

Carlos Alexandre Oelke
Organizador



SUINOCULTURA & AVICULTURA

do básico a zootecnia de precisão



editora científica

Carlos Alexandre Delke
Organizador

SUINOCULTURA & AVICULTURA

do básico a zootecnia de precisão

1ª EDIÇÃO



editora científica

2021 - GUARUJÁ - SP

Copyright© 2021 por Editora Científica Digital

Copyright da Edição © 2021 Editora Científica Digital

Copyright do Texto © 2021 Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

S948 Suinocultura e avicultura [livro eletrônico] : do básico a zootecnia de precisão / Organizador Carlos Alexandre Oelke. – Guarujá, SP: Científica Digital, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-87196-89-3

DOI 10.37885/978-65-87196-89-3

1. Avicultura. 2. Suinocultura. 3. Zootecnia. I. Oelke, Carlos Alexandre.

CDD 636

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Parecer e Revisão Por Pares

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Editora Científica Digital, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.

O conteúdo dos capítulos e seus dados e sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. É permitido o download e compartilhamento desta obra desde que no formato Acesso Livre (Open Access) com os créditos atribuídos aos respectivos autores, mas sem a possibilidade de alteração de nenhuma forma ou utilização para fins comerciais.



editora científica

EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL LTDA

Guarujá - São Paulo - Brasil

www.editoracientifica.org - contato@editoracientifica.org

CORPO EDITORIAL

Direção Editorial

Reinaldo Cardoso

João Batista Quintela

Editor Científico

Prof. Dr. Robson José de Oliveira

Assistentes Editoriais

Elielson Ramos Jr.

Erick Braga Freire

Bianca Moreira

Sandra Cardoso

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior - CRB6/2422

Jurídico

Dr. Alandelon Cardoso Lima - OAB/SP-307852



editora científica

CONSELHO EDITORIAL

MESTRES, MESTRAS, DOUTORES E DOUTORAS

Robson José de Oliveira

Universidade Federal do Piauí, Brasil

Carlos Alberto Martins Cordeiro

Universidade Federal do Pará, Brasil

Rogério de Melo Grillo

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Eloisa Rosotti Navarro

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Ernane Rosa Martins

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Brasil

Rossano Sartori Dal Molin

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Carlos Alexandre Oelke

Universidade Federal do Pampa, Brasil

Domingos Bombo Damião

Universidade Agostinho Neto, Angola

Edilson Coelho Sampaio

Universidade da Amazônia, Brasil

Elson Ferreira Costa

Universidade do Estado do Pará, Brasil

Reinaldo Eduardo da Silva Sales

Instituto Federal do Pará, Brasil

Patrício Francisco da Silva

Universidade CEUMA, Brasil

Auristela Correa Castro

Universidade Federal do Pará, Brasil

Dalízia Amaral Cruz

Universidade Federal do Pará, Brasil

Susana Jorge Ferreira

Universidade de Évora, Portugal

Fabricio Gomes Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Erival Gonçalves Prata

Universidade Federal do Pará, Brasil

Gevair Campos

Faculdade CNEC Unai, Brasil

Flávio Aparecido de Almeida

Faculdade Unida de Vitória, Brasil

Mauro Vinicius Dutra Girão

Centro Universitário Ina, Brasil

Clóvis Luciano Giacomet

Universidade Federal do Amapá, Brasil

Giovanna Moraes

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

André Cutrim Carvalho

Universidade Federal do Pará, Brasil

Dennis Soares Leite

Universidade de São Paulo, Brasil

Silvani Verruck

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Osvaldo Contador Junior

Faculdade de Tecnologia de Jahu, Brasil

Claudia Maria Rinhel-Silva

Universidade Paulista, Brasil

Silvana Lima Vieira

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Cristina Berger Fadel

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Graciete Barros Silva

Universidade Estadual de Roraima, Brasil



editora científica

Carlos Roberto de Lima

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

Wesley Viana Evangelista

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

Cristiano Marins

Universidade Federal Fluminense, Brasil

Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva

Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória, Brasil

Daniel Luciano Gevehr

Faculdades Integradas de Taquara, Brasil

Silvio Almeida Junior

Universidade de Franca, Brasil

Juliana Campos Pinheiro

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Raimundo Nonato Ferreira do Nascimento

Universidade Federal do Piauí, Brasil

Antônio Marcos Mota Miranda

Instituto Evandro Chagas, Brasil

Maria Cristina Zago

Centro Universitário UNIFAAT, Brasil

Samylla Maira Costa Siqueira

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Gloria Maria de Franca

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Carla da Silva Sousa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

Dennys Ramon de Melo Fernandes Almeida

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Mário Celso Neves de Andrade

Universidade de São Paulo, Brasil

Juliano Pizzano Ayoub

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

Ricardo Pereira Sepini

Universidade Federal de São João Del-Rei, Brasil

Maria do Carmo de Sousa

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Flávio Campos de Moraes

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Jonatas Brito de Alencar Neto

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Reginaldo da Silva Sales

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

Iramirton Figuerêdo Moreira

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

Moisés de Souza Mendonça

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

Bianca Anacleto Araújo de Sousa

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

Pedro Afonso Cortez

Universidade Metodista de São Paulo, Brasil

Bianca Cerqueira Martins

Universidade Federal do Acre, Brasil

Vitor Afonso Hoeflich

Universidade Federal do Paraná, Brasil

Francisco de Sousa Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

Sayonara Cotrim Sabioni

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

Thais Ranielle Souza de Oliveira

Centro Universitário Euroamericano, Brasil

Cynthia Mafra Fonseca de Lima

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

Marcos Reis Gonçalves

Centro Universitário Tiradentes, Brasil

Rosemary Laís Galati

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Maria Fernanda Soares Queiroz

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil



Letícia Cunha da Hungria

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Dioniso de Souza Sampaio

Universidade Federal do Pará, Brasil

Leonardo Augusto Couto Finelli

Universidade Estadual de Montes Claros, Brasil

Danielly de Sousa Nóbrega

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Brasil

Mauro Luiz Costa Campello

Universidade Paulista, Brasil

Livia Fernandes dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Brasil

Sonia Aparecida Cabral

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, Brasil

Camila de Moura Vogt

Universidade Federal do Pará, Brasil

José Martins Juliano Eustáquio

Universidade de Uberaba, Brasil

Walmir Fernandes Pereira

Miami University of Science and Technology, Estados Unidos da América

Liege Coutinho Goulart Dornellas

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

Ticiano Azevedo Bastos

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Jónata Ferreira De Moura

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Daniela Remião de Macedo

Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa, Portugal

Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda

Universidade Federal do Pará, Brasil

Bruna Almeida da Silva

Universidade do Estado do Pará, Brasil

Adriana Leite de Andrade

Universidade Católica de Petrópolis, Brasil

Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco

Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Brasil

Claudiomir da Silva Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil

Fabício dos Santos Ritá

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil, Brasil

Ronei Aparecido Barbosa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil

Julio Onésio Ferreira Melo

Universidade Federal de São João Del-Rei, Brasil

Juliano José Corbi

Universidade de São Paulo, Brasil

Alessandra de Souza Martins

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho

Universidade Federal do Cariri, Brasil

Thadeu Borges Souza Santos

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Francine Náthalie Ferraresi Rodriguess Queluz

Universidade São Francisco, Brasil

Maria Luzete Costa Cavalcante

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Luciane Martins de Oliveira Matos

Faculdade do Ensino Superior de Linhares, Brasil

Rosenery Pimentel Nascimento

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Lívia Silveira Duarte Aquino

Universidade Federal do Cariri, Brasil

Irlane Maia de Oliveira

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Xaene Maria Fernandes Mendonça

Universidade Federal do Pará, Brasil



Thaís de Oliveira Carvalho Granado Santos

Universidade Federal do Pará, Brasil

Fábio Ferreira de Carvalho Junior

Fundação Getúlio Vargas, Brasil

Anderson Nunes Lopes

Universidade Luterana do Brasil, Brasil

Iara Margolis Ribeiro

Centro Universitário Boa Viagem, Brasil

Carlos Alberto da Silva

Universidade Federal do Ceará

Keila de Souza Silva

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Francisco das Chagas Alves do Nascimento

Universidade Federal do Pará, Brasil

Réia Sílvia Lemos da Costa e Silva Gomes

Universidade Federal do Pará, Brasil

Priscyla Lima de Andrade

Centro Universitário UniFBV, Brasil

Aleteia Hummes Thaines

Faculdades Integradas de Taquara, Brasil

Darlindo Ferreira de Lima

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Sílvia Raquel Santos de Moraes

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil



APRESENTAÇÃO

A suinocultura e avicultura brasileira experimentou nas últimas 6 décadas um desenvolvimento intenso, impulsionado principalmente pelo melhoramento genético praticado nos animais. Porém, o máximo desempenho produtivo só é alcançado se todos os elos da produção forem bem executados, tais como, o manejo nutricional, sanitário e de bem-estar animal. Assim, esta obra traz uma variedade de temas que foram elaborados por professores, estudantes, pesquisadores e profissionais de empresas ligados à suinocultura e avicultura. Agradecemos aos autores pelo empenho, disponibilidade e dedicação para o desenvolvimento e conclusão desta obra, que será uma ferramenta importante para profissionais e estudantes, que se dedicam em manter a suinocultura e avicultura em constante evolução.

Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke¹

¹ Professor e pesquisador na Universidade Federal do Pampa, campus Uruguiana.



SUMÁRIO

CAPÍTULO 01

PRODUÇÃO DE SUÍNOS EM ÉPOCAS DE RESTRIÇÃO AOS ANTIMICROBIANOS – UMA VISÃO GLOBAL

Fellipe Freitas Barbosa; Silvano Bünzen

DOI: 10.37885/210203382 14

CAPÍTULO 02

A TAXA DE REPOSIÇÃO DE LEITOAS REALMENTE MUDOU PARA 50%?

Robson Carlos Antunes; Jéssica Silva Soares

DOI: 10.37885/201202548 34

CAPÍTULO 03

ANATOMIA E FISIOLOGIA REPRODUTIVA DA FÊMEA SUÍNA: UMA REVISÃO

Paula Magnabosco Secco; Carla Fredrichsen Moya

DOI: 10.37885/210203125 42

CAPÍTULO 04

ANÁLISE COMPORTAMENTAL E CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE MATRIZES SUÍNAS ALOJADAS EM BAIAS COLETIVAS E GAIOLAS INDIVIDUAIS

Nathalia de Oliveira Telesca Camargo; Ines Andretta; Camila Lopes Carvalho; Eduardo Gonçalves Xavier

DOI: 10.37885/210202964 56

CAPÍTULO 05

BEM-ESTAR ANIMAL EM GALINHAS POEDEIRAS

Camila Lopes Carvalho; Ines Andretta; Nathalia de Oliveira Telesca Camargo; Raquel Melchior; Susana Cardoso

DOI: 10.37885/210203111 68

CAPÍTULO 06

BEM-ESTAR ANIMAL EM SUÍNOS

Camila Lopes Carvalho; Melody Martins Cavalcante; Nathalia de Oliveira Telesca Camargo; Ines Andretta

DOI: 10.37885/210203348 89

SUMÁRIO

CAPÍTULO 07

CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE GALINHAS (*GALLUS GALLUS DOMESTICUS*) DE COMUNIDADES RURAIS DO MEIO-NORTE DO BRASIL

Maurício Sérgio Ferreira Soares da Silva Júnior; Alberto Alexandre de Sousa Borges; Sárvia Rafaelly Nunes Santos; Vanessa Gomes de Moura; Ana Carolina Soares Dias; Geice Ribeiro da Silva; Adriana Mello de Araújo; José Williams Gomes de Oliveira Filho

DOI: 10.37885/210203291..... 116

CAPÍTULO 08

COMPORTAMENTO E DESEMPENHO REPRODUTIVO DE MARRÃS MANTIDAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE CRIAÇÃO

Rodrigo Fortunato de Oliveira; Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares; Rayanne Prates de Andrade

DOI: 10.37885/210203364..... 129

CAPÍTULO 09

CONSIDERAÇÕES SOBRE CASTRAÇÃO DE SUÍNOS MACHOS

Thaíná Pizane da Silva; Mayara da Silva Trentim; André Felipe da Silva; Luiz Sérgio Merlini; Rita de Cássia Lima Ribeiro; Luciana Kazue Otutumi; Pollyana Linhares Sala; Thaís Camaso de Sá; Ana Maria Quessada

DOI: 10.37885/210203143..... 140

CAPÍTULO 10

CONTROLE DE ENDOPARASITOSE EM GALINHAS NO SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO

Bruna Poletti; Maitê de Moraes Vieira; Denise Iparraguirre; Edson Marcelo Gonçalves Garcia; Cláudia Bos Wolff; Andrea Troller Pinto; João Fábio Soares

DOI: 10.37885/210203331..... 154

CAPÍTULO 11

CRESCIMENTO CORPORAL, PARTICULARIDADES E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DAS GALINHAS CAIPIRAS: UMA REVISÃO

Abigail Araújo de Carvalho; Artur Oliveira Rocha; Débora Araújo de Carvalho; Marcos Jacob de oliveira Almeida; Bruna Lima Barbosa; Francisco Albir Lima Júnior; José dos Santos de Moura; José Lindenberg Rocha Sarmento

DOI: 10.37885/210203194..... 167

CAPÍTULO 12

EFEITO DE ÁCIDOS ORGÂNICOS NA DIETA DE REPRODUTORES SUÍNOS SOBRE A VIABILIDADE ESPERMÁTICA

Carlos Augusto Rigon Rossi; Rodrigo Dalmina Rech; Vladimir de Oliveira; Bruno Neutzling Fraga; Marcos Speroni Ceron

DOI: 10.37885/210203109..... 180

SUMÁRIO

CAPÍTULO 13

FATORES QUE PREDISPÕE A OCORRÊNCIA DE ENFERMIDADES EM SUÍNOS NA FASE DE CRECHE

Marina Patrícia Walter; Natalha Biondo; Paulo Eduardo Bennemann; Djane Dallanora; Bruno Teixeira Marimon

DOI: 10.37885/210303474 192

CAPÍTULO 14

FREQUÊNCIA HÍBRIDA: UMA NOVA ABORDAGEM NO ABATE HUMANITÁRIO DE FRANGOS DE CORTE

Leonardo Thielo de La Vega; Denis Sato; Luciana Vieira Piza; Ernane Costa

DOI: 10.37885/210203072 203

CAPÍTULO 15

MANEJO DA CAMA AVIÁRIA

Janaina Rossetto; Carlos Alexandre Oelke; Bruno Neutzling Fraga; Andressa Layter Oelke; Patricia Rossi; Daniele Felicio Rodrigues

DOI: 10.37885/210203363 216

CAPÍTULO 16

MELHORAMENTO GENÉTICO E PROLIFICIDADE: ONDE QUEREMOS CHEGAR ?

Robson Carlos Antunes; Jéssica Silva Soares

DOI: 10.37885/201202547 229

CAPÍTULO 17

NUTRIÇÃO E METABOLISMO DO COBRE EM FRANGOS DE CORTE E SUÍNOS

Pedro Augusto Galiotto Miranda; Cheila Roberta Lehnem

DOI: 10.37885/210203305 242

CAPÍTULO 18

SUÍNOS, ENDOPARASITAS, COCCÍDIOS, PARABASALÍDEOS.

Caroline C. Carreiro; Cleide Domingues Coelho; Jorge Luis B. Pereira Jorge; Nelson Oscaranha Gonsales Costa; Rafael do Valle Paiva;

Walter Leira Teixeira Filho; Adriane Garcia da Rosa; Vera Lúcia T. de Jesus

DOI: 10.37885/210203020 268

SUMÁRIO

CAPÍTULO 19

TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICS) NA SUINOCULTURA

Emanuele Brusamarelo; Daniela Brusamarelo; Christiane Silva Souza; Thuani Venâncio da Silva Pereira; Alisson Verbenes Alves

DOI: 10.37885/210203266 278

CAPÍTULO 20

USO DE RACTOPAMINA PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

Bruna Souza de Lima Cony; Giuliana de Abreu Freitas Marques; Catiane Orso; Marcos Kipper; Andréa Machado Leal Ribeiro; Ines Andretta

DOI: 10.37885/210203306 288

CAPÍTULO 21

VALINA NA NUTRIÇÃO AVÍCOLA

Thuani Venâncio da Silva Pereira; Emanuele Brusamarelo; Christiane Silva Souza; Alisson Verbenes Alves; Gerusa da Silva Salles Corrêa

DOI: 10.37885/210203336 302

CAPÍTULO 22

VARIABILIDADE DE PESO DE LEITÕES AO NASCIMENTO: EFEITO SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA

Marcos Speroni Ceron; Vladimir de Oliveira; Bruno Neutzling Fraga; Carlos Augusto Rigon Rossi; Daniela Regina Klein; Michael Silveira Reis; Carlos Eduardo Botega; Giovane Krebs; Alexandre de Mello Kessler

DOI: 10.37885/210202991 317

CAPÍTULO 23

ÓLEOS DE CAJU E MAMONA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE

Daiane Crespão; Patricia Rossi; Paulo Segato Cella; Carlos Alexandre Oelke; Lilian Kelly Pereira; Jackeline Dall Agnol de Lima; Douglas Francisco da Silva; Maria Antonia Michels de Souza

DOI: 10.37885/210203018 332

SOBRE O ORGANIZADOR 345

ÍNDICE REMISSIVO 346

“

Produção de suínos em épocas de restrição aos antimicrobianos – uma visão global

■ Fellipe Freitas **Barbosa**
UFV

■ Silvano **Bünzen**
UFV

RESUMO

A utilização de antimicrobianos nas dietas de suínos têm sido duramente questionada por governos, cientistas e também pelo consumidor final. O temor de que uso excessivo de certas moléculas resulte em bactérias resistentes às mesmas é o argumento principal da discussão. Estima-se que, caso não seja evitada ou revertida, tal resistência implicaria em danos sérios à saúde da população – levando-se em conta que as mesma moléculas e mesmas bactérias convivem livremente na agropecuária e nas nossas vidas. O produtor necessita, portanto, de alternativas viáveis que ajudem a manter a performance dos animais e a rentabilidade de seu empreendimento. Para isso, precisamos entender os motivos que nos levam a utilizar antimicrobianos e criar estratégias nutricionais e de manejo para minimizá-los. O foco na fase de creche se justifica por ser essa fase a maior consumidora de antibióticos e óxido de zinco dentro de uma criação de suínos. Reduzir fatores que levam à distúrbios gastrointestinais pode ser o primeiro passo para uma redução ou até remoção por completo dos antibióticos promotores de crescimento.

