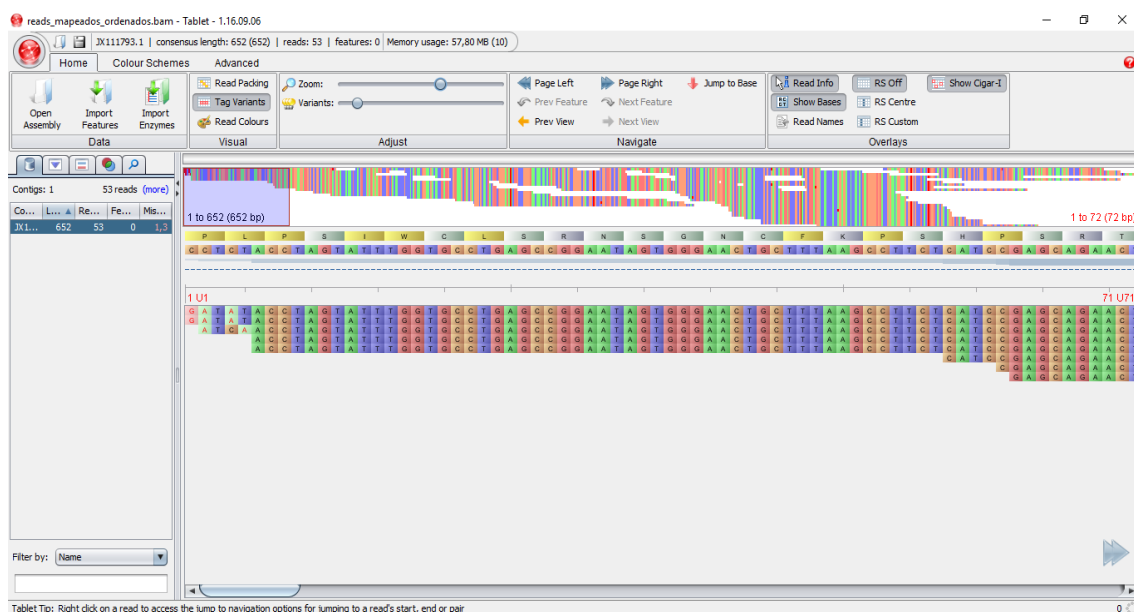


Figura 1: *Reads* mapeados da espécie *O. bonariensis* contra o gene COI da espécie *O. humensis*.

Posições (pb)	<i>O. humensis</i>	<i>O. bonariensis</i>
1	C	G
2	C	A
223	T	C
280	A	G
421	G	A
496	T	C
508	A	G

pb – pares de base; A – adenina; T – timina; C – citosina; G – guanina.

Tabela 1. Alterações de nucleotídeos do gene COI das espécies *O. humensis* e *O. bonariensis*.

#### 4 | CONCLUSÃO

A partir do sequenciamento de nova geração identificou-se o gene mitocondrial citocromo oxidase I da espécie *Odontesthes humensis* a partir do gene mitocondrial citocromo oxidase I da espécie *Odontesthes bonariensis*. A caracterização de regiões mitocondriais, são de grande relevância, pois servem de base para futuros trabalhos de conservação e melhoramento genético.

#### REFERÊNCIAS

- Bolzan, A. R. 2011. **DNA barcode de Drosofilídeos micófagos pertencentes ao gênero *Hirtodrosophila*, *Mycodrosophila* e *Zigotricha***. Dissertação (M.S.c.) Universidade Federal da Santa Maria. Santa Maria, Brasil.
- Herbert, P. D. N.; Ratnasingham, S.; Deward, J. R. 2003. **Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species**. Proceedings of the Royal Society. Biological Sciences (Series B) 270:96–99.
- IBAMA- Estituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renovados. 2008. **Estatística da pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da federação**. IBAMA, Brasília.
- Milne I, Stephen G, Bayer M, Cock PJA, Pritchard L, Cardle L, Shaw PD and Marshall D. 2013. Using Tablet for visual exploration of second-generation sequencing data. Briefings in Bioinformatics 14(2), 193-202.
- Tavares, R. A.; Nunes, M. D.; Almeida, D. B.; Silva, J. C.; Vaz, B. S.; Moreira, C. G. A.; Dionello, N. J. L.; Piedras, S. R. N.; Moreira, H. L. M. 2011. **Utilization of microsatellite markers to form families of “pejerrey” *Odontesthes bonariensis* in a genetic breeding program**. Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science 63:1263-1267.