Palavras-chave: Resistência Antimicrobiana, Desmame, Antibióticos, Nutrição, Biossegurança.

INTRODUÇÃO

A suinocultura, como toda atividade relacionada à produção animal, vive de desafios e, como consequência, de reinventar-se. Nas últimas décadas vimos os preços de insumos subindo e descendo; vimos os conceitos de bem-estar animal alterando a maneira como planejamos nossas granjas; vimos as empresas de genéticas trazendo para o produtor as modernas fêmeas hiperprolíficas e, ao mesmo tempo, adicionando no sistema de produção o desafio de leitões mais novos ao nascimento; e mais recentemente, vimos o mundo distanciando-se de estratégias que até então eram inquestionáveis, como por exemplo a utilização de antimicrobianos nas rações. Independentemente se como promotores de crescimento, estratégias profiláticas ou curativas, a suinocultura mundial tem total consciência de que tais moléculas, cedo ou tarde, serão completamente banidas do sistema produtivo.

Para o produtor a questão é: como manter eficiência produtiva e rentabilidade da operação em um cenário no qual terá de abrir mão de ferramentas tão “eficientes”? Para nós, especialistas em nutrição, produção, veterinária e afins, o desafio de ajudar a indústria suinícola a mais uma vez se reinventar, sem antibióticos e sem óxido de zinco. E para tal, temos de entender os motivos da proibição dos antimicrobianos. E precisamos entender por que tais moléculas funcionam. E contra o quê essas moléculas funcionam. E o mais importante: quais os gatilhos que desencadeiam a necessidade de ambos em nossas formulações e nossas granjas.

Essa revisão tem como objetivo discutir a restrição na utilização de antibióticos e óxido de zinco na produção de suínos, os motivos e as consequências, e de apresentar conceitos nutricionais e estratégias de manejo voltadas à redução dos mesmo – baseados na fisiologia dos suínos e na estrutura de nossas granjas.

ANTIBIÓTICOS E O RISCO DE RESISTÊNCIA MICROBIANA

Os antibióticos têm sido uma ferramenta importante para controlar o crescimento excessivo da população patogênica nas granjas. Hoje em dia, no entanto, há uma conscientização crescente de consumidores, da indústria varejista e de produtores em todo o mundo sobre os riscos do uso dessas moléculas. Além dessa conscientização da cadeia produtiva, os governos estão tomando medidas para reduzir ou para parar completamente o uso de antibióticos na pecuária.

O maior argumento contra os antibióticos é o risco de que sua utilização em excesso resulte no desenvolvimento de resistência antimicrobiana nos mesmo nos patógenos que hoje em dia tentamos controlar. O agravante é que patógenos resistentes não são estáticos e causam danos apenas na pecuária; o problema é que tal resistência pode propagar-se e

virar um problema de saúde na população em geral. Estudos mostraram que uma vez que as bactérias desenvolvam resistência a um determinado antibiótico, elas provavelmente transferirão essa “informação de resistência” para uma ampla gama de outras bactérias (Harada et al., 2005). Antibióticos de extrema importância em medicina humana e veterinária como os antibióticos β -lactâmicos (penicilinas, cefalosporinas, cefamicinas, carbapenênicos, monobactâmicos, e clavulanato – Wikipédia, 2021) estão em risco devido a genes de resistência encontrados em bactérias isoladas de granjas de suínos (Mollenkopf et al, 2017).

Resistência antimicrobiana – uma ameaça à humanidade

De acordo com a Associação Médica Americana (AMA), a resistência antimicrobiana é uma das principais ameaças à saúde pública atualmente. Mais de 2 milhões de pessoas são infectadas com bactérias resistentes a diferentes tipos de antibióticos a cada ano (Marquardt e Suzhen, 2018). Ainda, conforme correspondente oficial do Governo do Reino Unido nas questões relacionadas à resistência antimicrobiana naquele país, Professora Dame Sally, os antibióticos em geral vêm perdendo sua eficácia em controlar doenças em níveis alarmantes (Davies in: “Antibiotic resistance ‘big threat to health’ - BBC News”, 2012). Em um relatório encomendado pelo Governo do Reino Unido e publicado em 2016, estima-se que se mudanças drásticas não forem implementadas, o número de mortes a cada ano devido à resistência antimicrobiana poderia beirar os 10 milhões de pessoas em 2050 (Figura 1).

Figura 1. Mortes atribuíveis a diferentes causas atualmente e por resistência antimicrobiana com projeção para 2050 (O’Neill, 2016)



Entendendo a resistência bacteriana

A resistência antimicrobiana é um processo natural que é acelerado pela prescrição inadequada de antimicrobianos, práticas inadequadas de controle de infecções e o uso desnecessário desses agentes na agricultura ([Barber and Sutherland, 2017](#)). De maneira simples, pode ser definida como o processo pelo qual os patógenos evoluem tornando-se capazes de resistir à ação dos agentes antimicrobianos, tornando-os dessa forma, ineficazes. São conhecidos diversos mecanismos pelos quais bactérias para resistir aos antibióticos, desde enzimas que degradam o antibiótico (por exemplo, β -lactamase) até a prevenção da sua absorção pelo microrganismo.

Uma vez resistente, uma bactéria pode transferir os genes de resistência que carregam para outro indivíduo, independentemente de serem comensais ou patogênicos. E o mecanismo de propagação e aumento do número de indivíduos resistentes acentua-se, por exemplo, no momento de utilização de antibióticos como tratamento a enfermidades detectadas nas granjas: as bactérias que são todavia susceptíveis são mortas e as resistentes sobrevivem e, diante de menor competição por substrato, proliferam-se de maneira mais eficiente.

Taxas de resistência e uso de antibióticos na suinocultura

Governos de diversos países tem rastreado bactérias resistentes em granjas de aves nas últimas décadas e estima-se que a resistência a antibióticos em animais de produção quase triplicou desde o ano 2000 ([Van Boeckel et al., 2019](#)). Segundo os autores, isso se justifica diante da quantidade de antibióticos destinados à pecuária: quase 73% dos antibióticos do mundo são utilizados pelos setor. Até o presente momento, somente em 2021, calcula-se algo em torno de 23 milhões de toneladas de antibióticos (fonte: *The Word Counts*).

[Ceccarelli et al. \(2020\)](#) também observaram uma clara correlação entre a quantidade de antibióticos utilizados e a porcentagem de resistência, principalmente em frangos de corte e suínos. A suinocultura dinamarquesa utilizou aproximadamente 75% de todos os antimicrobianos prescritos por veterinários naquele país – o equivalente a 72,6 toneladas de composto ativo – no ano de 2019 (Figura 2; [DANMAP, 2019](#)). Segundo o mesmo relatório, 2,3% de todos os suínos produzidos ali receberam algum tipo de tratamento antimicrobiano por dia. Quando avaliados por fase de produção, leitões desmamados representam quase 49% do valor total (Tabela 1). Vale ressaltar que a Dinamarca é um dos mais importantes países produtores de leitões na Europa, contando atualmente com um rebanho de aproximadamente 1,08 milhões de porcas (fonte: [Statistics Denmark](#)). E que ali o uso de antimicrobianos é controlado pelo governo e disponível apenas sob prescrição do médico veterinário.

Figura 2. Uso de antimicrobianos por espécie – Dinamarca (DANMAP, 2019)

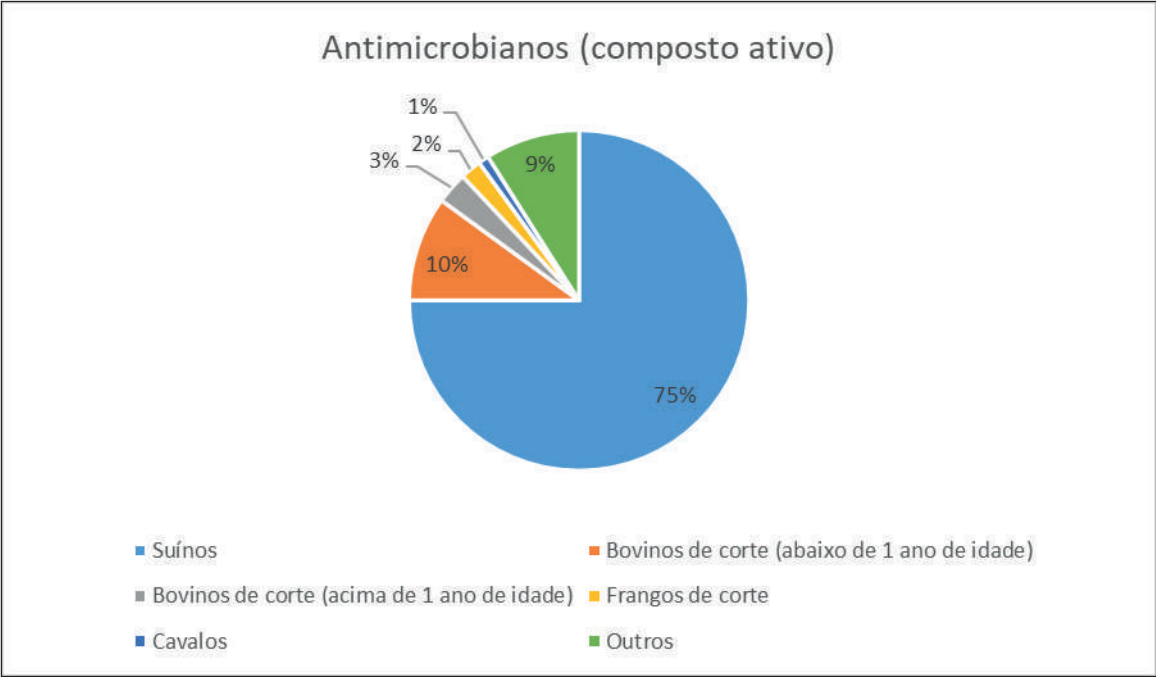
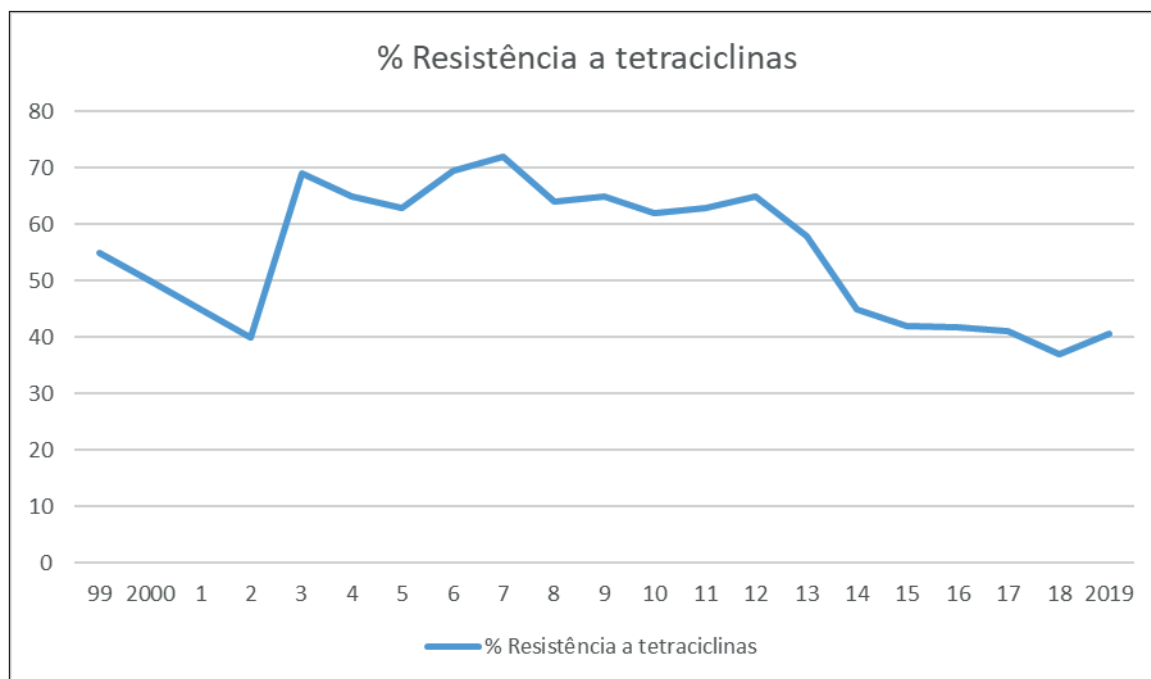


Tabela 1. Uso de antimicrobianos em suinocultura por fase (kg de composto ativo) – Dinamarca (DANMAP, 2019)

Fase	Total 2018, kg	Total 2019, kg
Porcas e leitões lactentes	22331	21560
Leitões desmamados	33848	33282
Animais em crescimento e terminação	18479	17790
Total	74658	72632

Em contrapartida, quando ações de controle e conscientização são colocadas em prática e quando há uma renovação nas práticas aplicadas na suinocultura, é possível reduzir e até mesmo reverter a ocorrência de resistência aos antimicrobianos. O relatório [NethMap](#) mostra o consumo anual de antimicrobianos e de resistência bacteriana na Holanda. Dados de 2019 mostram uma redução linear na porcentagem de resistência em isolados de e. coli fecal em suínos de terminação (Figura 3).

Figura 3. Tendências na proporção de resistência a tetraciclina (%) de *E. coli* isoladas de amostras fecais de suínos de abate na Holanda de 1998 a 2019 (NethMap, 2020)

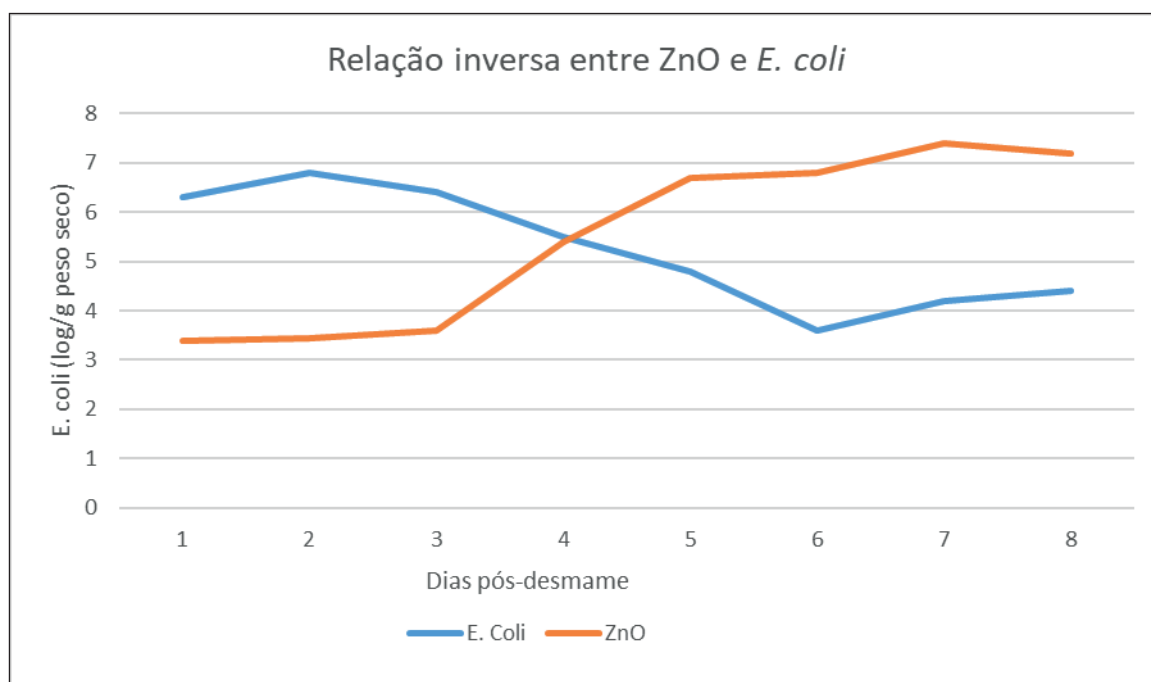


ÓXIDO DE ZINCO – UMA FERRAMENTA EFICAZ MAS ALTAMENTE QUESTIONADA

ZnO nas formulações de leitões durante a fase de creche

Desde o início dos anos 90, o óxido de zinco (ZnO), quando em dosagens farmacológicas de 2500 a 3000ppm, tem sido utilizado para controlar a diarreia pós-desmame e promover o crescimento em leitões. Seu modo de ação como antimicrobiano e promotor de crescimento ainda não é totalmente compreendido, mas pode-se afirmar que o ZnO tem efeitos sobre diferentes processos imunológicos e metabólicos, efeitos diretos sobre a microbiota gastrointestinal (Roselli et al., 2003; Vahjen and Zentek, 2015 – Figura 5) e há também indícios de que tem papel importante na manutenção da integridade intestinal (Liu et. al, 2014).

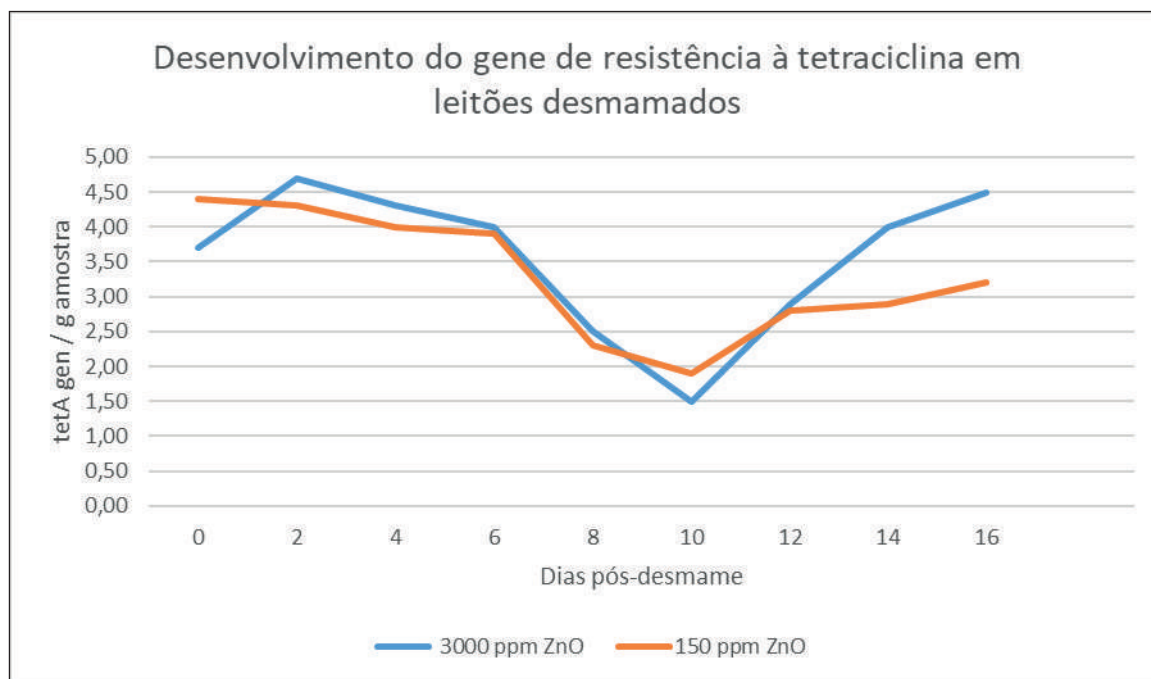
Figura 5. Relação inversa entre ZnO e *E. coli* (Adaptado de: Vahjen and Zentek, 2015)



Os suínos dependem do fornecimento contínuo de zinco. Entre outras funções, este oligoelemento constitui um componente funcional de cerca de 300 enzimas bioquímicas, tornando-o fundamental para a maioria dos processos metabólicos e, por consequência, para produção e reprodução. As rações de suínos incluem, portanto, a suplementação de zinco para atender às exigências dos animais. A Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (EFSA) sugere atualmente que um nível total de 150ppm de zinco na ração é suficiente para suprir as necessidades fisiológicas dos animais.

No entanto, a mesma agência ressalta que níveis acima disso podem trazer prejuízos ambientais e de resistência bacteriana. O zinco é um metal pesado e a biodisponibilidade e absorção deste mineral, particularmente vindo de fontes inorgânicas, é baixa. Portanto, a maior parte do zinco dado aos leitões por essa fonte acumulará nas fezes. Tal fato é crítico quando se consideram os níveis farmacológicos citados acima. Esse acúmulo pode aumentar gradualmente as concentrações de zinco no solo do lençol freático, levando a efeitos negativos sob culturas alimentares, vida aquática e água potável. Com relação à resistência bacteriana, de acordo com Vahjen et al. 2015, a utilização de níveis farmacológicos de zinco podem acelerar o processo e aumentar o número de genes resistentes a diversos compostos ativos (Figura 5).

Figura 5. Desenvolvimento do gene de resistência à tetraciclina em leitões desmamados – estatisticamente significativo – $P < 0,05$ (Adaptado de: Vahjen et al. 2015)



Proibição da União Europeia (UE): ZnO a ser gradualmente eliminado até 2022

Em 2017, a Agência Europeia de Medicamentos (EMA) - a agência da UE responsável pela avaliação científica, supervisão e monitoramento da segurança de medicamentos, incluindo medicamentos veterinários – realizou uma análise geral de risco-benefício para o ZnO. Concluiu-se que os benefícios da prevenção de diarreia em leitões pós-desmame não compensaria os riscos ambientais significativos causados pela poluição por zinco. Em sua decisão, a EMA também aponta o risco de que o uso de óxido de zinco possa promover o desenvolvimento de resistência antimicrobiana.

Assim, até junho de 2022, todos os estados membros da UE terão que retirar as autorizações de comercialização de medicamentos veterinários contendo óxido de zinco que são administrados oralmente aos animais de produção. Outros países produtores de suínos como China e Vietnã também começaram a questionar a utilização do ZnO. Na China, desde 2018, o máximo tolerado por lei é de 1800ppm até duas semanas pós-desmame. Isso leva, claro, à busca por alternativas por parte dos produtores. E tais alternativas devem necessariamente cobrir estratégias de manutenção da sanidade intestinal em leitões desmamados.

O PAPEL IMPORTANTE DOS LEITÕES NO APRENDIZADO E IMPLEMENTAÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DE ANTIMICROBIANOS

Como discutido anteriormente de maneira geral, o maior consumo de antimicrobianos na suinocultura está associado à fase de creche. Os motivos para tal são mundialmente reconhecidos: o desmame por si só descrito como a separação de leitões e porcas, mudança de ambiente, mistura de lotes, apenas ração sólida como fonte de nutrientes, entre outros. Durante horas ou dias após o desmame, o consumo de ração e ingestão de água são significativamente comprometidas. Isso promove uma alteração significativa da microflora bacteriana normal do animal, que está em fase de “implantação” e associado a uma alta carga de bactérias patogênicas, tais como *Escherichia coli*, acaba por prejudicar a “saúde intestinal” dos animais. Além disso, de maneira geral, os leitões enfrentam uma alta carga de bactérias patogênicas, tais como *Escherichia coli*. Juntos, esses fatores estressantes desencadearão vários processos negativos no intestino dos suínos, incluindo danos na parede intestinal e o crescimento excessivo desses patógenos. Como consequência, o desempenho é comprometido e há um pico de diarreia nas granjas.

Para atingirmos o objetivo de substituir os antimicrobianos utilizados nessa fase, devemos primeiramente entender um conceito aparentemente simples: saúde intestinal.

Saúde intestinal – simples ou complicado?

A saúde intestinal e o que esse termo realmente significa têm sido tema de vários artigos por revisão nas últimas décadas (Adewole et al., 2016, Bischoff, 2011, Celi et al., 2017, Jayaraman e Nyachoti, 2017, Moeser et al., 2017). Apesar do valioso conjunto de conhecimentos acumulados sobre o tema, ainda falta uma definição clara e amplamente aceita. Kogut e Arsenault (2016) definem já no título de seu trabalho que saúde intestinal é “o novo paradigma na produção animal”. Os autores vão além e a explicam como “a ausência e/ou prevenção de doenças intestinais de maneira tal que o animal seja capaz de desempenhar suas funções fisiológicas e resistir a estresses exógenos e endógenos”.

Em um artigo recentemente publicado, Pluske et al. (2018) acrescentam à definição acima que a saúde intestinal deve ser vista em um contexto mais geral. Eles a descrevem uma condição generalizada de homeostasia no trato gastrointestinal, com respeito à sua estrutura e função geral. Os autores acrescentam a esta definição que a saúde intestinal em suínos pode ser comprometida mesmo quando nenhum sintoma clínico de doença pode ser observado. Cada fator estressante pode comprometer a resposta imunológica dos mesmos e, portanto, seu desempenho. Sem equilíbrio intestinal, os animais em geral não irão ter o desempenho esperado. Portanto, o equilíbrio intestinal é o objetivo maior para o qual formulamos as rações especialmente de leitões.

O efeito da nutrição na saúde intestinal no desmame

A formulação de rações focadas na saúde intestinal dos leitões deve levar em conta, entre outros, os seguintes pontos essenciais: redução de nutrientes não digeridos; minimização do crescimento microbiano (patogênico); modulação da microflora positiva; e integridade da parede intestinal. Tais aspectos estão ligados por exemplo à quantidade e qualidade da proteína nas rações e à utilização de fibra e aditivos específicos para saúde intestinal. A seguir, discutiremos alguns desses pontos, focando uma vez mais na redução da necessidade de utilização de antimicrobianos.

Nível de proteína bruta nas rações

Por ser a fase inicial de crescimento, com altas demandas por nutrientes, principalmente aminoácidos, era muito comum vermos dietas de leitões formuladas com altos níveis de proteínas. No entanto, já se sabe que mais importante que o nível de proteína existente é a qualidade desta proteína e suas fontes, onde a digestibilidade, ou seja, a fração que os animais realmente aproveitam. Ainda, além de ser um nutriente de alto custo, o correto desenho nutricional deve levar em consideração o nível de aminoácidos e sua relação com o conceito de proteína ideal, definido como o perfil de aminoácidos e seu balanceamento, que permite atender todas as exigências de manutenção e máxima deposição proteica (músculos), sem deficiências ou excessos.

Quando temos dietas formuladas com altos níveis de proteína, o que geralmente ocorre é um excesso de aminoácidos não aproveitados, que servem de substrato para uma fermentação indesejada no intestino grosso, promovido pela proliferação de bactérias patogênicas, principalmente *E. coli.*, que causam diarreias e atraso no crescimento dos animais.

Vários metabolitos são produzidos no intestino grosso, oriundos da fermentação do excesso de aminoácidos e compostos nitrogenados não absorvidos, como ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), compostos aromáticos (fenóis), poliaminas, amônia e metabolitos de bactérias contendo enxofre (Portune et al., 2016). Alguns destes metabolitos são benéficos aos animais, mas a grande maioria produzida como as poliaminas e fenóis tem grande potencial tóxico sobre as células epiteliais. Ainda, além do potencial tóxico promovidos por resíduos desta fermentação, existe o gasto de energia que ocorre nos processos de desaminação e excreção através da urina destes metabólitos, o que promove um incremento calórico desnecessário e tem efeito negativo adicional nas condições de estresse por calor, prejudicando ainda mais o desempenho dos animais em regiões quentes como na maior parte do Brasil.

Na Europa, umas das mais eficientes estratégias para reduzir a incidência de diarreia em leitões recém desmamados em dietas sem uso de antibióticos é a redução dos níveis de proteína bruta da ração para 17-18% (Stein, 2002). Isso porque leitões recebendo dietas com baixa proteína, mas suplementados com aminoácidos essenciais, apresentaram desempenho semelhante aos animais alimentados com dietas tradicionais, com alta proteína (Nørgaard and Fernández, 2009), mostrando ser esta uma opção viável para reduzir os desafios entéricos, sem prejudicar o crescimento dos animais. Resultados semelhantes foram obtidos por Wu et al., 2015, que verificaram melhor desempenho e menor índice de diarreia em leitões de 21 a 35 dias de idade alimentados com níveis de proteína de 17%, comparado a dietas com níveis de 19% e 23%, e associaram o menor desempenho dos animais alimentados com níveis mais altos de proteína aos possíveis prejuízos causados à integridade intestinal, avaliado através de estudos de morfologia intestinal e marcadores pró inflamatórios.

Assim, não só o uso de dietas com níveis menores de PB, mas também níveis adequados de aminoácidos e de fontes altamente digestíveis devem ser utilizados como estratégia para reduzir os níveis de fatores antinutricionais presentes em fontes como as oriundas da soja, o que também ajuda a reduzir os substratos de uma fermentação proteica indesejada.

No entanto, é preciso evitar reduções maiores nos níveis de PB utilizados, para que não ocorram deficiências que possam prejudicar o desempenho dos animais. Na prática, segundo Mavromichalis (2015), é possível reduzir até 2 pontos percentuais (de 18 para 16%, por exemplo), utilizando aminoácidos sintéticos na dieta, sem causar prejuízos ao desempenho. Reduções muito maiores podem causar deficiências e prejudicar inclusive a absorção de outros nutrientes, como o fósforo (Xue et al., 2017).

Uso de Fibra na alimentação de leitões

Quando falamos em fibras na alimentação de suínos, na maioria das vezes pensamos na característica de baixa digestibilidade e no efeito diluidor de energia, o que tende a trazer prejuízos ao desempenho dos animais (Noblet, 2007; Jha et al., 2010), principalmente quando falamos em dietas de leitões, que necessitam de alimentos de alta digestibilidade. No entanto, já existe um constante interesse no uso de fibras na alimentação de suínos, visando os possíveis efeitos positivos sobre a saúde intestinal (Jha & Berrocso, 2015).

A inclusão de fontes de fibras em dietas de leitões, principalmente aquelas que não interferem com a viscosidade intestinal, são uma estratégia importante na necessidade em reduzir ou eliminar o uso de AGP, através da melhora da saúde intestinal. Mateos e tal. (2006) sugere que um mínimo de 6% de fibra seja considerado em dietas de leitões jovens.

Hoje temos no mercado várias opções de fibras alternativas, insolúveis e altamente concentradas, de qualidade comprovada e sem riscos de micotoxinas ou outras contaminações, que podem ser utilizadas como uma fonte desejável de fibra na dieta.

As fibras insolúveis, baseadas em lignocelulose, têm efeito positivo sobre os movimentos peristálticos e com o trânsito intestinal. Não são susceptíveis a fermentação, porém auxiliam a microflora do intestino à medida que inibem a adesão de agentes patógenos (Bosse, 2016) e reduzem os efeitos danosos da fermentação proteica indesejável. Experimentos mostram efeito positivo na inclusão de fibras de 1ª geração, a base de lignocelulose, em dietas de leitões sobre o desempenho e redução de diarreias (Pascoal et al., 2012; Limberg, 2014; Bosse, 2016; Chen et al., 2020).

Já estudos mais recentes utilizando fibras insolúveis, porém, parcialmente fermentáveis, mostram avanço em relação aos concentrados de fibra anteriores, pois possuem o efeito benéfico adicional de, além de estimular o trânsito gastrointestinal, melhorar o consumo de alimentos e reduzir a fermentação proteolítica indesejada, propiciar o aumento da fermentação na parte distal do intestino, onde estimulam as bactérias a produzirem AGV de fermentação lenta, como o butirato, agindo de certa forma, com efeito prebiótico.

Avaliando o uso de concentrado de lignocelulose em dietas para leitões com dois níveis de PNA solúveis (alto e baixo), Pluske et al. (2014) observaram efeito linear da inclusão do produto comercial sobre a contagem de *E. coli* em leitões eutanasiados, sendo a menor população encontrada com a inclusão de 9% na dieta ($P < 0,01$). Também observaram relação direta com aumento da população de Christensenellaceae, pertencente à família das Firmicutes, produtoras de ácido butírico. Ainda, observou numericamente melhor ganho de peso e menor índice de diarreias usando de uma fonte comercial de lignocelulose em relação a dieta controle, principalmente quando em condições de alto PNA solúveis na dieta.

Baseados na melhora da saúde intestinal, vários autores têm estudado o efeito da fibra concentrada a base de lignocelulose em dietas com o uso reduzido de zinco como agente promotor de crescimento, uma vez que este tem seu uso cada vez mais restrito. Fernandes et al., 2020 avaliaram o uso de concentrado de lignocelulose de 2ª geração em comparação com dietas contendo níveis tradicionais de Zinco (2500-1500 ppm) e uso de concentrações menores sob a forma de zinco protegido (800 ppm), em dietas para leitões inoculados com *E. coli*, e obtiveram resultados de ganho de peso semelhantes ao grupo controle, quando usando a combinação de lignocelulose e ZnO protegido, indicando ser uma boa estratégia para a redução no uso de níveis tradicionais de ZnO.

O papel dos aditivos

De Lange et al. (2010) descreve que os aditivos em dietas de suínos pode ter os seguintes importantes papéis: melhora da resposta imunológica dos animais; ação direta sobre patógenos, reduzindo o número dos mesmo; estimular o crescimento da microflora positiva (como lactobacillus); e estimular e apoiar o processo digestivo (Figura 4). Quando selecionando o aditivo mais adequado para formulações de leitões no cenário em foco, deve-se ter em mente o que se espera de tal ingrediente e se ele é parte importante ou não de nossa estratégia.

Tabela 2. Considerações ao selecionar-se aditivos nutricionais e exemplos de diferentes classes (adaptado livremente de De Lange et al., 2010)

Inibição	Proteção	Mantença	Melhorar	Prevenir	Apoiar
Do crescimento de patógenos (efeitos antimicrobianos)	Contra a invasão e colonização das células epiteliais	De um ambiente equilibrado	O sistema imune dos leitões	A quebra da integridade da parede intestinal	O processo digestivo

Fitomoléculas: aditivos-chave para apoiar a saúde intestinal

Especial atenção tem sido dada às fitomoléculas devido à diversidade de ações descritas. O termo “fitomolécula” descreve diferentes classes de moléculas originárias de plantas. As fitomoléculas também são referidas como compostos secundários de plantas, ou, de maneira errônea, óleos essenciais. As fitomoléculas têm sido usadas há algum tempo na produção de suínos e provaram ser benéficas para os animais em diferentes fases de produção. Embora, como regra geral, os produtos baseados nestes compostos não sejam um substituto direto dos tratamentos farmacológicos convencionais (como antibióticos), eles podem fazer parte de estratégias de prevenção e redução de desafios entéricos. Vale ressaltar que, normalmente, a eficácia de tais moléculas aumenta quando são misturadas e produzidas de maneira que sua liberação aconteça no local esperado ao longo do trato gastrointestinal. Para tanto, a tecnologia de produção empenhada é crucial. Por exemplo, as técnicas de microencapsulação que evitam perdas durante o processamento da ração são uma consideradas extremamente eficientes.

O modo de ação, como mencionado, é bastante diversificado, sendo dependente dos compostos únicos que são utilizados. Um dos principais benefícios descritos em literatura é a capacidade antimicrobiana de certos compostos. Por isso, a grande maioria das fitomoléculas utilizadas atualmente tem como objetivo controlar o número e o tipo de bactérias no intestino dos animais. De acordo com Burt et al. (2004), a atividade antimicrobiana das fitomoléculas não é o resultado de um modo de ação específico, mas uma combinação de

efeitos sobre diferentes alvos da célula. Isto inclui ruptura da membrana por terpenóides e fenólicos, quelação de metais por fenóis e flavonóides, e efeitos protetores contra infecções virais por certos alcalóides e cumarinas (Cowan, 1999). Além disso, suporte ao processo digestivo e propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias tem sido descrito na literatura.

ESTRATÉGIAS NÃO NUTRICIONAIS E SEU IMPACTO NO PERFIL SANITÁRIO DAS GRANJAS

Biossegurança como ferramenta essencial na redução de antimicrobianos

A biossegurança é a base de qualquer programa de prevenção de doenças (Dewulf, et al., 2018) e um dos pontos mais importantes nos cenários de redução de antimicrobianos. O conceito de biossegurança inclui a combinação de todas as medidas tomadas para reduzir o risco de introdução e propagação de doenças nas granjas. E baseia-se na prevenção e proteção contra agentes infecciosos depois de se conhecer os possíveis processos de transmissão das diferentes doenças. A aplicação de padrões elevados de biossegurança pode contribuir substancialmente para a redução da resistência antimicrobiana, não apenas prevenindo a introdução de genes de resistência na granja, mas também diminuindo a necessidade do uso de antimicrobianos.