## DESENHO DE *PRIMERS* PARA ANÁLISE DO POLIMORFISMO DO GENE MITOCONDRIAL MT-ATP SUBUNIDADE 6 (mtATP6) EM PEIXE-REI

### **Gabrielle Silveira Waishaupt**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Daniel Ângelo Sganzerla Graichen**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Vanessa Seidel**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Lusma Gadea de Mello**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Mateus Tremea**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Alexandra Möller Alves**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Gadrieli Cristina Gheno**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Suellen Susin Gazzola**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas,  
Palmeira das Missões – Rio Grande do Sul

### **Rafael Aldrighi Tavares**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Zootecnia, Pelotas – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** O seguinte trabalho teve como objetivo a construção de *primers* visando a identificação do polimorfismo do gene mitocondrial ATP6 nas diferentes espécies de peixe-rei do gênero *Odontesthes*. A construção dos *primers* foi realizada utilizando uma *contig* construída a partir de uma biblioteca de DNA da espécie *Odontesthes humensis*, contra o gene mtATP6 do gênero *Odontesthes sp.* O desenho dos *primers* foi realizado com o auxílio do programa Primer3, sendo estabelecido que os *primers* deveriam apresentar um tamanho entre 20 a 30 pares de bases, temperatura de anelamento entre 50 a 60°C com diferença de no máximo 3°C e concentração de guanina e citosina entre 40 a 60%. Em simulações *in silico*, o par de *primer* desenhado demonstrou-se eficaz para detectar a maior proporção do polimorfismo do gene mtATP6 em diferentes espécies de peixe-rei do gênero *Odontesthes*, tornando uma ferramenta potencial para análise da diversidade genética.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Odontesthes*, DNA mitocondrial, diversidade genética.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to construct primers aiming at identifying the

polymorphism of the mitochondrial ATP6 gene in the different Peixe-rei species of the genus *Odontesthes*. Construction of the primers was performed using a contig constructed from a DNA library of the *Odontesthes humensis* species against the mtATP6 gene of the genus *Odontesthes sp.* The design of the primers was performed with the aid of the Primer3 program, and it was established that the primers should have a size between 20 and 30 base pairs, annealing temperature between 50 and 60° C with a difference of maximum 3 ° C and concentration of guanine and cytosine between 40 and 60%. *In silico* simulations, the primer pair was shown to be effective in detecting mtATP6 gene polymorphism in different Peixe-Rei species of the genus *Odontesthes*, making it a potential tool for genetic diversity analysis.

**KEYWORDS:** *Odontesthes*, mitochondrial DNA, genetic diversity.

## 1 | INTRODUÇÃO

O peixe-rei (*Odontesthes humensis*) habita as águas doces, comum na região Sul do país, Uruguai e Argentina. No estado do Rio Grande do Sul, tem relevância na pesca artesanal e grande aceitação pela população devido a ótima qualidade de sua carne. Além disso, a alta taxa reprodutiva e o amplo espectro alimentar sugerem grande potencial para cultivo, mas seus níveis de produção ainda são baixos (Tavares et al., 2014).

Neste sentido, a pesquisa filogenética para o conhecimento da história evolutiva e a caracterização genética da espécie são ferramentas importantes para subsidiar programas de melhoramento genético e para monitorar as populações naturais de espécies deste gênero. O DNA mitocondrial apresenta características que o tornam importante nestas abordagens, como por exemplo, ser um genoma compacto, com estrutura e organização simples, ser de herança exclusiva materna, além de estar presente em organismos em número haplóide, o que impede (ou torna raros) os eventos de recombinação. Estas características possibilitam seu uso para diferenciar populações geográficas com eficiência pela identificação dos haplótipos ou clones de DNA Mitocondrial (mtDNA) (Churikov et al., 2001).

O gene mitocondrial MT-ATP subunidade 6 (mtATP6) é responsável por fornecer informações para produção da proteína MT-ATP 6, essencial para a função mitocondrial normal, pois forma uma parte de uma enzima chamada ATP sintase. O gene possui uma região codificadora e apresenta baixa taxa de substituição comparativamente com a região controle do DNA mitocondrial, utilizada geralmente nos estudos com mtDNA de peixes (Lenaz et al., 2004), desta forma poderia ser facilmente identificado e utilizado em estudos de populações de peixes, especialmente de espécies pertencentes a gêneros nativos sobre os quais se tenha pouco conhecimento.

O presente trabalho teve como objetivo a construção de *primers* para o estudo e identificação de polimorfismos no gene mtATP6, em diferentes espécies de peixe-rei do gênero *Odontesthes*.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A construção dos *primers* foi realizada a partir de uma *contig* montada de uma biblioteca de DNA da espécie *Odontesthes humensis*, utilizando como molde o gene mtATP6 de *Odontesthes sp.*, depositado no GenBank (acesso: JF898664).

A biblioteca de DNA foi gerada por um sequenciador GAIIx (Illumina) no modo *paired-end* a partir de um único indivíduo, obtendo sequências com 150 pares de bases (pb). A montagem por referência foi feita com o programa Bowtie2 e a obtenção da *contig* com o programa Samtoll.

O desenho dos *primers* foi realizado com o auxílio do programa Primer3, sendo estabelecido que os *primers* deveriam apresentar um tamanho entre 20 e 30 pares de bases, temperatura de anelamento entre 50 e 60°C com diferença de no máximo 3°C e concentração de guanina e citosina entre 40 e 60%.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A *contig* gerada pelo alinhamento dos *reads* do sequenciamento contra o gene referência, foi de 684 pares de base, apresentando 43 sítios de polimorfismo, embora este número possa estar subestimado pela comparação apenas entre duas sequências. Helbert et al. (2003) relatam que os estudos de regiões de genes mitocondriais com alto polimorfismo permitem identificar e diagnosticar novas espécies, auxiliando a desvendar a diversidade genética em um ambiente, essa metodologia ficou conhecida como DNA *Barcoding* e tem sido amplamente usada em estudos com diversas espécies de peixe, como *Pseudoplatystoma spp.*, *Cnesterodon decemmaculatus* e *Rhamdia quelen* (Carvalho et al., 2008; Ramos-Fregonezi et al. 2017; Angrizani e Malabarba, 2018).

De acordo com Markoulatos et al. (2002) a validação de uma reação de PCR, principalmente quando se trata de um par de *primer*, requer planejamento estratégico. Em nosso estudo, foram construídos cinco pares de *primers*, e foi selecionado o par que apresentou o maior produto da PCR (585 pb) e que englobaria o fragmento com o maior número de polimorfismos, neste caso 38 polimorfismos de um total de 43 da *contig*, ou seja 84,3% dos sítios polimórficos (Figura 1). O par de *primer* selecionado também apresentou características favoráveis para a amplificação do gene mtATP6 nas espécies de peixe-rei: *Odontesthes humensis*, *Odontesthes bonariensis* e *Odontesthes sp.* Como também pode ser observado na figura 1, as extremidades 5' de ambos os *primers* são finalizadas com G ou C, bases que fazem pareamento utilizando 3 pontes de hidrogênio. Esta característica é importante, pois garante ao *primer* maior especificidade na reação de PCR. Além disso, a temperatura de anelamento estimada para o par do *primer* foi de 56°C, fato que aumenta a especificidade e impede ampliações inespecíficas.



**Primer3Plus**  
pick primers from a DNA sequence

More... Source Code  
Help About

< Back

Pair 1: Primer

Left Primer 1: CTAAACAGAAATCCTGAACCTG  
Start: 100 Length: 22 bp Tm: 54.8 C GC: 40.9 % Any: 0.0 End: 0.0 TB: 6.0 HP: 43.0 3' Stab: 4.0 Penalty: 3.247

Right Primer 1: GGTATTAGGGGAAGAAGAAACAATG  
Start: 684 Length: 25 bp Tm: 57.7 C GC: 40.0 % Any: 0.0 End: 0.0 TB: 12.0 HP: 0.0 3' Stab: 2.3 Penalty: 2.665