Diversos estudos relacionam que protocolos de biossegurança bem planejados e aplicados levam à redução do uso de antimicrobianos (Laanen, et al., 2013). Ao avaliar o perfil de suinocultores de diferentes países europeus, Collineau, et al. (2017), encontram correlação positiva entre alto nível de biossegurança interna e externa, controle eficiente de doenças infecciosas e redução da necessidade de antimicrobianos.

O recente surto de febre suína africana trouxe mais uma vez à tona a importância de aplicar-se protocolos precisos de biossegurança. Segundo o relatório “Boas Práticas de Biossegurança no Setor Suinícola” (2010) da Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO) os três principais elementos de biossegurança são: segregação; limpeza; desinfecção. Em termos gerais, as seguintes etapas devem ser adotadas nas granjas com o objetivo de reduzir o nível de desafio que os animais:

As granjas devem estar localizadas longe umas das outras (independentemente da espécie) e, de maneira ideal, devem ser protegidas com barreiras naturais (por exemplo, uma mata) ou físicas bem estruturadas.

Apenas uma entrada deve ser utilizada para entrar na granja (para veículos e pessoas, lado a lado) e um procedimento de desinfecção deve estar em vigor, seja por um sistema automatizado ou pela aplicação manual de desinfetantes.

Os trabalhadores e qualquer outra pessoa que entre na instalação devem aderir a medidas rigorosas de biossegurança e quarentena. As granjas devem ter um livro de visitantes incluindo dados relevantes sobre visitas anteriores a outras granjas (independentemente da espécie). Caminhões e visitantes não deveriam ter estado em contato com outros suínos por pelo menos 48 horas anteriormente à visita.

Somente funcionários da granja podem entrar nas mesmas, a menos que uma aprovação especial seja dada (seguida de medidas rigorosas de biossegurança antes da visita).

Regras claras na utilização de roupas, calçados e outros materiais devem ser aplicadas nas granjas. A compartimentalização de ferramentas, por exemplo, tem se mostrado extremamente eficaz na redução de transmissão de doenças dentro das granjas.

Um recente estudo da universidade de Wageningen na Holanda (Ron Bergevoet et al., 2019) com produtores locais de suínos, teve como objetivo entender as principais práticas de manejo em seu protocolo para redução de antibióticos. Grande parte dos entrevistados listaram mudanças significativas com relação à biossegurança: melhor controle de pragas (ratos, moscas, etc) – 74,5%; higiene da granjas – 67,3%; restrição na origem das marãs – 56,4%. Medidas simples como essas podem ser o princípio para se estabelecer um programa eficaz de biossegurança e claro, diversas empresas e consultores estão hoje em dia capacitados para uma avaliação individual das granjas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como especialistas em produção de suínos, entendemos que nossos animais estão sob constante desafio durante sua vida. Tais desafios estão correlacionados a vários fatores como, por exemplo, estágio de produção, ambiente, e assim por diante. Os animais podem irão responder de maneiras também distintas, clínicas ou subclínicas, e por conseguinte o desempenho será afetado como tal. Fato é que fatores estressantes estarão sempre presentes. Para sermos bem-sucedidos, precisamos entender como combater e apoiar o desenvolvimento saudável dos suínos.

Nutricionistas, veterinários e produtores de suínos estão, sem sombra de dúvida, fazendo um trabalho extraordinário no que diz respeito a identificar e diminuir os momentos de estresse na vida produtiva e reprodutiva dos suínos. A proibição de antimicrobianos que até então eram considerados chaves para o sucesso da produção suinícola mundial, aumentou a necessidade de constante atualização nos diferentes setores produtivos. As formulações e os níveis nutricionais das rações têm cada vez, de estar próximos das necessidades reais dos animais dentro dos sistemas de produção modernos, considerando ainda conceitos que propiciem uma condição mais “natural”. O uso de aditivos tem de ser avaliado com cuidados.

Conceitos como idade ao desmame devem ser reavaliados. E biossegurança tomou um papel primordial para o sucesso das operações.

Não existe ainda uma fórmula única para produzir suínos sem antimicrobianos. Somente o entendimento da sua realidade irá fazer com que sua operação seja bem-sucedida e rentável.

■ REFERÊNCIAS

1. ADEWOLE, D. I.; KIM, I. H.; and NYACHOTI, C. M. **Gut Health of Pigs: Challenge Models and Response Criteria with a Critical Analysis of the Effectiveness of Selected Feed Additives — A Review**. Asian Australas. J. Anim. Sci. Vol. 29, No. 7:909-924, 2016.
2. BARBER, Sarah and SUTHERLAND, Nikki. **”O’Neill review into antibiotic resistance”**. Debate Pack N° CDP 2017/0074, Westminster Hall, 2017.
3. BISCHOFF, S. C. **‘Gut health’: A new objective in medicine?** BMC Med. Vol. 9:24-38, 2011.
4. BOSSE, A. **La fibra en la nutrición animal. Una guía práctica para monogástricos**. Ed. Agrimedia, 2016.
5. BURT, S. **Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods— a review**. International Journal of Food Microbiology Vol. 94 223– 253, 2004.
6. CECCARELLI et al. **Antimicrobial resistance prevalence in commensal Escherichia coli from broilers, fattening turkeys, fattening pigs and veal calves in European countries and association with antimicrobial usage at country level**. Journal of Medical Microbiology Vol. 69:4 2020
7. CELI, P.; COWIESON, A.J.; FRU-NJI, F.; STEINERT, R.E.; KLUENTER, A.M.; VERLHAC, V. **Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: New opportunities for sustainable animal production**. Animal Feed Science and Technology Vol. 234:88–100, 2017.
8. CHEN, T.; CHEN, D.; TIAN, G.; ZHENG, P.; MAO, X.; YU, J.; HE, J.; HUANG, Z.; LUO, Y.; LUO, J.; YU, B. **Effects of soluble and insoluble dietary fiber supplementation on growth performance, nutrient digestibility, intestinal microbe and barrier function in weaning piglet**. Animal Feed Science and Technology Vol. 260, 2020.
9. COLLINEAU, et al. **Herd-specific interventions to reduce antimicrobial usage in pig production without jeopardizing, technical and economic performance**. Preventive Veterinary Medicine Vol. 144:167–178, 2017.
10. COWAN, M.M. **Plant products as antimicrobial agents**. Clin Microbiol Rev. Vol. 12:564-82, 1999.
11. DAVIDSEN, H. **DANMAP Report**, 2019. Disponível em: <https://www.danmap.org/reports/2019> . Acesso em 02 fevereiro 2021.
12. DAVIES, Dame Sally. **In: “Antibiotic resistance big threat to health”** BBC News; 2012-11-16

13. DE LANGE, C. F. M.; PLUSKE, J.; GONG, J.; NYACHOTI, C. M. **Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs.** *Livest. Sci.* Vol. 134:124-134, 2010.
14. DEWULF, J.; VAN IMMERSEEL, F. **Biosecurity in animal production and veterinary medicine.** Lovaina: Leuven Publishers; 2019.
15. FERNANDES, C.D.; RESENDE, M.; RODRIGUES, L.M.; GARBOSSA, C.A.P.; COSTA, L.B.; FERREIRA, R.A.; ABREU, M.L.T.; CANTARELLI, V.S. **Dietary fiber and zinc additives on performance and intestinal health of *Escherichia coli* challenged piglets.** *Sci. Agric.* Vol: 77 no.2., 2020.
16. JHA R.; ROSSNAGEL B.; PIEPER, R.; VAN KESSEL, A.; LETERME, P. **Barley and oat cultivars with diverse carbohydrate composition alter ileal and total tract nutrient digestibility and fermentation metabolites in weaned piglets.** *Animal.* May, Vol. 4(5):724-31, 2010.
17. JHA, R. and BERROCOSO, J.D. **Review: Dietary fiber utilization and its effects on physiological functions and gut health of swine.** *Animal.* Sep. Vol. 9(9):1441–1452, 2015.
18. JAYARAMAN B. and NYACHOTI, C.M. **Husbandry practices and gut health outcomes in weaned piglets: a review.** *Animal Nutrition* Vol. 3:205–211, 2017.
19. KOGUT, M. H.; ARSENAULT, R. J.. **Gut health: The new paradigm in animal production?** *Front. Vet. Sci.* Vol. 3:71, 2016.
20. LAANEN, M. ; PERSOONS, D. ; RIBBENS, S. ; et al. **Relationship between biosecurity and production/antimicrobial treatment characteristics in pig herds.** *Vet J.* Vol. 198:508–12, 2013.
21. LINDBERG, J.E. **Fiber effects in nutrition and gut health in pigs.** *Journal of Animal Science and Biotechnology* Vol. 5:15, 2014.
22. LIU, P.; PIEPER, R.; RIEGER, J.; VAHJEN, W.; DAVIN, R.; et al. **Effect of Dietary Zinc Oxide on Morphological Characteristics, Mucin Composition and Gene Expression in the Colon of Weaned Piglets.** *PLOS ONE* Vol. 9(3): e91091, 2014.
23. MATEOS, G.G.; MARTIN, F.; LATORRE, M.A.; VICENTE, B.; LAZARO, R. **Inclusion of oat hulls in diets for young pigs based on cooked maize or cooked rice.** *J Anim Sci.*, Vol. 82: 57-63, 2006.
24. MARQUARDT, R. R. and SUZHEN, L. **Antimicrobial resistance in livestock: advances and alternatives to antibiotics.** *Animal Frontiers* Vol. 8, no. 2:30-37, 2018.
25. MAVROMICHALIS, Ioannis. **The future of gut health additives until 2030.** *Feed Strategy.* 2020. Disponível em <https://www.feedstrategy.com/animal-feed-additives/the-future-of-gut-health-additives-until-2030/>. Acesso em 25 de fevereiro de 2021.
26. MOLLENKOPF, Dixie F.; STULL, Jason W.; MATHYS, Dimitria A.; BOWMAN, Andrew, S.; FEICHT, Sydnee M.; GROTTTERS, Susan V.; DANIELS, Joshua B.; WITTUM, Thomas E. **Carbapenemase-producing Enterobacteriaceae recovered from the environment of a swine farrow-to-finish operation in the United States.** *Antimicrobial Agents Chemother* 61:e01298-16. 2017. Disponível em <https://doi.org/10.1128/AAC.01298-16>. Acesso em 25 de fevereiro de 2021.

27. MOESER, Adam J.; POHL, Calvin S.; RAJPUT, Mrigendra. **Weaning stress and gastrointestinal barrier development: Implications for lifelong gut health in pigs.** *Animal Nutrition* 3, 313–321. 2017. Disponível em <https://doi:10.1016/j.aninu.2017.06.003> . Acesso em 25 de fevereiro de 2021.
28. HARADA, Kazuki; TETSUO, Asai; KOJIMA, Akemi; ODA, Chitose; ISHIHARA, Kanako; TAKAHASHI, Toshio. **Antimicrobial Susceptibility of Pathogenic Escherichia coli Isolated from Sick Cattle and Pigs in Japan.** *Journal of Veterinary Medical Science*; Volume 67 Issue 10 Pages 999-1003. 2005.
29. NethMap. Consumption of antimicrobial agents and antimicrobial resistance among medically important bacteria in the Netherlands. 2020. Disponível em: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2020-0065.pdf> Acesso em 10 de fevereiro de 2021.
30. NOBLET, Jean. **Recent developments in net energy research for swine. Advances in Pork Production.** Proceedings of the 2007 Banff Pork Seminar, January 16–19, University of Alberta, Edmonton, AB, Canada, pp. 149–156. 2007.
31. NORGAARD, Jan Vaerum; FERNANDEZ, José Adalberto. **Isoleucine and valine supplementation of crude protein – reduced diets for pigs 5-8 weeks.** *Anim. Feed Sci. Tech*, 154 (3-4). pp 248-253. 2009.
32. O'NEILL, Jim. **Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations. The review on antimicrobial resistance.** Wellcome Trust and HM Government, UK. 2016.
33. PASCOAL, Leonardo A.F.; THOMAS, Maria C.; WATANABE, Pedro H.; RUIZ, Urbano dos S.; EZEQUIEL, Jane M.B.; AMORIM, Alessandro B.; DANIEL, Everton; MASSON, Guido C.I. **Fiber sources in diets for newly weaned piglets.** *Rev. Bras. Zootec.* Vol 41, n.3, Viçosa. 2012.
34. PASCOAL, Leonardo A.F.; THOMAZ, Maria C.; WATANABE, Pedro H.; RUIZ, Urbano dos S.; EZEQUIEL, Jane M.B.; AMORIM, Alessandro B.; DANIEL, Everton; SILVA, Suzana Z.. **Purified cellulose, soybean hulls and citrus pulp as a source of fiber for weaned piglets.** *Scientia Agricola* vol.72 no.5 Piracicaba. 2015. Disponível em <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0210> Acesso em 25 de fevereiro de 2021.
35. PLUSKE, John; KIM, Jae C.; HEWITT, Robert; BARNEVEL, Robert van. **Reducing the risk of post-weaning E. coli diarrhoea using different sources of fibre in diets.** Final Report prepared for the Co-operative Research Centre for High Integrity Australian Pork. Pork CRC. 2014. Disponível em <http://porkcrc.com.au/wp-content/uploads/2014/12/2A-105-Final-Report.pdf> Acesso em 26 de fevereiro de 2021.
36. PLUSKE, John; TURPIN, Diana; KIM, Jae C.; **Gastrointestinal tract (gut) health in the young pig.** *Anim Nutr.* Jun;4(2):187-196. 2018. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.12.004> . Acesso em 25 de fevereiro de 2021.
37. PORTUNE, Kevin J.; BEAUMONT, Martin; DAVILA, Anne-Maria; TOMÉ, Daniel; BLACHIER, François; SANZ, Yolanda. **Gut microbiota role in dietary protein metabolism and health-related outcomes: the two sides of the coin.** *Trends Food Sci Technol.* 2016;57:213–32. 2016.
38. BERGEVOET, Ron; ASSELDON, Marcel van; BONDT, Nico; HORNE, Peter van; HOSTE, Robert; LAUWERE, Carolinen; JANSEN-PUISTER, Linda. **Economics of antibiotic usage on Dutch farms – The impact of antibiotic reduction on economic results of pig and broiler farms in the Netherlands.** 2019.

39. MARIANNA, Roseli; FINAMORE, Alberto; GARAGUSO, Ivana; BRITTI, Maria S.; MENGUERI, Elena; **Zinc oxide protects cultured enterocytes from the damage induced by Escherichia coli**. The Journal of Nutrition, v:133(12):4077-82. 2003. Disponível em <https://doi.org/10.1093/jn/133.12.4077>. Acesso em 05 de fevereiro de 2021.
40. Statistics Denmark. Disponível em <https://www.statbank.dk/SVIN>. Acesso em 10 de fevereiro de 2021.
41. STEIN, Hans, H. **Experience of feeding without antibiotics: a European perspective**. Animal Biotechnol, 13 (1) (2002), pp. 85-95. 2002.
42. The Word Counts. Disponível em: <https://www.theworldcounts.com/challenges/consumption/foods-and-beverages/antibiotics-used-for-livestock/story>. Acesso em 05 de fevereiro de 2021
43. VAN BOECKEL, Thomas P.; RESHMA, Silvester; PIRES, João; SONG, Julia; ZHAO, Cheng; CRISCUOLO, Nicola G.; GILBERT, Marius; BONHOEFFER, Sebastian; LAXMINNARAYAN, Ramanan. **Global trends in antimicrobial resistance in animals in low- and middle-income countries**. Science Vol. 365, Issue 6459, eaaw1944. 2019.
44. VAHJEN, Wilfried; PIETRUSZYNSKA, Dominik; STARKE, Ingo C.; ZENTEK, Jürgen. **High dietary zinc supplementation increases the occurrence of tetracycline and sulfonamide resistance genes in the intestine of weaned pigs**. Gut Pathogens v7:23; DOI 10.1186/s13099-015-0071-3. 2015
45. Vahjen, Wilfried; Pietruszyńska, Dominik; Starke, Ingo C.; Zentek, Jürgen. High dietary zinc supplementation increases the occurrence of tetracycline and sulfonamide resistance genes in the intestine of weaned pigs. 2015 Gut Pathogens v7:23; Disponível em <https://gutpathogens.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13099-015-0071-3> Acesso em 07 de fevereiro de 2021.
46. VAHJEN, Wilfried; ZENTEK, Jürgen. 2015. Disponível em <https://www.pigprogress.net/Piglets/Articles/2015/3/Effects-of-zinc-oxide-on-intestinal-microbiota-1711915W/> Acesso em 07 de fevereiro de 2021.
47. WIKIPÉDIA. Antibiótico betalactâmico. 2021. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Antib%C3%B3tico_betalact%C3%A2mico . Acesso em: 22 fevereiro de 2021.
48. XUE, PC; RAGLAND, Darryl; ADEOLA, Okediji. **Influence of dietary crude protein and phosphorus on ileal digestion of phosphorus and amino acids in growing pigs**. JAS, 95. Issue 5 pp 2071-2079. 2017. Disponível em <https://doi.org/10.2527/jas.2016.1293> Acesso em 07 de fevereiro de 2021.
49. WU, Yunpeng; ZONGYOUNG, Jiang; ZHENG, Chuntian; WANG, Li; ZHU, Cui; YANG, Xuefen; WEN, Xiaolu; MA, Xianrong. **Effects of protein sources and levels in antibiotic free diets on diarrhea, intestinal morphology and expression of tight junctions in weaned piglets**. Animal Nutrition, vol 1, Issue 3, pp 170-176. 2015.

“

A taxa de reposição de leitoas realmente mudou para 50%?

▮ Robson Carlos **Antunes**
UFU

▮ Jéssica Silva **Soares**
FAMEV/UFU

RESUMO

A taxa de reposição anual de leitoas é matematicamente igual à soma das taxas anuais de mortalidade e de descarte de fêmeas. Recomenda-se uma taxa de reposição média de 40% ao ano que pode variar de 35 a 45%. Esta recomendação é de cunho econômico, mas, também, biológico; pois, propicia a manutenção de uma estrutura etária do plantel com imunidade adequada. Quando se pratica taxas de reposição acima de 45% há uma concentração maior de fêmeas jovens no rebanho, que torna a produção mais desafiadora em termos de sanidade do plantel. Esta palestra questiona e discute o impacto do aumento da taxa de reposição anual de leitoas nos sistemas intensivos de produção de suínos modernos e atuais e aponta possíveis caminhos para se adequar os mesmos a nova realidade.