Pair: Product Size: 585 bp Any: 0.0 End: 0.0 TB: 17.0 Penalty: 5.913

Send to Primer3Manager Reset Form

1	TCTTAATCTT	CTCTTGATTA	GTCTTTGCAA	TGTTTTTACC	ACCAAAAGTT
51	CTGGCTCATA	CTTTCCCTAA	TGCCGTTACA	TCCCAAAGCG	CAGTAAACCT
101	TAAACAGAA	TCCTGAACCT	GACCATGACA	CTAAGTTTCT	TTGATCAATT
151	TATGAGCCCC	ACACTTTTGG	GTATTCCCCT	AATTGCCCTG	GCACTAACCC
201	TCCCCTGAAT	CCTTATCCCT	AAACCTCTTT	CCCGATGACT	AAATAGCCGC
251	CTCCTTACAC	TCCAAGGCTG	ATTTATCAAC	CGCTTCACCC	AGCAAGTCTT
301	TCAACCTATT	AACCTCGGTG	GACATAAATG	GGCTTCTCTT	CTCGCATCCT
351	TAATACTGTT	TCTAATTACA	TCAAACATGC	TTGGGCTTCT	CCCCTACACT
401	TATACCCCTA	CAACCCAACT	CTCCCCTAAC	TTAGCATTG	CTGTCCCAAT
451	GTGGCTTGCC	ACCGTGATCA	TCGGGCTACG	AAGCAAACCT	ACCTACGCAC
501	TGGGCCACCT	TCTACCAGAA	GGGACCCCA	CTCTTTAAT	TCCTATCCTA
551	ATCGTCATCG	AGACAATTAG	CCTCTTTATT	CGACCTATCG	CCCTTGGGGT
601	CCGACTGACC	GCCAATCTAA	CAGCCGGCCA	TCTCTTAATT	CAACTAATCG
651	CCACCGGAGC	ATTGTTCTT	CTTCCCCTAA	TACCACAGT	AGCC

Figura 1- Par de *primer* selecionado para amplificar o gene mtATP6 de espécies do gênero *Odontesthes*

## 4 | CONCLUSÃO

O par de *primer* desenhado demonstrou-se eficaz para detectar polimorfismos no gene mtATP6 em diferentes espécies de peixe-rei do gênero *Odontesthes*, tornando uma ferramenta para análise da diversidade genética. Apesar de não ser a primeira escolha de genes para identificação de espécies por DNA *barcoding*, que tem utilizado o gene Citocromo oxidase subunidade 1 (CO1) e o gene Citocromo B (CytB) como modelos, este gene apresenta polimorfismos adicionais que contribuiriam para aumentar o conhecimento evolutivo da espécie, além de ser um importante marcador do metabolismo energético. Estudos posteriores devem ser conduzidos para validar amplificação do produto de PCR e para verificar o potencial deste marcador para estudos de diversidade genética.

## REFERÊNCIAS

- Angrizani, R. C.; Malabarba, Luiz R. **Morphology and molecular data reveal the presence of two new species under *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (Siluriformes: Heptapteridae) species complex.** Zootaxa 4388:44-2018.
- Carvalho, D. C.; Melo, D. C.; Sousa, A. B.; Pimenta, D. Oliveira, D. A. A. 2008. **Identificação molecular de peixes: o caso do Surubim (*Pseudoplatystoma spp.*).** Revista Brasileira de Reprodução Animal 32, 4:215-219.
- Churikov, D.M.; Matsouka, X., Luan; A.K.; Gray A. K.; Gharrett A. J. 2001. **Assessment of concordance among genealogical reconstructions from various mtDNA segments in three species of Pacific salmon genus *Oncorhynchus*.** Molecular Ecology 10: 2329- 2339.
- Helbert, P. D. N.; Cywinska, A.; Ball, S. L.; Dewaard, J. R. 2003. **Biological identifications through**

**DNA barcodes.** Proceedings of the Royal of London 270:317-322.

Lenaz, G.; Baracca, A.; Carelli, V.; D'aurelio, M.; Sgarbi, G.; Solaini, G. 2004. **Bioenergetics of mitochondrial diseases associated with mtDNA mutations.** Biochim et Biophys Acta 1658:89-94.

Markoulatos, P.; Siafakas, N.; Moncany, M. 2002. **Multiplex polimerase chain reaction: a protical approach.** Journal of Clinical Laboratory Analysis 16:47-51.

Ramos-Fregonezi, A.M.C.; Malabarba, L.R.; Fagundes, N.J.R. 2017. **Population Genetic Structure of *Cnesterodon decemmaculatus* (Poeciliidae): A Freshwater Look at the Pampa Biome in Southern South America**Front. Frontiers in Genetics 8:214.

Tavares, R. A.; Piedras, S.R.N.; Nunes, M. D.; Almeida, D. B.; Moreira, C. G. A.; Fernades, S. F.; Freitas, S. F.; Moreira, H. L. M.; Pouey, J. L. O. F.; Dionello, N. J. L. 2014. **Identification of microsatellite loci with amplification potential in “pejerrey” (*Odontesthes humensis*).** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 66:1941-1945.

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

### Ana Rocha Mesquita

Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, Piauí,  
Brasil

autor para correspondência: arochazootecnia@  
gmail.com

### Luis Ricardo Romero Arauco

Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, Piauí,  
Brasil

### Arleia Medeiros Maia

Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, Piauí,  
Brasil

### Gabriela Gomes da Silva

Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, Piauí,  
Brasil

### Guilherme Silva Ferreira

Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, Piauí,  
Brasil

### José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi observar os efeitos da densidade de cultivo no desempenho de juvenis de peixes Betta (*Betta splendens*) por um período de 35 dias. Foram utilizados 345 juvenis *Betta splendens*, com 45 dias de idade, produzidos no setor de piscicultura da CPCE-UFPI. Os juvenis foram introduzidos em um tanque cônico azul translúcido com capacidade de 20 litros de água

e volume útil de 18L<sup>-1</sup>. A pesagem foi realizada durante o experimento e os parâmetros de desempenho produtivo foram determinados. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos representados por densidades de armazenamento (peixe por litro de água) e 5 repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) no nível de 5,0% de probabilidade, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, por meio do programa BIOESTAD 5.0. A densidade de cultura de juvenis de *Betta splendens* de 6 peixes por 18L<sup>-1</sup> foi a que obteve os melhores índices de desempenho, portanto pode-se concluir que para o cultivo de juvenis de *Betta splendens* pode-se empregar densidade de 6 peixes por litro 18L<sup>-1</sup> água nos tanques de cultura nas condições testadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** conversão alimentar, ganho de peso, peixe ornamental

### EFFECT OF THE CULTIVATION DENSITY IN THE ACTING OF THE FISH BETTA (*BETTA SPLENDENS*)

**ABSTRACT:** The objective of this work was to observe the effects of the cultivation density in the acting of juvenile of fish Betta (*Betta splendens*) for a period of 35 days. 345 juvenile *Betta splendens* were used, with 45 days of

age, produced in the section of fish farming of CPCE-UFPI. The juvenile ones were introduced in a blue conical tank translucent with capacity of 20 liters of water and useful volume of  $18L^{-1}$ . The weighting was accomplished during the experiment and the parameters of productive acting were certain. The experiment was carried out in a completely randomized design, with 4 treatments acted by storage densities (fish for liter of water) and 5 repetitions for treatment. The results were submitted to the variance analysis (ANOVA) in the level of 5,0% of probability, and the averages were compared by the test of Tukey, through the program BIOESTAD 5.0. the culture density of juvenile of *Betta splendens* of 6 fish for  $18L^{-1}$  was the one that obtained the index best of acting, therefore it can be ended that for the cultivation of juvenile of *Betta splendens* density of 6 fish can be used by  $18L^{-1}$  water in the culture tanks in the tested conditions.

**KEYWORDS:** alimentary conversion, I win of weight, ornamental fish

## INTRODUÇÃO

O peixe Betta (*Betta splendens*), assim como muitos outros peixes, precisa de um cuidado maior em relação à alimentação durante a larvicultura, pois essa fase determina a boa formação das nadadeiras e labirinto. O *Betta splendens*, a partir da fase juvenil, pode ser alimentado facilmente através de dietas formuladas (Wolfsheimer, 2003).

Apesar de ser um dos peixes mais populares do Brasil existem poucas pesquisas sobre as densidades de cultivo na fase de larvicultura ou de juvenil do *Betta splendens*. O objetivo deste trabalho foi observar os efeitos da densidade de cultivo no desempenho de juvenis de peixes Betta (*Betta splendens*) durante um período de 35 dias.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Piscicultura do Campus Professora Cinobelina Elvas, da Universidade Federal do Piauí (CPCE- UFPI), Bom Jesus, PI. Foram utilizados 345 juvenis de *Betta splendens* com 45 dias de idade, produzidos no próprio setor de piscicultura do CPCE- UFPI. Os peixes juvenis foram pesados em balança analítica e apresentando peso médio inicial de 0,02 g. Logo após a pesagem, foram introduzidos em tanque cônico de cor azul transluzido, com capacidade para 20 litros de água e volume útil de  $18L^{-1}$ . O experimento teve uma duração de 35 dias onde os peixe adultos começavam a apresentar características fenotípicas de macho e fêmea.

A qualidade da água foi verificada uma vez por semana, durante todo o experimento. Os peixes foram alimentados três vezes ao dia durante todo o trabalho, com ração comercial Plus Color<sup>®</sup>, sendo que a mesma era fornecida até a saciedade dos peixes. A ração foi moída e, posterior a isso, passada em peneira com abertura de 0,82 mm, para que os peixes conseguissem se alimentar, visto que a boca era pequena.