Palavras-chave: Mortalidade de Fêmeas, Taxa de Retenção, Suinocultura, Longevidade.

INTRODUÇÃO

Em algumas entrevistas concedidas ao site Suinocast no ano de 2016 alguns técnicos entrevistados ao abordarem o tema taxa de reposição anual de fêmeas usaram exemplos de taxas de 50% ao ano. Da mesma maneira em vídeo gravado no site da AGRINESS em 2016 sobre Taxa de Retenção, a taxa de reposição anual sugerida como normal foi de 50%. Igualmente, muitos consultores independentes também têm adotado esta taxa como sendo uma taxa de reposição normal e tecnicamente correta. Justifica-se, portanto um estudo mais aprofundado dos fundamentos teóricos que sustentam a recomendação técnica de uma taxa de reposição média anual de 40%, contrariando esta tendência adotada por alguns técnicos de recomendarem taxas de reposição anual de leitoas mais elevadas.

Reposição de leitoas

Para se atingir altas produtividades o sistema intensivo de produção de suínos (SIPS) deve estar estabilizado e com uma distribuição de ordem de partos ideal (MUIRHEAD; ALEXANDER, 1997). Alcançar a distribuição de ordem de partos ideal é um desafio na suinocultura moderna e deve ser uma meta buscada constantemente em todas as unidades de produção de leitões; pois, a distribuição de ordem de partos ideal está diretamente relacionada ao fluxo constante de produção e entrega de leitões desmamados pela unidade. Para se alcançar esta meta, a taxa anual de entrada de leitoas de reposição no plantel deve ser correta e nunca negligenciada em hipótese alguma. Por isso se diz que as leitoas são as “casas de força” da unidade de produção de leitões (GOSS, 2003) ou o “combustível” da granja (DIAL; ROKER; FREKING, 2001).

Há de se fazer um resgate histórico da recomendação técnica de se praticar 35 a 45% de taxa de reposição anual de leitoas (TR%) em granjas estabilizadas. Este número é determinado pela equação: $T.R\% = 100\% / \text{Vida Útil produtiva da fêmea}$, onde Vida útil é igual ao número de partos médios desejados na vida da fêmea, dividido pelo número de partos produzidos pelas porcas do SIPS por ano em média (p/p/a). Em média o p/p/a praticado pelos SIPS é 7% inferior ao Biologicamente possível. O p/p/a Biologicamente possível poder ser determinado pela seguinte equação: $p/p/a = 365 / (G+L+I.D.C)$, onde G representa o período de gestação, L o período de lactação e I.D.C o intervalo desmame cio (PEREIRA, 2004). Portanto, em granjas que praticam idade ao desmame de 21 dias o p/p/a biologicamente possível é calculado como sendo:

- $p/p/a = 365 / (114+21+05)$, logo, $p/p/a = 2,607$
- $p/p/a$ praticado = 2 a 10% menor que o Biologicamente possível
- $p/p/a$ praticado = 2,4 (7% menor – número bastante praticado nos SIPS do Brasil)

Conhecendo-se o p/p/a praticado pelos SIPS, pode-se calcular a vida útil produtiva das fêmeas em plantéis estáveis. Como Vida Útil Produtiva (VUP) é dada pela equação $VUP = \text{número de partos na vida} / \text{p/p/a}$, temos que $VUP = 6 / 2,4$; ou seja, $VUP = 2,5$ anos. É importante lembrar que este número de seis partos em média que uma fêmea deveria produzir durante a sua vida útil não foi um número escolhido aleatoriamente. Este número foi escolhido com base no critério de lucratividade esperada por cada fêmea do plantel estável do SIPS. Alguns trabalhos sobre custo de produção de fêmeas mostrou que em média, uma fêmea precisa produzir quatro partos para poder amortizar o custo de aquisição da mesma (LUCIA, DIAL, MARSH, 1999; LUCIA, DIAL, MARSH, 2000a; LUCIA, DIAL, MARSH, 2000b). Desta maneira, produzindo seis partos na vida útil, cada fêmea deixaria dois partos como lucro.

Quando o número médio de partos na Vida Útil cai de seis para cinco, a vida útil sofre uma redução para praticamente dois anos ($5 / 2,4 = 2,083$). Consequentemente as fêmeas do SIPS em questão passam a deixar apenas um parto de lucro. Por outro lado olhando a mesma equação por um outro ponto de vista, os plantéis altamente produtivos cujo p/p/a está próximo do limite Biológico, ou seja, 2,55 p/p/a terão uma VUP de aproximadamente 2,3 anos ($6 / 2,55 = 2,334$). Ou seja, o aumento de produtividade provoca uma redução direta na longevidade das fêmeas. Em plantéis altamente produtivos é sensato pensar que as fêmeas amortizam o capital investido na aquisição das mesmas relativamente mais rápido. Nos EUA, por exemplo, é comum aplicar-se o critério econômico onde o balizador é o número de leitões produzidos na Vida Útil (ENGBLOM et al., 2016). Neste caso, considera-se que ao produzir 60 leitões a fêmea já poderia ser descartada. Uma granja estabilizada de 1.000 fêmeas no plantel que desmama 24 leitões num ano por fêmea alojada deveria entrar com 400 leitoas de reposição por ano. Já uma granja também com 1.000 fêmeas no plantel estável que desmama 30 leitões por fêmea alojada por ano deveria entrar com 500 leitoas de reposição por ano. O primeiro exemplo se aproxima da média praticada no Brasil atualmente. Realmente, considerando-se que em 2016 o Brasil abateu 40 milhões de cabeças de suínos terminados e que o plantel nacional alcançou o número de 1.720.225 matrizes em produção, significa que cada matriz produziu 23,25 terminados por ano em média. De acordo com Miele, Santos Filho e Sandi, 2013 as taxas de mortalidade nas fases de maternidade, creche e terminação foram respectivamente 9%, 2% e 2,2% no Brasil.

Aplicando-se estas taxas de mortalidades, adicionando os animais que morreram nas fases de terminação e creche, chega-se a um número médio de leitões desmamados em nível de Brasil que é de 24,26 desmamados por porca por ano. Ou seja, para que uma fêmea se pague, nas condições Brasileiras, aplicando-se o conceito de que ao produzir 60 leitões na vida a fêmea consegue amortizar o custo de aquisição, a mesma deveria ficar em

produção por praticamente 2 anos e meio ($60 / 24,26 = 2,47$ anos). Ou seja, neste caso, a TR% deveria ser 40%.

Percebe-se que em média os SIPS do Brasil praticam 40% de taxa de reposição de matrizes ($100\% / 2,47 = 40,5\%$). Mas, provavelmente os SIPS de alta produtividade do país devem estar praticando algo em torno de 50%. No entanto, ao se calcular a taxa de reposição média nacional analisando-se o número de leitoas de reposição e avós que foram comercializadas durante um ano, chega-se a um número maior do que 40% ao ano. De acordo com o documento Mapeamento da Suinocultura Brasileira (SEBRAE/ABCS, 2016) comercializou-se 260.000 matrizes e 36.000 avós de reposição no ano de 2015. Considerando ainda que a taxa de reposição de avós praticada é de 50% calcula-se que o número de avós em produção é de 72.000. Se cada avó interna tem capacidade de produzir sete leitoas selecionadas por ano, o plantel de avós em granjas comerciais que praticam a auto-reposição, por terem as próprias avós internalizadas, produziu 504.000 leitoas de reposição. Somando-se as matrizes comercializadas com as produzidas internamente chega-se a um número de 764 mil matrizes de reposição anual. Número este suficiente para se repor as 1.720.225 matrizes produtivas presentes no país, praticando-se uma taxa de reposição anual de 44,4%. Neste caso, chega-se a uma taxa de reposição média praticada no Brasil quatro por cento superior a taxa calculada anteriormente. Mas, ainda abaixo do limite superior considerado como ideal, que pode variar de 35 a 45% ao ano segundo (MUIRHEAD; ALEXANDER, 1997).

O grande risco de se pensar o critério de reposição apenas em termos econômicos é o fato de que planteis que trabalham com alta produtividade acabam por ter uma distribuição de ordem de partos que se afasta da distribuição do tipo Ideal e se aproxima de uma distribuição de ordem de parto denominada de “L” (GAAD, 2000; GAAD, 2006). Este tipo de distribuição de ordem de parto concentra muitas fêmeas jovens e as consequências são: menor produtividade devido ao grande número de partos de primíparas e fêmeas de segundo parto, maior susceptibilidade do plantel a síndrome SMEDI-“*Stillbirths, Mummification, Embryo dead, Infertility*” devido a baixa imunidade de plantel. Devido a isto os leitões destas matrizes têm menor imunidade gerando maior custo com medicamentos e vacinas, como por exemplo, devido o aumento da incidência de diarreia neonatal na maternidade.

SIPS que passam por expansão acabam manifestando os mesmos problemas, justamente por terem muitas fêmeas jovens que levam a uma estrutura etária do plantel que se aproxima da distribuição de ordem de partos do tipo “L”, que é caracterizado pela baixa imunidade de plantel. É muito comum granjas em expansão não conseguirem controlar as diarreias na maternidade, mesmo revendo todos os manejos de limpeza, desinfecção e vazio sanitário e vacinando as leitoas de reposição com boas vacinas e bons protocolos vacinais bem conduzidos. A normalidade somente se restabelece quando a granja volta a

se estabilizar e a distribuição de ordem de partos se aproxima da distribuição do tipo ideal caracterizada por manter no plantel, constantemente, 17% de leitoas gestantes (nulíparas), 15% de fêmeas de ordem de parto um, 14% de fêmeas de ordem de parto dois, 13% de fêmeas de ordem de parto três, 12% de fêmeas de ordem de parto quatro, 11% de fêmeas de ordem de parto cinco, 10% de fêmeas de ordem de parto seis e apenas oito por cento de fêmeas de ordem de parto igual ou superior a seis (MUIRHEAD; ALEXANDER, 1997).

Considerando o exposto é desejável que mesmo em granjas de alta produtividade as taxas de reposição praticadas sejam próximas de 40% ao ano para que a distribuição de ordem de partos que representa a estrutura etária do plantel seja próxima da distribuição do tipo ideal, onde o maior percentual de fêmeas são as de ordem de parto três, quatro e cinco. Estas são as mais produtivas e as que produzem o colostro de melhor qualidade.

Também é importante lembrar que a TR% pode ser calculada de maneira alternativa somando-se as taxas percentuais anuais de mortalidade e de descarte de fêmeas. Se a TR% aumentou significa que ou a mortalidade de matrizes aumentou ou a taxa de descarte aumentou ou ambos aumentaram. Enquanto as empresas de melhoramento genético não aumentam a longevidade das fêmeas pelo componente genético, que é possível e desejável (Le et al, 2016; Sobczyk e Blicharski, 2015) os SIPS precisam adotar estratégias de manejo que aumentem a Vida Útil produtiva das fêmeas. Adequar a nutrição para atender as exigências de fêmeas altamente produtivas também é possível e necessário e já existem ferramentas técnicas para tal (NEVES, 2006; SILVA, 2010). Da mesma maneira, tratar os cascos, usar produtos que melhoram as condições dos mesmos e previnem problemas futuros, adotar os parâmetros para se inseminar as leitoas de reposição de acordo com as recomendações das empresas de genética fornecedoras também é recomendável para se aumentar a taxa de retenção das matrizes (STEVERINK, 1.999; FOXCROFT e AHERNE, 2.000; RILLO et al, 2.000; FELIU, 2002; ROMERO, 2004; STEPHANO, 2004; DO AMARAL e MORÉS, 2005; BORTOLOZZO e WENTZ, 2.006; LISBOA, 2006; HEINONEN et al, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil é comum em muitas regiões produtoras encontrar-se sistemas intensivos de produção de suínos (SIPS) que foram projetados e construídos há mais de 20 anos atrás, muitos na década de 90 do século passado. Sabendo-se que ao se planejar as instalações de maternidade de um SIPS, considera-se o número de partos por fêmea por ano (p/p/a) e a idade ao desmame, e que o melhoramento genético mudou a fêmea e a tornou mais produtiva em todas as características sob seleção aumentando-se o número de leitões produzidos por parto e o número de leitegadas produzidas por ano, há de se adequar a instalação ao número de fêmeas do projeto inicial, para se conseguir manter a prática de vazio sanitário

da instalação de maternidade, que é extremamente importante para o controle das doenças perinatais, que podem estar relacionadas ao aumento da mortalidade perinatal de fêmeas. Neste sentido, torna-se fundamental redimensionar o SIPS, construindo-se mais salas de maternidade ou diminuindo o número de fêmeas do plantel, que por serem mais produtivas usam mais as instalações durante o ano, por produzirem mais partos. Nesta mesma linha de raciocínio sabe-se que a fêmea atual produz mais leite e, assim como acontece no melhoramento genético de bovinos de leite, em muitos programas de melhoramento genético de suínos, há uma resposta correlacionada negativa com a qualidade de cascos e aprumos. Sabendo disto, os suinocultores precisam dedicar mais ao manejo de saúde dos cascos, inclusive adotando o uso de produtos comerciais que melhoram os mesmos, para reduzir o descarte de fêmeas provocado diretamente ou indiretamente por problemas de cascos. Se o melhoramento genético mudou as fêmeas e as tornaram mais produtivas, as exigências nutricionais e de ambiência também se alteraram. Não se pode manejar as fêmeas modernas da mesma maneira que se manejava há dez, vinte ou trinta anos atrás. Precisa-se adequar os manejos em todos os níveis à fêmea atual, para que o SIPS continue praticando 40% de taxa de reposição anual, também com as fêmeas altamente melhoradas e mais exigentes do presente.

■ REFERÊNCIAS

1. BORTOLOZZO, F.; WENTZ, I. **A fêmea suína de reposição**. 1. ed. Porto Alegre: Editora Pallotti, 2006. 128 p.
2. DIAL, G.; ROKER, J. R.; FREKING, B. W. Managing the breeding herd to optimize output. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS (ABRAVES), 10., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves-CNPSA, 2001. p. 19-25.
3. DO AMARAL, A. L.; MORÉS, N. Programa de manejo para fêmeas de reposição. **Suínos & Cia**, v. 3, n. 11, p. 29-32, 2005.
4. ENGBLOM, J.A. et al. Genetic analysis of sow longevity and sow lifetime reproductive traits using censored data. **Animal Breeding and Genetics**. v. 133. p. 138-144, 2016.
5. FELIU, L. C. Sistema de reposição diferenciado: nulíparas gestantes. **Suínos & Cia**, v. 1, n. 1, p. 8-11, 2002.
6. FOXCROFT, G.; AHERNE, F. Manejo da marrã de reposição e da porca de primeiro parto (parte 1-6). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO E INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM SUÍNOS, 7., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves-CNPSA, 2000. p. 88-210.
7. GAAD, J. What the textbooks don't tell about. **Pig Progress**, v. 16, n. 2, p. 12-14, 2000.
8. GAAD, J. **Guía John Gaad de soluciones en producción porcina**. 1. ed. Madrid: Editorial Servet, 2006. 526 p.

9. GOSS, J. Prepare your gilts. **Pig International**, v. 33, n. 1, p. 21-24, 2003.
10. LE, T. H., MADSEN, P., LUNDEHEIM, N., NILSSON, K., NORBERG, E. Genetic association between leg conformation in young pigs and sow longevity. **Animal Breeding and Genetics**, v. 133, p. 183-290, 2016.
11. LISBOA, M. N. T. S. Unidade de desenvolvimento de marrã. **Suínos & Cia**, v. 4, n. 20, p. 20-23, 2006.
12. LUCIA, T., DIAL, G.D., MARSH, W.E. (1999) Estimation of lifetime productivity of female swine. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. 214, 1056-59.
13. LUCIA, T., DIAL, G., MARSH, W. (2000a) Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. **Livestock Production Science**. 63, 213-22.
14. LUCIA, T., DIAL, G.D., MARSH, W.E. (2000b) Reproductive and financial efficiency during lifetime of female swine. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. 216:1802-09.
15. Heinonen, M., OlliPeltoniemi, a. n.,annaValros, b. Impact of lameness and claw lesions in sows on welfare, health and production. *Livestock Science*, v. 156, p.2-9, 2013.
16. Miele, M., Santos Filho, J.I., Sandi, A.J. Custo de Produção de Suínos em Países Selecionados. **Comunicado Técnico 523**, 2015. 16p.
17. MUIRHEAD, M. R.; ALEXANDER, T. J. L. Reproduction: non infectious infertility. In:____. **Managing Pig Health and the treatment of disease: a reference for the farm**. 1. ed. London: 5M Enterprises LTD, 1997. cap. 5, p. 133-162.
18. NEVES, J. F. Desafios da nutrição para cumprir 30 leitões/porca/ano. **Suínos & Cia**, v. 4, n. 20, p. 38-41, 2006.
19. PEREIRA, J. C. C. Melhoramento genético dos suínos. In:____. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 4. ed. Belo Horizonte: FEPMZ Editora, 2004. cap. 17, p. 372-392.
20. RILLO, S. M.; DE ALBA, C.; FALCETO, M. V. PERALTA, W.; BUSTAMANTE, J. Efecto del aparato genital de la primeriza sobre la productividad de la cerda. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO E INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM SUÍNOS, 7., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves-CNPSA**, 2000. p. 39-49.
21. ROMERO, C, A. A futura reprodutora. **Suínos & Cia**, v. 4, n. 9, p. 9-17 , 2004.
22. SEBRAE/ABCS. **Mapeamento da Suinocultura Brasileira**. 1ª Edição. Brasília: Gráfica Qualytá, 2016. 368p.
23. SILVA, B. A. N. Nutrição de fêmeas suínas de alta performance nos trópicos. **Suínos&Cia**, v. 6, n. 37, 10-35, 2010.
24. SOBCZY, M., BLICHARSKI, t. Phenotypic and genetic variation in longevity of Polish Landrace sows. **Animal Breeding and Genetics**. v. 132. p. 318-327, 2015.
25. STEPHANO, A. Estratégias de manejo para melhorar os resultados de nulíparas e primíparas. **Suínos & Cia**, v. 2, n. 8, p. 8-15, 2004.
26. STEVERINK, D. B. W. **Optimising insemination strategies in pigs**. 1999. 147 f. Tese de Doutorado, Wageningen University, Wageningen, 1999.