Foram calculados os seguintes parâmetros de desempenho: Peso inicial (g); Peso final (g); Ganho de Peso (g) = Peso final-Peso inicial; Conversão alimentar aparente CAA= consumo de ração/ ganho de peso.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos representado pelas densidades de estocagem (peixes por litro de água), onde D1= 6 peixe por 18L<sup>-1</sup>; D2= 9 peixe por 18L<sup>-1</sup>; D3= 18 peixes por 18L<sup>-1</sup> e D4= 36 peixe por 18L<sup>-1</sup> e 5 repetições por tratamento. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 5,0% de probabilidade, e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, através do programa BIOESTAD 5.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados demonstram que em relação à variável peso inicial (g), não foi observada diferença estatística significativa (Tabela 1), visto que os animais distribuídos nas quatro densidades de estocagem não estavam sob efeito anterior à tratamentos, apresentando valores semelhantes de peso.

Parâmetros	Densidade de estocagem (animais/L <sup>-1</sup> )			
	6/18L <sup>-1</sup>	9/18L <sup>-1</sup>	18/18L <sup>-1</sup>	36/18L <sup>-1</sup>
Peso médio inicial (g)	0.02 a	0.01 a	0.01 a	0.01 a
Peso médio final (g)	0.43 a	0.28 b	0.19 c	0.15 c
Ganho de Peso (g)	0.42 a	0.27 b	0.17 c	0.16 c
Conversão alimentar (CAA)	10.3 a	15.5 a	25.2 b	27.3 b

Valores seguidos de letras iguais na mesma linha demonstram que não houve diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 1. Parâmetros de desempenho produtivo dos juvenis de Betta (*Betta splendens*) submetidos a diferentes densidades de estocagem.

Para o parâmetro peso final (g), as densidades D1, D2, D3 e D4 apresentaram diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ), onde o melhor peso final foi para os peixes estocados a densidade de 6 peixes por 18L<sup>-1</sup> de água e o pior ganho de peso foi para os peixes estocados a densidades de 36 peixes por 18L<sup>-1</sup> de água. Estes resultados concordam com o trabalho de Ribeiro et al. (2008), onde menciona que os peixes produzidos na menor densidade apresentaram maiores valores de ganho de peso.

A densidade de 9 larvas por litro apresentam diferencia significativa com a densidade de 18 e 36 larvas por 18L<sup>-1</sup> que não apresentam diferencia significativa entre si. Em espécies de peixes ornamentais, como o Quinguio (*Carassius auratus*), a estocagem de animais em maiores densidades proporcionou um pior desempenho produtivo (Soares et al., 2002).

Para o ganho de peso o tratamento com 6 larvas por 18L<sup>-1</sup> apresenta diferença significativa ( $P > 0,5$ ) com as densidades de 9, 18 e 36 larvas por 18L<sup>-1</sup> obtendo o

melhor ganho de peso, assim como a densidade de 9 larvas por  $18L^{-1}$  apresentam diferença significativa com a densidade de 18 e 36 larvas por  $18L^{-1}$  que não apresentam diferença significativa entre si.

Na variável conversão alimentar (CA) as densidades de 6 e 9 peixes por  $18L^{-1}$  apresentam diferença significativa ( $P>0,5$ ) com as densidades de 18 e 36 peixes por  $18L^{-1}$  e não apresentam diferença significativa entre si e sendo a maior conversão alimentar. Os animais receberam a mesma quantidade de ração, onde a mesma era ofertada em parcelas, visto que, os animais, em fase pós-larval, apresentam o comportamento de fuga, a qualquer alteração apresentada ao seu ambiente. Quando comparado ao trabalho de Nagata et al. (2010), foi observada diferença de resultados para a conversão alimentar, sendo que em seu estudo, o autor não encontrou diferenças estatísticas significativas entre as densidades testadas (0,33 peixe  $L^{-1}$ ; 0,67 peixe  $L^{-1}$ ; 1,00 peixe  $L^{-1}$ ).

Os peixes *Betta splendens* com 90 dias de idade apresenta características sexuais secundárias onde já começa a ser observadas as diferenças entre macho e fêmea sendo assim os mesmos podem ser alimentados com hormônio durante 40 dias para obter mono sexo e obtendo maior valor no mercado.

## CONCLUSÃO

O melhor desempenho produtivo de juvenis de peixe *Betta splendens* de 40 a 90 dias de idade foi de 6 peixes por  $18L^{-1}$  de água nos tanques de cultivo nas condições testadas.

## REFERÊNCIAS

Nagata, M. M.; Takahashi, L. S.; Gimbo, R. S.; Kojima, J. T. e Biller, J. D. 2010. Influência da densidade de estocagem no desempenho produtivo do Acará- bandeira (*Pterophyllumscalare*). Boletim do Instituto de Pesca 36:9-16.

Ribeiro, F. A. S.; Preto, B. L. e Fernandes, J. B. K. 2008. Sistemas de criação para o acará bandeira (*Pterophyllumscalare*). Acta Scientiarum 30:459-466.

Soares, C. M.; Hayashi, C.; Meurer, F. e Schamber, R. 2002. Efeito da densidade de estocagem nas fases iniciais de desenvolvimento do quinguio, *Carassiusauratus*. Acta Scientiarum 24:527-532.

Wolfsheimer, G. The guide to owning Bettas. 2003. Neptune City: T.H.F. Publications.

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

### **Kétuly da Silva Ataiades**

Católica do Tocantins  
Palmas – Tocantins

### **Thiago Fontolan Tardivo**

Católica do Tocantins  
Palmas – Tocantins

### **Peter Gaberz Kirschnik**

Católica do Tocantins  
Palmas – Tocantins

### **Manoel Pedroza Filho**

Embrapa Pesca e Aquicultura  
Palmas – Tocantins

### **Larissa Uchôa da Rocha**

Instituto Natureza do Tocantins  
Palmas – Tocantins

**RESUMO:** Para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva, ela precisa ser composta de elos sólidos, principalmente em sua base. Dentro da piscicultura, a produção de formas jovens consolida o vínculo de base da cadeia produtiva. O presente trabalho teve como objetivo traçar as principais características que compõem o perfil do produtor de alevinos no estado do Tocantins, bem como o modo de comercialização dos mesmos. Com base em questionários aplicados em 5 das principais empresas do setor, que juntas correspondem a 80% da produção de formas jovens no estado,

constatou-se que a produção de formas jovens tem empreendimentos com um certo grau de tecnificação, mas ainda precisa de mais investimento em tecnologias reprodutivas, melhoramento genético e políticas públicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** alevinos, juvenis, piscicultura, tambaqui, tecnologias.

**ABSTRACT:** For the development of a productive chain it needs to be composed of solid links, mainly in its base. Within fish farming, the production of young forms consolidates the base bond of the productive chain. The present work aimed to outline the main characteristics that compose the profile of the fingerlings producer in the state of Tocantins, as well as the way of commercialization of the same. Based on questionnaires applied in 5 of the sector's main enterprises, which together correspond to 80% of the production of young forms in the state, it was found that the production of young forms has enterprises with a certain degree of technification, but still needs more investment in reproductive technologies, genetic betterment and public policy.

**KEYWORDS:** fish fingerlings, juveniles, fish farming, tambaqui, technologies.

## 1 | INTRODUÇÃO

A piscicultura vem se consolidando como um dos setores emergentes do agronegócio nacional, com um amplo destaque para a produção de peixes redondos (Tambaqui, Pirapitinga, Pacu e seus híbridos) em sistemas de cultivo (Pedroza Filho, 2016). Já no Tocantins, a piscicultura é uma atividade de ampla importância, tendo em vista os aumentos de produção de 1.361% no período de 2000 a 2014, saindo de 1.102 para 15.000 toneladas e um total de 13.510 milhares de formas jovens em 2014 (SEAGRO, 2015).

Porém, ao se tratar de estudos sobre empreendimentos de formas jovens, especialmente os que trabalham com espécies nativas, percebe-se que são muito restritos e pontuais (Guerreiro, 2014). Sendo necessário ainda, estudos de viabilidade econômica e gestão das unidades responsáveis por garantir a produção dos alevinos dessas espécies, gerando informações para um adequado planejamento da atividade.

Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho traçar as principais características que compõem o perfil do produtor de alevinos no estado do Tocantins, bem como a forma de comercialização dos mesmos.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada utilizando a metodologia de levantamento de dados secundários, análise documental e a realização de entrevistas com questionários semiestruturados de empresários produtores de formas jovens.

Foram aplicados questionários semiestruturados no período de 01º de abril a 08 de maio de 2016, com cinco empresas produtoras de formas jovens entrevistadas (quatro delas localizadas na região centro-sul e somente uma na região norte). Segundo Pedroza Filho (2014), o Estado do Tocantins possui 10 empresas que atuam nesse setor, porém algumas destas no momento cessaram a sua produção ou não quiseram participar. Apesar de não contemplar a totalidade dos empreendimentos, calcula-se que os cinco laboratórios envolvidos representem mais de 80% da produção de formas jovens no Tocantins, viabilizando a estimativa de valores da produção de formas jovens no estado. Por questões éticas, não será mencionado o nome das empresas entrevistadas para o presente resumo, sendo essas nominadas, em letras maiúsculas, da letra “A” a letra “E”.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o constatado no presente trabalho, os produtores contam com a vantagem de acessar um fornecedor de alevinos dentro de um raio máximo de 368 km dentro do estado.