“

Anatomia e fisiologia reprodutiva da fêmea suína: uma revisão

┆ Paula Magnabosco **Secco**
UNICENTRO

┆ Carla Fredrichsen **Moya**
UNICENTRO

RESUMO

A fêmea suína é classificada como poliéstrica não-estacional, tendo ciclos regulares com duração média de 21 dias independente da estação do ano. O ciclo estral é dividido em quatro estágios, sendo o proestro e estro inseridos na fase folicular, e o metaestro e diestro caracterizando a fase lútea. Durante a fase folicular, na ausência do bloqueio progesterônico, o hipotálamo é capaz de liberar pulsos de GnRH em amplitude e frequência suficientes para provocar a maturação dos folículos e ovulação. O hormônio predominante nessa fase é o estrógeno, responsável tanto pelas mudanças no trato reprodutivo, como o aumento da vascularização e permeabilidade vascular, quanto no comportamento da fêmea. O estro é marcado pela receptividade ao macho, em que os níveis de estrógeno chegam ao ápice. A porca apresenta um sinal comportamental bem característico dessa fase: o reflexo de tolerância. Após a ovulação, há a formação dos corpos lúteos e a síntese de progesterona, marcando o início da fase lútea. A fase folicular pode durar de cinco a sete dias nessa espécie, enquanto a fase lútea, 14 a 16 dias. O objetivo deste trabalho foi descrever a anatomia e fisiologia reprodutiva da fêmea, com ênfase na espécie suína, devido a importância do setor suinícola no Brasil e sendo a reprodução um fator chave para o melhoramento genético e dos índices produtivos do rebanho.

Palavras-chave: Granja, Suínos, Reprodução.

INTRODUÇÃO

O Brasil é referência mundial na produção de suínos, fechando 2020 em quarto lugar com 4,13 milhões de toneladas produzidas, e um dos maiores crescimentos anuais desde 2016, numa taxa de 2,9%, perdendo apenas para Rússia e México, com taxas de 5,8% e 4,9% ao ano (USDA, 2021). O ano de 2020 no Brasil foi de recorde histórico para as exportações de carne suína, com mais de 1 milhão de toneladas enviadas ao exterior, 36% acima do registrado em 2019 (ABPA, 2020). Tais números só são possíveis devido a intensificação dos processos de seleção e melhoramento genético e de bons índices de desempenho zootécnico, intimamente relacionados com o manejo reprodutivo dos animais (FERREIRA *et al.*, 2014; VELLOSO, 2011). Por sua vez, para se obter sucesso na reprodução dentro da suinocultura, além de associado às boas práticas nutricionais e sanitárias, faz-se necessário o conhecimento acerca da anatomia e fisiologia do sistema reprodutivo, bem como do comportamento sexual, entendendo as particularidades da espécie (ROSA *et al.*, 2014; SILVA, 2008).

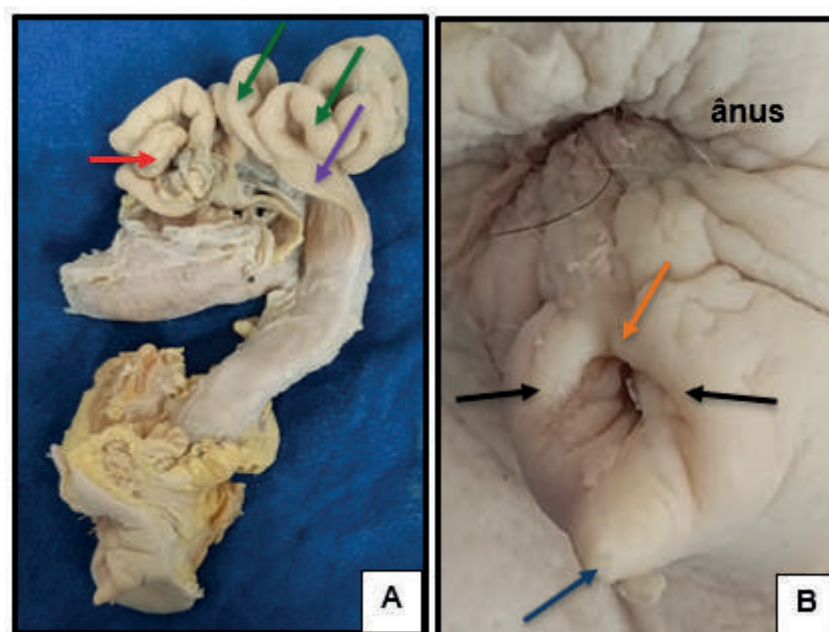
A fêmea suína apresenta um papel crucial nas granjas suinícolas: produzir um grande número de leitões vivos e ser capaz de alimentá-los por todo o período de aleitamento, além de estar apta a reproduzir novamente após o desmame, otimizando o número de partos ao ano (FERREIRA *et al.*, 2014). Tendo em vista a importância da reprodução na suinocultura, o intuito desse trabalho é realizar uma revisão acerca da anatomia e fisiologia reprodutiva da porca, englobando as características do ciclo estral, hormônios envolvidos e comportamento sexual, possibilitando compreender a utilização dos diferentes manejos e biotécnicas reprodutivas voltadas para essa espécie.

DESENVOLVIMENTO

Anatomia reprodutiva da porca

O sistema reprodutivo da porca, assim como nas demais espécies domésticas, compreende a genitália externa, gônadas e o sistema tubular, formado pelos ovidutos, útero, cérvix e vagina, conforme observado na Figura 1 (KÖNIG; LIEBICH, 2012). A genitália externa na fêmea se refere à vulva, formada por dois lábios maiores e dois menores que se cerram medialmente, impedindo a entrada de partículas estranhas na vagina. O encontro dos lábios vulvares forma duas comissuras, dorsal e ventral (SENGER, 2012).

Figura 1. Fotografias de peça anatômica do sistema genital da porca. (A) ovário (seta vermelha), cornos uterinos (setas verdes), corpo uterino (seta roxa); (B) vulva com destaque para comissura dorsal (seta laranja), comissura ventral (seta azul) e lábios vulvares (setas pretas).



Internamente, na cavidade pélvica, está localizado o órgão copulador feminino, a vagina, embora na porca a cérvix também realize essa função (ANTOLÍN *et al.*, 2012; HAFEZ; HAFEZ, 2004). A porção mais caudal da vagina, comum entre o sistema reprodutivo e urinário, é chamado vestíbulo. Uma prega de tecido separa o vestíbulo da vagina cranial. Esta prega é chamada de hímen vestigial, o qual tende a ser mais desenvolvido na porca e égua do que nas demais espécies domésticas (KÖNIG; LIEBICH, 2012). Encoberto pela comissura ventral no vestíbulo, está o clitóris, órgão erétil feminino, particularmente longo na porca, culminando no formato pontiagudo da comissura ventral nessa espécie (AGPTEA, 2021; HAFEZ; HAFEZ, 2004).

A vagina, assim como os demais órgãos tubulares do sistema reprodutivo, é formada por quatro camadas histológicas: a serosa, muscular, submucosa e mucosa, sendo esta última responsável pela produção de transudato que auxilia na lubrificação do canal vaginal (KÖNIG; LIEBICH, 2012; SENGGER, 2012). A mucosa, formada basicamente por um epitélio secretório, é sujeita a alterações no número de camadas celulares, padrão de secreção, composição do fluido secretado e morfologia dos microvilos, dependendo da resposta endócrina predominante que a fêmea apresenta, em outras palavras, da fase do ciclo estral (GIL *et al.*, 2009). A vagina da porca apresenta um comprimento de cerca de 10 a 12 centímetros, pequeno calibre e continuidade direta com o colo do útero, não possuindo fórnix vaginal, como visto na cadela, na égua e na vaca (KNOX, 2003; SENGGER, 2012).

A cérvix, também chamada colo uterino, é responsável pelo transporte, reserva e sobrevivência dos espermatozoides, além de servir como barreira entre o útero e o meio

externo (SENGER, 2012). A mucosa da cérvix secreta um exsudato mucoso, que pode ser mais fluido, alcalino e de baixa celularidade durante o estro, ou viscoso, ácido e de grande conteúdo celular durante o diestro e gestação. O muco altamente viscoso na gestação funciona como um selante na entrada da cérvix, evitando a contaminação microbiana do útero e dos fetos (GIL *et al.*, 2009; HAFEZ; HAFEZ, 2004). Na porca, a cérvix é um órgão fibroso de parede espessa e proporcionalmente longa às demais porções do sistema reprodutivo tubular (AGPTEA, 2021; KÖNIG; LIEBICH, 2012). Ela caracteriza-se por anéis que se projetam ao lúmen e interdigitam-se de maneira bem particular, de modo a formar um encaixe à glândula do pênis do cachaço, em formato de saca-rolhas (ANTOLÍN *et al.*, 2012). O formato da cérvix da porca também demanda o uso de pipetas de formato específico durante a inseminação artificial para fixação nos primeiros anéis, sendo o sêmen depositado no canal cervical (SOEDE; KEMP, 1996).

O útero é o órgão com a maior capacidade de distensão do organismo. Nas espécies domésticas, é formado por dois cornos, um corpo e um colo (KÖNIG; LIEBICH, 2012). Suas funções vão desde o auxílio no transporte espermático e regulação endócrina, até abrigar, nutrir e proteger os conceitos durante todo o período gestacional, além de ter um papel ativo durante o parto (HAFEZ; HAFEZ, 2004). Na porca, o corpo do útero é pobremente desenvolvido, no entanto, os cornos são bastante longos, formando flexuras semelhantes ao intestino delgado (AGPTEA, 2021; KÖNIG; LIEBICH, 2012). O comprimento total do útero na fêmea suína pode chegar a um metro e meio e serve para abrigar o grande número de fetos que essa espécie pode gestar (ALVARENGA *et al.*, 2011).

As tubas uterinas ou ovidutos são estruturas tubulares delgadas que têm a função de captar os oócitos recém ovulados, transportá-los ao local de fertilização, tal qual os espermatozoides, e fornecer o ambiente adequado para os diferentes processos que ali ocorrem, como a fertilização, capacitação espermática e desenvolvimento embrionário inicial (HAFEZ; HAFEZ, 2004). Os ovidutos são divididos em três porções com funções distintas: o infundíbulo, com fímbrias que envolvem a superfície de ovulação; a ampola, sítio de fertilização e primeiras clivagens; e istmo, porção que se conecta com o útero pela junção uterotubárica (KYRIAZAKIS; WHITTEMORE, 2006). Na porca, o infundíbulo é bastante aberto e amplo, cobrindo toda a superfície ovariana. Além disso, a junção uterotubárica forma uma constrição pregueada, servindo como barreira à passagem dos espermatozoides, reduzindo a incidência de polispermia (HAFEZ; HAFEZ, 2004; SENGHER, 2012).

Os ovários são as gônadas femininas e, portanto, possuem a função de produzir e liberar gametas, os oócitos. Não obstante, os ovários possuem a função de glândula endócrina, sintetizando hormônios importantes no controle do ciclo estral e gestação, comportamento sexual e desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários (SENGER, 2012). Os ovários

da porca apresentam um formato de cacho de uva, em decorrência dos vários folículos e corpos lúteos protuberantes na superfície ovariana, já que essa espécie é capaz de ovular múltiplos oócitos em cada ciclo estral (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

Fisiologia reprodutiva da porca

A fêmea suína é uma espécie poliéstrica anual, com ciclos durando entre 19 e 23 dias (média 21) independente da estação do ano, embora seja comum encontrar cios mais longos durante a primavera e verão (HURTGEN; LEMAN, 1980). A estação do ano também pode influenciar na idade à puberdade, bem como a raça, presença do reprodutor no alojamento das marrãs, criação das fêmeas em grupo ou isoladas e peso corporal (HUGHES, 1982; LE COZLER *et al.*, 1999).

Na fêmea, a puberdade representa a idade em que ocorre a maturação do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, resultando no primeiro cio fértil e dando início aos ciclos reprodutivos (HAFEZ; HAFEZ, 2004). É conhecido que marrãs com puberdade tardia tendem a ter menor fertilidade e maiores taxas de descarte precoce, enquanto que as fêmeas que iniciam a reprodução mais cedo são mais longevas, tendo a chance de produzir maior número de leitões durante a vida produtiva (PATTERSON *et al.*, 2010; SAITO *et al.*, 2011; THOLEN *et al.*, 1996). Dessa forma, a seleção de fêmeas para reposição com base na idade à puberdade é interessante, considerando a moderada herdabilidade (0,38 a 0,46) da característica (KUEHN *et al.*, 2009).

O primeiro cio fértil das marrãs ocorre entre cinco a nove meses de idade e o principal hormônio responsável pelo seu desencadeamento é o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) (ANDESON, 2004; MARTINAT-BOTTÉ *et al.*, 2011). Na puberdade, ocorre um aumento da sensibilidade e resposta dos neurônios secretores de GnRH aos esteroides gonadais, além de uma maior frequência e amplitude dos pulsos de liberação desse hormônio no hipotálamo, e isso é definido por fatores genéticos, mas que podem ser alterados de acordo com o sistema de criação ou regime alimentar (ZIMMERMAN, 2000). Por exemplo, a restrição alimentar de fêmeas pré-púberes pode atrasar a puberdade em um mês e meio ou mais (ANDERSON, 2004). Por conta disso, para se selecionar as fêmeas mais precoces à puberdade levando em consideração apenas a herança genética, deve-se padronizar todos os demais manejos realizados no plantel (RYDHMER, 2000).

A maturação e ovulação de folículos ovarianos de fêmeas suínas pré-púberes pode ser induzida artificialmente com a administração de gonadotrofina coriônica humana (hCG) ou equina (eCG). Embora a manifestação do cio propriamente dita dependa da idade da fêmea, estudos demonstram uma taxa de 90% de ovulação nas fêmeas tratadas, as quais passam a ciclar normalmente após o tratamento (ANDERSON, 2004; BARTLETT *et al.*, 2009).

O ciclo estral das espécies domésticas, incluindo a suína, pode ser dividido em duas fases de acordo com a estrutura predominante no ovário: a fase folicular e a fase lútea, ou também, em duas fases comportamentais: se a fêmea aceita a monta ou não (HAFEZ; HAFEZ, 2004; SENGGER, 2012). A fase folicular é marcada pela prevalência estrogênica e caracteriza o período de crescimento e recrutamento dos folículos e ovulação. Já a fase lútea compreende a maior parte do ciclo, sendo na espécie suína essa parte correspondente a 66%, na qual ao menos um corpo lúteo funcional está presente encarregado na síntese da progesterona. As características e interações hormonais marcantes permitem ainda dividir cada fase em dois estágios distintos. A fase folicular compreende o proestro e o estro, enquanto que a fase lútea abrange o metaestro e diestro (SENGGER, 2012).

O início do proestro é marcado pela completa luteólise e, com isso, término do bloqueio da progesterona ao eixo hipotalâmico-hipofisário, permitindo que os folículos recrutados possam continuar seu crescimento até a ovulação (SOEDE *et al.*, 2011). Durante esse estágio, as camadas da granulosa e da teca se proliferam e diferenciam e os folículos tornam-se gradativamente mais responsivos às gonadotrofinas, secretando cada vez mais estrógeno, na medida em que aumentam de tamanho (COFFEY *et al.*, 1997; SENGGER, 2012). Como resultado, o perfil hormonal da fêmea nessa fase é de níveis crescentes de estrógeno circulante, mas não ainda suficientes para provocar os sinais característicos de cio e a ovulação (SOEDE *et al.*, 2011). Tal aumento nos níveis de estrógeno provoca mudanças nos órgãos reprodutivos e no comportamento da fêmea, que no caso da porca, torna-se mais ativa, inquieta e com atitudes masculinizadas de estimular o cio das companheiras de baia, isso devido a conversão obrigatória do colesterol à testosterona antes de se transformar em estrógeno (DE JONGE *et al.*, 1994; SENGGER, 2012). Além disso, a vulva torna-se túrgida e avermelhada, com a presença de muco cristalino na entrada da vagina, porém numa quantidade bem inferior quando comparada à espécie bovina (JOHNSON, 2007).

Com o aumento dos níveis de estrógeno, ocorre o feedback positivo para a liberação de hormônio luteinizante (LH) e o aumento dos receptores de hormônio folículo estimulante (FSH) nas células da granulosa, mais numerosos em folículos maiores, permitindo que esses atinjam mais rapidamente o tamanho pré-ovulatório, mesmo em concentrações mínimas de FSH circulantes, o que ocorre três a quatro dias antes da ovulação e perdura até cerca de três dias após a ovulação (CUNNINGHAM; KLEIM, 2008; HASEGAWA *et al.*, 1988). A inibina, outro hormônio folicular, junto com o estrógeno, são os responsáveis pelo decréscimo na liberação de FSH durante a fase folicular, o que por sua vez culmina na seleção dos folículos ovulatórios (GUTHRIE, 2005).

O estro é a fase mais reconhecível do ciclo estral nas espécies domésticas devido aos sinais comportamentais exclusivos de receptividade sexual. Na porca, esse estágio pode

durar de 24 a 72 horas, mas o tempo para a ovulação a partir do início dos sinais de estro é muito variável, sendo que o processo de ovulação pode durar de uma a quatro horas (SOEDE *et al.*, 2000; ANDERSON, 2004). Por conta disso, é mais difícil nessa espécie prever o momento exato de maior fertilidade, e as porcas normalmente são inseminadas de duas a três vezes enquanto perdurarem os sinais de cio (KEMP; SOEDE, 1997).