Em relação ao tempo de atividade das empresas envolvidas no estudo, a média obtida foi de 16 anos (empresa A, B, C, D e E com, respectivamente, 24, 11, 22, 13 e



10 anos), tempo que reflete no quanto a base primária da cadeia produtiva é bastante sólida no Tocantins.

A área média de lâmina d'água dos empresários para a produção de formas dentro do Estado é de 7,69 hectares. A área destinada para matrizes e de produção de formas jovens é de 1,03 e 6,66 hectares, respectivamente (Tabela 1).

Empresas	Total (ha)	Destinado a matrizes (ha)	Para a produção de formas jovens (ha)	Capacidade de ampliação %
Empresa A	5	1	4	100
Empresa B	11	2	9	40
Empresa C	6	1	5	100
Empresa D	0,45	0,15	0,3	400
Empresa E	16	1	15	50
Médias	7,69	1,03	6,66	138

Tabela 1 – Área de lâmina d'água dos produtores de formas jovens no Tocantins

A média da capacidade de ampliação da área de lâmina d'água nas propriedades (Tabela 1) demonstra neste quesito o grande potencial de crescimento no estado do Tocantins.

O estudo revelou que os alevinos são as principais formas de comercialização.

Espécie	Empresa Produtora	Tamanho mínimo de comercialização (centímetros)	Tamanho máximo de comercialização (centímetros)
Tambaqui	A, B, C e D	3	6
Tambatinga	A, B, C, D e E	2	7
Tambacu	A, D e E	2	7
Pirapitinga	A e D	2	5
Pintado Amazônico	A, B e C	8	11
Matrinxã	A e B	3	5
Piauçu	B e C	4	5
Pirarucu	B e C	25	25

Tabela 2 - Média de tamanhos mínimos a máximos de alevinos produzidos para comercialização

Conforme a Tabela 2, os empreendimentos listados produzem entre duas e cinco espécies, com maior destaque para os peixes redondos, que possuem suas formas jovens sendo comercializadas entre 2 e 7 centímetros em média. Já as médias do pintado amazônico variam entre 8 e 11 centímetros, sendo produzido apenas por três

empresas entrevistadas. E o pirarucu, espécie menos presente nos empreendimentos do estado, tem sua comercialização ocorrendo em média aos 25 centímetros.

De acordo com resultados do questionário, o grupo de peixes redondos apresentam 73,52% da produção de formas jovens no Tocantins.

Entre as empresas, apenas uma realizou a caracterização genética do seu plantel de reprodutores, evitando assim, a consanguinidade nos lotes.

Sobre a mão de obra, relataram possuir entre um e treze funcionários, sendo que grau de escolaridade dos mesmos não ultrapassa o primeiro grau completo, podendo dificultar a inserção de tecnologias e gestão.

Por fim, sobre as dificuldades em exercer a atividade no estado, as questões de licenciamento ambiental da atividade foram apontadas como a maior delas.

#### 4 | CONCLUSÃO

O Estado do Tocantins tem um grande potencial para o desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura em especial na produção de formas jovens, setor que o Estado já possui grande experiência dentro do setor empresarial e público. Deve-se ainda buscar a inserção de tecnologias já desenvolvidas para o setor para evitar problemas genéticos e aumentar os índices produtivos do Estado.

#### REFERÊNCIAS

GUERREIRO, L.R.J.; SREIT JR., D.P.; ROTTA, M.A. **Gerenciamento em unidade de produção de alevinos de peixes reofílicos: custos de produção e boas práticas de manejo**. Custos e @ gronegócios on line – v. 10 , n. 3- Jul/Set. 2014.

PEDROZA FILHO, M.X., BARROSO, R.M., VALLADÃO, R.M. **Diagnóstico da cadeia produtiva da piscicultura no Estado de Tocantins**. 66 p. il. color. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318-1400; 1).

PEDROZA FILHO, M.X., RODRIGUES, A.P.O., REZENDE, F.P. **Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil**. CNA Brasil: Ativos da Aquicultura, Ano 2, edição 7, Jan de 2016.

## **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