Fêmeas púberes e marrãs tendem a apresentar cios mais curtos, bem como os cios apresentados no inverno (ANDERSON, 2004; COFFEY *et al.*, 1997). Os sinais fisiológicos e comportamentais que iniciaram no proestro se intensificam no estro (SHILLE, 1992). O estrogênio aumenta radicalmente o fluxo sanguíneo de todos os órgãos reprodutivos, levando à hiperemia. Não obstante, também promove o aumento da permeabilidade vascular, levando ao edema de mucosa e o direcionamento de células de defesa para a submucosa do trato reprodutivo, especialmente à vagina, preparando para a contenção e eliminação de micro-organismos e corpos estranhos trazidos durante a cópula (HAFEZ; HAFEZ, 2004; SENGGER, 2012). O epitélio ciliado do oviduto durante o estro torna-se mais ativo e acelera o movimento dos cílios para o encontro dos gametas. As características do muco cervical se alteram e a contratilidade da musculatura lisa do trato reprodutivo se intensifica, favorecendo o transporte e sobrevivência dos espermatozoides (HAFEZ; HAFEZ, 2004; HARPER, 1994).

O comportamento da porca em estro é marcado por intensa vocalização e atividade, procura pelo macho e reflexo de tolerância. O reflexo de tolerância na fêmea suína é bastante peculiar, sendo caracterizado pela posição completamente estática, orelhas em pé e olhar fixo e atento (COFFEY *et al.*, 1997; DE JONGE *et al.*, 1994). A capacidade de exibir o reflexo de tolerância é herdada geneticamente e algumas fêmeas podem não apresentar o reflexo completamente ou apresentá-lo somente na presença do reprodutor, enquanto outras podem ter o reflexo de tolerância desencadeado somente por estímulo dos funcionários do plantel suínico (RYDHMER *et al.*, 1994). Porcas em estresse térmico durante o estro têm piora nos índices de fertilidade, aumento das taxas de aborto e tamanho reduzido da leitegada (WENTZ, 2001).

O metaestro é o estágio que vai da ovulação até a completa formação do corpo lúteo (SENGGER, 2012). Logo após a ovulação, vasos sanguíneos que envolviam a superfície folicular se rompem, provocando uma hemorragia local. As camadas celulares se desorganizam devido a desintegração parcial da membrana basal, células da teca interna junto com uma nova rede vascular invadem a cavidade do agora formado corpo hemorrágico, enquanto que as células da granulosa passam por um gradativo processo de luteinização (FALCETO *et al.*, 2004; HAFEZ; HAFEZ, 2004). As células luteinizadas são responsáveis pela síntese de progesterona, a qual aos poucos substitui o estrogênio como hormônio predominante (SOEDE *et al.*, 2011).

Dessa forma, o proestro e metaestro podem ser considerados estágios de transição para o estro, fase de predomínio estrogênico, e diestro, de predomínio progesterônico, respectivamente (SENGER, 2012).

A formação do corpo lúteo marca o início do diestro nas espécies domésticas. Na porca, as células da granulosa luteinizadas não somente sintetizam a progesterona, como também outros dois hormônios de grande importância no parto e lactação dessa espécie: a ocitocina e a relaxina (SENGER, 2012). A relaxina da porca é de origem exclusivamente lútea, enquanto em outras espécies, como a equina, a principal fonte desse hormônio é a placenta (ANDERSON *et al.*, 1973; KLEIN, 2016). A progesterona inicia uma fase de quiescência uterina, na qual a contratilidade da musculatura lisa do útero é mínima, no entanto, o epitélio secretório do endométrio atinge sua máxima atividade nesse estágio (BAZER *et al.*, 1979; SENGER, 2012). Glândulas endometriais secretam histotrofina, responsável por nutrir os embriões no período pré-implantação (ROBERTS; BAZER, 1988; SENGER, 2012).

No hipotálamo, a progesterona altera o padrão secretório de GnRH, resultando na liberação de FSH e pequenas quantidades de LH pela adenohipófise, o que permite o recrutamento e crescimento de folículos nesse estágio do ciclo estral (SENGER, 2012). As porcas apresentam uma particularidade durante a fase lútea que é a ausência de ondas de crescimento folicular como observado em ruminantes e equinos. Do contrário, os folículos apresentam um perfil contínuo de crescimento que inicia no final da fase lútea e continua posteriormente na fase folicular. A partir do dia 15 do ciclo estral, o número de folículos acima de 5mm aumenta consideravelmente, chegando ao número máximo de folículos pré-ovulatórios ao final do proestro (EVANS, 2003; GUTHRIE; COOPER, 1996; KNOX, 2005). Ademais, a população folicular dominante das porcas, apesar de secretar mais inibina, favorecendo sua dominância, a nível parácrino é capaz de estimular o crescimento de outros folículos antrais, ao invés de suprimi-los, como ocorre em ruminantes (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

O diestro da fêmea suína dura em média 14-16 dias, período no qual não há qualquer comportamento de procura ou aceitação ao macho (COFFEY *et al.*, 1997). A entrada da cérvix se fecha, o edema e intensa vascularização dos órgãos reprodutivos cessam, culminando em uma mucosa mais descorada e seca. Externamente, a vulva da porca em diestro retorna ao tamanho normal e adquire uma coloração pálida (BERNARDI, 2007; HAFEZ; HAFEZ, 2004).

No final da fase lútea, com a ausência de embriões que estimulem o reconhecimento materno da gestação, o corpo lúteo passa pelo processo de luteólise (SENGER, 2012). Nesse processo, o estrógeno e ocitocina combinados desencadeiam a síntese de prostaglandina $F_{2\alpha}$ pelo endométrio, que quando atinge níveis elevados nos ovários, leva à degradação das células luteínicas do corpo lúteo, restando ao final somente tecido conjuntivo fibroso cicatricial, chamado corpo albicans (BAZER *et al.*, 1979). A luteólise resulta na queda drástica

das concentrações de progesterona circulantes, removendo o bloqueio aos picos de GnRH pelo hipotálamo, o que leva ao retorno do proestro (HAFEZ; HAFEZ, 2004). Na fêmea suína, uma particularidade no uso da PGF_{2α} exógena como indutor do cio é que ela é incapaz de promover a luteólise com uma única aplicação em dose farmacológica antes do dia 12 do ciclo estral, mas diversas aplicações podem ser utilizadas em protocolos de indução e sincronização do estro nessa espécie (DE RENSIS *et al.*, 2012).

O estrógeno exógeno quando administrado na porca entre os dias 11 e 15 do ciclo estral não promove a luteólise, mas ao contrário, resulta na manutenção do corpo lúteo por um período semelhante ou um pouco maior que o gestacional, caracterizando a pseudogestação. Isso acontece, porque o estrógeno é o principal hormônio responsável pelo reconhecimento materno da gestação nessa espécie (BAZER; THATCHER, 1977; GEISERT *et al.*, 1990).

A porca como uma espécie poliéstrica não-estacional, pode apresentar anestro, ou interrupção da ciclicidade, em apenas três condições: gestação, lactação ou doenças concomitantes (SILVEIRA; WENTZ, 1986). O anestro lactacional na porca é o mais marcante dentre as espécies domésticas, visto que a fêmea não retornará à reprodução durante o período de aleitamento. O estímulo de sucção nas glândulas mamárias promovido pelos leitões bloqueia a secreção de GnRH pelo hipotálamo e de LH pela hipófise e, consequentemente, o inibe o crescimento folicular e ovulação (ARMSTRONG *et al.*, 1988; DE RENSIS *et al.*, 1993). Após o desmame, o bloqueio cessa e a porca retorna ao estro em cerca de 5 a 10 dias (COLE *et al.*, 1972; LANGENDIJK *et al.*, 2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se trabalha na suinocultura, o número de leitões produzidos e vendidos é o fator chave na rentabilidade do setor e é influenciado diretamente pelo desempenho reprodutivo das matrizes, ou seja, pela frequência de parição e pelo número de leitões vivos produzidos por ninhada. Dessa forma, o conhecimento das particularidades anatomofisiológicas reprodutivas da fêmea suína é imprescindível para a sustentabilidade desse setor de produção.

■ REFERÊNCIAS

1. ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**, 2020. Disponível em: <http://abpa-br.org/>
2. AGPTEA – Associação Gaúcha de Professores Técnicos de Ensino Agrícola. **Apostila Aparelho Reprodutor Feminino**. Cap. 11, p.113-123. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/sanidade/livros/APARELHO%20REPRODUTOR%20FEMININO.pdf>. Acesso em fev 2021.

3. ALVARENGA, A. L. N.; ZANGERONIMO, M.; OBERLENDER, G.; MURGAS, L. D. S. Aspectos Reprodutivos e Estresse na Espécie Suína. **Boletim Técnico**, n. 86, p. 1-40, 2011.
4. ANDERSON, L.L. Suínos. In: HAFEZ, B.; HAFEZ, E.S.E. **Reprodução Animal**, cap.13, 7 ed., São Paulo: Manole, 2004, p.183-192.
5. ANDERSON, L.L.; FORD, J.J.; MELAMPY, R.M.; COX, D.F. Relaxin in porcine corpora lutea during pregnancy and after hysterectomy. **Am. J. Physiol.**, v.225, n.5, pp.1215-1219, 1973.
6. ANTOLÍN, J.R.; NICOLAS, L.; CUEVAS, E.; BRAVO, I.; CASTELAN, F.; GOMEZ, M.M. Morphological characteristics of the cervix in domestic sows. **Anat. Sci. Int.**, v.87, pp.195–202, 2012.
7. ARMSTRONG, J.; KRAELING, R.; BRITT, J. Morphine suppresses luteinizing hormone concentrations in transiently weaned sows and delays onset of estrus after weaning. **J. Anim. Sci.**, v.66, pp.2216–2223, 1988.
8. BARTLETT, A.; PAIN, S.J.; HUGHES, P.E.; STOTT, P.; VAN WETTERE, W.H.E.J. The effects of PG600 and boar exposure on oestrus detection and potential litter size following mating at either the induced (pubertal) or second oestrus. **Animal Reproduction Science**, v.114, p.219–227, 2009.
9. BAZER, F.W.; ROBERTS, R.M.; THATCHER, W.W. Actions of hormones on the uterus and effect on conceptus development. **J. Anim. Sci.** v.49, n.2, pp.35-45, 1979.
10. BAZER, F.W.; THATCHER, W.W. Theory of maternal recognition of pregnancy in swine based on estrogen controlled endocrine versus exocrine secretion of prostaglandin F2alpha by the uterine endometrium. **Prostaglandins**. v.14, n.2, pp.397-400, 1977.
11. BERNARDI, M. R. Fisiologia do parto em suínos. **Acta Scientiae Veterinarie**, v. 35, p. 139-147, 2007.
12. COFFEY, R. D.; PARKER, G. R.; LAURENT, K. M. Manipulation of the estrous cycle in swine. **J. Anim. Sci.**, p.1-6, 1997.
13. COLE, D.J.A.; BROOKS, P.H.; KAY, R.M. Lactational anoestrus in the sow. The **Veterinary Record**, v.90, n.24, p.681-683, 1972.
14. CUNNINGHAM, J.G.; KLEIN, B.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**, 4 ed., Rio de Janeiro: Editora Elsevier Guanabara Koogan S.A., 2008.
15. DE JONGE, F.H.; MEKKING, P.; ABBOTT, K.; WIEPKEMA, P.R. Proceptive and receptive aspects of oestrus behaviour in gilts. **Behavioural Processes**, v.31, n.2–3, pp.157-166, 1994.
16. DE RENSIS, F.; HUNTER, M.G.; FOXCROFT, G.R. Suckling-induced inhibition of luteinizing hormone secretion and follicular development in the early postpartum sow. **Biology of Reproduction**, v.48, p.964–969, 1993.
17. DE RENSIS, F.; SALERI, R.; TUMMARUK, P.; TECHAKUMPHU, M.; KIRKWOOD, R.N. Prostaglandin F2α and control of reproduction in female swine: a review. **Theriogenology**, v.77, n.1, p.1-11, 2012.
18. EVANS, A.C.O. Characteristics of ovarian follicle development in domestic animals. **Reprod Domest Anim**, v. 38, p.240-246, 2003.

19. FALCETO, M.V.; DUQUE, C.; ALFONSO, J.; CIUDAD, M.J.; ESPINOSA, E. Variaciones Fisiológicas de la funcionalidad ovárica en la cerda. **Porcine**. v.82, p.11-32, 2004.
20. FERREIRA, A. H.; CARRARO, B.; DALLANORA, D.; MACHADO, G.; MACHADO, I. P.; PINHEIRO, R.; ROHR, S. **Produção de suínos: teoria e prática**. Coordenação editorial: Associação Brasileira de Criadores de Suínos; Coordenação Integral Soluções em Produção Animal. 908 p. Brasília – DF, 2014.
21. GEISERT, R.D.; ZAVY, M.Y.; MOFFATT, R.J.; BLAIR, R.M.; YELLIN, T. Embryonic steroids and the establishment of pregnancy in pigs. **J. Reprod. Fertil**, v. 40, p. 293-305, 1990.
22. GIL, M.A., CUELLO, C., PARRILLA, I. Fisiología del tracto genital de la cerda y el verraco. **Cuaderno de Reproducción Anaporc**. v.55, p.24-31, 2009.
23. GUTHRIE, H.D. The follicular phase in pigs: follicle populations, circulating hormones, follicle factors and oocytes. **J. Anim. Sci.**, v.83, n.2, p.79-89, 2005.
24. GUTHRIE, H.D.; COOPER, B.S. Follicular atresia, follicular fluid hormones, and circulating hormones during the midluteal phase of the estrous cycle in pigs. **Biol. Reprod.**, v.55, p.543-547, 1996.
25. HAFEZ, B.; HAFEZ, E.S.E. **Reprodução Animal**, 7 ed., São Paulo: Manole Ltda, 2004.
26. HARPER, M. J. K. Gamete and zygote transport. In: KNOBIL, E.; NEILL, J. D. **The physiology of reproduction**. 2 ed. New York: Raven, p.123-187, 1994.
27. HASEGAWA, Y.; MIYAMOTO, K.; IWAMURA, S.; IGARASHI, M. Changes in serum concentrations of inhibin in cyclic pigs. **J. Endocrinol.**, v.118, p.211-219, 1988.
28. HUGHES, P.E. Factors affecting the natural attainment of puberty in the gilt. In: COLE, D.J.A.; FOXCROFT, G.R. (Eds.), **Control of Pig Reproduction**. London: Butterworths-UK, 1982. p.117–138.
29. HURTGEN, G.P.; LEMAN, A.D. Seasonal influence on fertility of sows and gilts. **Journal Animal Veterinary Medical Association**. v.177, p.631-635, 1980.
30. JOHNSON, C. Heat Detection Critical to Success. **National Hog Farmer**, v.52, n.10, 2007.
31. KEMP, B.; SOEDE N. M. Consequences of variation in interval from insemination to ovulation on fertilization in pigs. **Journal of Reproduction and Fertility Supplement**, v. 52, p.79-89, 1997.
32. KLEIN, C. The role of relaxin in mare reproductive physiology: A comparative review with other species. **Theriogenology**, v.86, n.1, p.451-456, 2016.
33. KNOX, R.V. Anatomy & physiology of reproduction in female pigs. **Swine Reproduction Papers**. 2003.
34. KNOX, R.V. Recruitment and selection of ovarian follicles for determination of ovulation rate in the pig. **Domest. Anim. Endocrinol.**, v.29, p.385-397, 2005.
35. KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. Órgãos Genitais Femininos (Organa Genitalia Feminina). In: KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. (Eds.) **Anatomia dos Animais Domésticos**, 4 ed., Porto Alegre: Artmed Ltda, 2012.

36. KUEHN, L.A.; NONNEMAN, D.J.; KLINDT, J.M.; WISE, T.H. Genetic relationships of body composition, serum leptin, and age at puberty in gilts. **J. Anim. Sci.**, v.87, p.477–483, 2009.
37. KYRIAZAKIS, I.; WHITTEMORE, C.T. Reproduction. In: **Wittemore's Science and Practice of Pig Production**. 3 ed. Garsington Road: Oxford, 2006, p.111-112.
38. LANGENDIJK, P.; GERRITSEN, R.; HAZELEGER, W.; SOEDE, N. M.; KEMP, B. Lactational anoestrus in the sow. **The Pig Journal**, v.55, n.2, p.192-200, 2005.
39. LE COZLER, Y.; RINGMAR-CEDERBERG, E.; JOHANSEN, S.; DOURMAD, J.Y.; NEIL, M.; STERN, S. Effect of feeding level during rearing and mating strategy on performance of Swedish Yorkshire sows 1. Growth, puberty and conception rate. **Anim. Sci.**, v.68, p.355– 363, 1999.
40. MARTINAT-BOTTÉ, F.; VENTURI, E.; ROYER, E.; ELLEBOUDT, F.; FURSTOSS, V.; RIDRE-MONT, B.; DRIANCOURT, M.A. Selection of impubertal gilts by ultrasonography optimizes their oestrus, ovulatory and fertility responses following puberty induction by PG600. **Animal Reproduction Science**, v.124, p.132–137, 2011.
41. PATTERSON, J.L.; BELTRANENA, E; FOXCROFT, G.R. The effect of gilt age at first estrus and breeding on third estrus on sow body weight changes and longterm reproductive performance. **J. Anim. Sci.**, v.88, p.2500–2513, 2010.
42. ROBERTS, R.M.; BAZER, F.W. The functions of uterine secretions. **J. Reprod. Fertil.**, v.82, n.2, p.875-892, 1988.
43. ROSA, L. S.; COSTA FILHO, L. C.C.; SOUZA, M. I. L.; CORREIA FILHO, R. A. C. Fatores que afetam as características produtivas e reprodutivas de fêmeas suínas. **B. Industr. Anim.**, v. 71, n. 4, p.380- 395, 2014.
44. RYDHMER, L. Genetics of sow reproduction, including puberty, oestrus, pregnancy, farrowing and lactation. **Livestock Production Science**, v.66, p.1-12, 2000.
45. RYDHMER, L.; ELIASSON-SELLING, L.; JOHANSSON, K.; STERN, S.; ANDERSSON, K. A genetic study of estrus symptoms at puberty and their relationship to growth and leanness in gilts. **J. Anim. Sci.**, v.72, p.1964–1970, 1994.
46. SAITO, H.; SASAKI, Y.; KOKETSU, Y. Associations between age of gilts at first mating and lifetime performance or culling risk in commercial herds. **Journal of Veterinary Medical Science**, v.73, p.555–559, 2011.
47. SENGER, P.L. Pathways to Pregnancy and Parturition, 3 ed., Washington: Current Conceptions - Inc., 2012.
48. SHILLE, V.M. **Fisiologia reprodutiva e endocrinologia da fêmea e do macho**. Tratado de medicina interna veterinária. São Paulo: Manole Ltda, 1992.
49. SILVA, M.D.; MURGAS, L.D.S.; ALVARENGA, A.L.N. Manejo da cobrição na suinocultura. **Boletim Técnico Lavras-MG**, n.80, p.1-13, 2008.
50. SILVEIRA, P.R.S.; WENTZ, I. Anestro e cio silencioso em porcas desmamadas. **EMBRAPA**. S/D. 1986.
51. SOEDE, N.M.; KEMP, B. Timing of AI and ovulation in sows. **Reproduction in Domestic Animals**, v.31, p.201-207, 1996.

52. SOEDE, N.M; LANGENDIJK P.; KEMP, B. Reproductive cycles in pigs. **Anim. Reprod. Sci.**, v.124, n.3-4, p.251-258, 2011.
53. SOEDE, N.M.; NISSEN, A.K.; KEMP, B. Timing of insemination relative to ovulation in pigs: effects on sex ratio of offspring. **Theriogenology**, v.53, n.4, p.1003-1011, 2000.
54. THOLEN, E.; BUNTER, K.L.; HERMESCH, S.; GRASER, H.U. The genetic foundation of fitness and reproduction traits in Australian pig population.1. Genetic parameters for weaning to conception interval, farrowing interval, and stayability. **Aust. J. Agric. Res.**, v.47, pp.1261–1274, 1996.
55. USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Foreign Agricultural Service**. Jan 2021. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov>
56. VELLOSO, N. M. **Freezing and effect of environment on the physical and chemical characteristics of boar semen in winter and summer**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 102p. 2011.
57. WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P.; BRANDT, G.; HECK, A.; BENNEMANN, P.E.; GUIDONI, A.L.; UEMOTO, D.A. A hipertermia durante o estro pode afetar o desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. **Ciência Rural**, v.31, n.4, p.651-656, 2001.
58. ZIMMERMAN, D.R.; MCGARGILL, T.; CHELAN, D. Pubertal response in gilts to type and frequency of boar exposure and as influence by genetic line and age at initiation of boar contact. **Nebraska Swine Rep.**, p.3, 2000.

“

Análise comportamental e características de desempenho zootécnico de matrizes suínas alojadas em baias coletivas e gaiolas individuais

■ Nathalia de Oliveira Telesca **Camargo**
UFRGS

■ Ines **Andretta**
UFRGS

■ Camila Lopes **Carvalho**
UFRGS

■ Eduardo Gonçalves **Xavier**
UFPEL

RESUMO

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de carne suína, perdendo apenas para China, União Europeia e Estados Unidos. Em 2019, de acordo com o relatório da Associação Brasileira de Proteína Animal, o número de matrizes alojadas foi de 2.017.645 cabeças (ABPA, 2020). Devido ao bem-estar animal e rastreabilidade de produtos, indústrias de alimentos estão atendendo as exigências dos consumidores, que cada vez mais querem saber como são criados os animais que lhes fornecem alimentos. Uma das discussões mais importantes na suinocultura envolve o tipo de alojamento mais adequado na fase de gestação das matrizes suínas, pensando no bem-estar e na alta produtividade, sem haver perdas econômicas. Sabendo a importância deste tema na suinocultura, este capítulo apresenta uma revisão acerca do comportamento dos animais e um estudo que buscou avaliar os índices zootécnicos de matrizes suínas alojadas em gaiolas individuais e baias coletivas.

Palavras-chave: Comportamento, Gestação Individual, Gestação Coletiva, Sistemas de Alojamento, Suinocultura Industrial.

INTRODUÇÃO

De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal- ABPA (2020), o Brasil ocupa atualmente o quarto lugar na produção mundial de suínos, sendo a China em primeiro, União Europeia em segundo e Estados Unidos em terceiro. Ainda de acordo com a ABPA (2020), o número de matrizes suínas alojadas em sistemas industriais brasileiros é de 2.017.645, enquanto que a produção nacional de carne suína é de 3,983 milhões de toneladas e cresce a cada ano. A maior parte absoluta das matrizes suínas é criada em sistemas intensivos, altamente tecnificados, com dieta balanceada e cuidados sanitários (DIAS et al. 2011), que permite, segundo a ABPA (2020), que o Brasil exporte cerca de 750 mil toneladas de carne suína (19% da produção).

Na busca de melhorar os sistemas de produção, atender as exigências internacionais e acessar novos mercados na suinocultura mundial, é essencial para o Brasil ter claro seu posicionamento em relação às práticas de bem-estar animal, seja por pressão de países importadores, dos próprios consumidores, da mídia ou de ativistas que buscam o direito dos animais. Devido às exigências dos consumidores por um produto final de qualidade aliado ao bem-estar e a rastreabilidade, o mercado da produção suína vem se modificando. De acordo com Ludtke et al. (2010), tanto no Brasil quanto em países de primeiro mundo, cada vez mais cresce o número de consumidores preocupados com esta questão de bem-estar e diminuição do estresse e sofrimento dos animais de produção, desafiando a produção suínica à um padrão alto de cuidados com a senciência dos mesmos. Os países da Europa foram os primeiros a definir regras claras de bem-estar animal e várias indústrias de alimentos, varejo e redes de fast food estão fazendo exigências para seus fornecedores, pois os consumidores cada vez mais querem saber como são criados os animais que lhes fornecem alimentos (LUDTKE et al., 2014). Ainda de acordo com Ludtke et al. (2014) na América do Sul, as maiores companhias de alimento do mundo já anunciaram um plano de ação para eliminar aos poucos o uso da gestação em gaiolas individuais nos próximos 10 anos.

De acordo com a Instrução Normativa nº 113, de 16 de dezembro de 2020 (BRASIL), que estabelece as boas práticas de manejo e bem-estar animal nas granjas de suínos de criação comercial, os animais devem ter acesso a um ambiente enriquecido, para estimular as atividades de investigação e manipulação e reduzir o comportamento anormal e agonístico (como correntes, maravalha, borracha, etc.).

Ainda de acordo com a IN nº 113, os sistemas de criação devem ser projetados, construídos e regularmente inspecionados e mantidos de forma a reduzir o risco de lesões, doenças ou estresse para os suínos e permitir o manejo seguro e a movimentação dos animais. Devem ser adotados projetos de reforma para o sistema de criação em grupo para o alojamento de fêmeas na fase de gestação e para o alojamento de cachos em

baías. As granjas que utilizam gaiolas de gestação e gaiolas para alojamento de cachorros terão prazo até 1º de janeiro de 2045, para adaptar suas instalações para a gestação coletiva e baias para machos.

A gestação de matrizes suínas em grupo, quando bem planejada e manejada, pode resultar em melhoria no bem-estar animal, no desempenho reprodutivo e nos índices de produtividade, podendo associar bem-estar animal e produtividade, sem haver perdas econômicas (PERINI, 2017). Há muitas pesquisas que levam em consideração uma realidade de produção que não está de acordo com as condições climáticas e realidade de produção brasileira. Nesse sentido, é essencial o desenvolvimento de pesquisas atuais no Brasil que possam comparar os modelos de produção (gaiolas individuais x gestação coletiva) com o clima e a realidade de produção do país e, com isso, auxiliar o desenvolvimento de soluções para otimizar os novos modelos de produção e estimular o produtor a adotar sistemas de criação que promovam melhor bem-estar aos animais aliado à sustentabilidade.

DESENVOLVIMENTO

Análise comportamental

A avaliação de estresse em fêmeas suínas pode ser realizada de diversas maneiras, como por exemplo pela observação da existência e frequência de comportamentos estereotipados, pela queda da imunidade da matriz (o que proporciona uma incidência alta de doenças) e pelos índices fisiológicos, mensurando, por exemplo, a glicose sanguínea e o cortisol (PERINI, 2017). A resposta comportamental do indivíduo a algum estressor é um fator determinante para estabelecer o tipo e a intensidade da resposta fisiológica (DANTZER, 1989). Estas respostas comportamentais procuram, na maioria das vezes, envolver atividades que visem diminuir os aspectos prejudiciais do agente estressor. De acordo com Dalla Costa et al. (2006), as variações na concentração de cortisol decorrem das reações aos agentes estressores e aos desafios que o ambiente de criação proporciona. Adicionalmente, Perini (2017) afirma que quando um animal é exposto a um estressor inevitável, atividades aparentemente irrelevantes podem ocorrer, como as estereotipadas (repetitivas).

De acordo com Vieuille (1995), há uma menor proporção de comportamentos estereotipados em matrizes alojadas em grupo em comparação com matrizes alojadas em gaiolas. Terlouw et al. (1991), por sua vez, demonstraram que houve uma tendência para que a quantidade de água ingerida fosse negativamente correlacionada com os níveis de cortisol plasmático, e que fêmeas com restrição alimentar também apresentaram maior estresse e comportamentos estereotipados. Segundo os mesmos autores, a remoção das correntes utilizadas como enriquecimento ambiental nas baias e gaiolas das matrizes levou a uma

diminuição no consumo de água, uma maior manipulação de substratos pelo focinho (barras ou bebedouro), aumento da inatividade com os olhos abertos e uma diminuição global de matrizes em pé.

Rhodes et al. (2005) realizaram uma revisão de literatura abrangendo os principais artigos científicos publicados sobre os temas: bem-estar animal e gestação coletiva na suinocultura. A conclusão foi de que a maior parte dos artigos consideraram não haver diferença entre os níveis de estresse fisiológico das matrizes criadas em gaiolas e as matrizes criadas em baias coletivas. Para estes autores, tudo leva a crer que isso possa ocorrer devido às matrizes criadas coletivamente possuírem momentos de brigas e hierarquias bem estabelecidas que podem ocasionar elevações nos níveis de cortisol, bem como as matrizes criadas em gaiolas podem manter um nível de estresse constante por executar comportamentos estereotipados que as ajude a enfrentar o ambiente de criação. Os autores enfatizam a importância de avaliar o bem-estar das matrizes suínas criadas em diferentes sistemas levando em consideração os três aspectos de avaliação do bem-estar animal: a plena saúde, animais livres de dores, ferimentos, fome e outras formas de sofrimento, e animais criados em um ambiente que possam expressar seus comportamentos naturais. Por fim, os autores concluem que muitos artigos avaliam somente um dos aspectos citados, e que isso não seria o suficiente para a comparação dos níveis de bem-estar das matrizes criadas em gaiolas individuais ou em baias coletivas.

Indicadores zootécnicos de produtividade

Durante muito tempo, os produtores acreditavam que criar matrizes suínas presas em gaiolas individuais evitaria brigas entre elas e aumentaria a produtividade, prevenindo abortos e reabsorção embrionária, além de facilitar o controle do cio e retornos, o manejo dos animais e a quantidade de alimento ingerido por cada fêmea. Entretanto, de acordo com Barcelos et al. (2015), este tipo de alojamento individual promove estresse nas porcas, pois ali elas passam grande parte de suas vidas presas, comendo, bebendo água, sendo inseminadas e defecando, sempre no mesmo local, sem espaço para se virar, apenas para deitar e levantar.

Os sinais mais comuns de estresse nas porcas são o canibalismo, comportamentos estereotipados (morder as barras, por exemplo), aumento nas infecções urinárias e problemas nas articulações. Já nas baias coletivas, em grupo, a fêmea pode viver em um ambiente no qual interage com as demais fêmeas, e com isso evita os problemas locomotores causados pela falta de movimentação, escaras, grande estresse, problemas fisiológicos e sanitários.

Barcelos et al. (2015) afirmam que as baias coletivas não alteram a quantidade de leitões nascidos vivos em relação ao sistema convencional. Entretanto, o bem-estar promove

um ganho de até 40 kg de leitões desmamados/porca/ano. Apesar de na maternidade as porcas ainda serem mantidas em celas individuais, o tempo de confinamento se restringe somente ao período de 21 dias de amamentação dos leitões. As fêmeas mantidas em celas individuais de gestação têm comportamento anormal, redução na massa muscular e na deposição óssea e alteração nos sistemas do cérebro responsáveis pela sensação positiva (ABCS, 2014). Para um empreendimento ser considerado eficiente, é essencial avaliar-se a produtividade, que em unidades produtoras de suínos pode ser determinada através de sua eficiência reprodutiva, que pode ser representada pelo número de leitões/fêmea/ano, leitões nascidos vivos e número de partos/fêmea/ano (MELLAGI et al., 2010; MOREIRA et al., 2014).

A gestação é uma das fases de maior importância para a melhoria da eficiência reprodutiva. Do desempenho da matriz na gestação, se pode prever o potencial econômico e/ou produtivo de uma granja. De acordo com Hemsworth et al. (2015), dois terços da vida útil de uma porca ou matriz se passam em períodos de gestação, demonstrando assim a importância do manejo nesta fase quando se objetiva aumentar a produtividade da granja. Diversos pesquisadores, como Pandorfi et al. (2008) e Hemsworth et al. (2015), defendem que o manejo e a mistura de fêmeas suínas em grupo, durante as três primeiras semanas de gestação, podem prejudicar o desenvolvimento e a sobrevivência dos leitões devido ao alto nível de agressões. Neste sentido, Stevens et al. (2015) afirmam que misturar as fêmeas suínas, logo após a inseminação, pode aumentar a ocorrência de comportamentos agressivos, quando estabelecerem a organização social do grupo, como a incidência de lesões de pele e aumento dos níveis de estresse (cortisol sanguíneo).

De acordo com Karlen et al. (2007), matrizes manejadas em grupos, uma semana após a inseminação, apresentaram maior incidência de lesões de pele e altas concentrações de cortisol, diminuição de neutrófilos e linfócitos durante a gestação, em comparação com o alojamento em gaiolas individuais. De modo semelhante, Knox et al. (2014) encontraram resultados parecidos quanto ao aumento na concentração de cortisol das matrizes alojadas em gaiolas individuais e introduzidas nos grupos, uma semana após a inseminação, maior incidência de lesões no corpo e na cabeça, assim como problemas de movimentação, quando comparadas às matrizes que permaneceram em gaiolas. Adicionalmente, Strawford et al. (2008) e Knox et al. (2014), constataram que os níveis de agressão, na mistura de fêmeas após a inseminação, foram semelhantes às de fêmeas misturadas de 2 a 12 dias após a inseminação ou mesmo entre 35 a 46 dias após a inseminação. Com relação ao desempenho dos leitões, observou-se que as matrizes em gestação coletiva proporcionaram melhor desenvolvimento aos leitões, verificando-se índices superiores para peso dos leitões ao nascimento e ao desmame, e uma menor taxa de mortalidade em relação às matrizes confinadas em baias individuais (PANDORFI et al., 2008; LUDTKE et al., 2012). Na suinocultura

industrial, é fundamental proceder a coleta criteriosa dos dados de desempenho zootécnico, para uma correta interpretação dos índices obtidos e identificação apropriada dos pontos críticos relacionados ao desempenho inadequado nas granjas (ARAÚJO et al., 2009). Essa forma de coleta e interpretação correta dos resultados poderá permitir o planejamento de estratégias de manejo adequadas.

Um aspecto que pode ser fundamental para assegurar a lucratividade da suinocultura é o acompanhamento dos partos, pois a partir de práticas corretas de manejo durante o parto pode-se garantir a viabilidade da leitegada e assegurar boas condições de saúde das fêmeas. A duração média do parto é de 3 horas (180 min) para um número médio de 11,7 leitões nascidos, com intervalo de 15 a 20 min entre a expulsão de cada leitão (CUTLER et al., 1999). Se a duração do parto aumentar de três para oito horas, por exemplo, a proporção de leitegadas com leitões natimortos pode aumentar de 18 para 61% (BRITT et al., 1999). Portanto, a avaliação do intervalo de nascimento dos leitões é fundamental e pode determinar o momento e/ou a necessidade de intervenção e auxílio ao parto, seja pelo uso de ocitocina, seja por palpação vaginal ou mesmo cesariana (CUTLER et al., 1999). De acordo com Herpin et al. (2001), Lucia et al. (2002) e Santoro et al. (2003), uma intervenção inapropriada no parto pode comprometer a viabilidade dos leitões nos casos de partos distócicos, aumentando o risco de natimortos por falta de oxigênio. Ainda, pode ocorrer um aumento no descarte de fêmeas que foram mal manejadas pela palpação vaginal ou pela indução do parto, reduzindo a sua vida útil no plantel, o que pode contribuir para o aumento do número dos dias não produtivos e para a redução da eficiência reprodutiva (CUTLER et al., 1999; LUCIA et al., 2000).

A mortalidade na espécie suína pode atingir altos índices do nascimento ao desmame. Inúmeros fatores, como taxa de ovulação, tamanho da leitegada, fertilização, prenhez, parto, mortalidade embrionária, fetal e mortalidade pré-desmame influenciam significativamente a produtividade do plantel, que é medida pelo número de leitões desmamados/porca/ano. Nesta linha de interações, o número de dias não produtivos (DNP), a duração do período de aleitamento e a porcentagem de leitões natimortos e mumificados devem ser incluídos como fatores importantes para a análise do potencial genético reprodutivo da matriz (GUIMARÃES, 2010).

Número de leitões nascidos vivos

De acordo com Mellagi et al. (2010), a produtividade das matrizes pode ser avaliada pela sua eficiência reprodutiva, que pode ser representada pelo número de leitões terminados por matriz/ano, leitões nascidos vivos e número de partos/fêmea/ano.

Um dos principais objetivos da eficiência reprodutiva na suinocultura é o aumento do número de leitões nascidos vivos por parto (CARVALHO et al., 2003). Nesse sentido, Ribas et al. (2016) avaliaram a produtividade das fêmeas suínas e verificaram um incremento significativo dos índices reprodutivos, como por exemplo o número de leitões nascidos vivos de matrizes alojadas em sistemas de baias coletivas, em comparação com matrizes mantidas em gaiolas individuais. Os dados demonstraram vantagem em alojar porcas em gestação coletiva. Reafirmando isto, Mauro et al. (2016), ao compararem os índices médios dos anos de 2012 e 2013 de duas granjas, verificaram que a granja A, que mantinha as reprodutoras em gestação coletiva, obteve maiores índices do que a granja B, que mantinha as gestantes em gaiolas individuais, sendo na primeira 14,24 a média de nascidos vivos/parto e, na segunda, 13,76.

Porém, de acordo com Backus et al. (1991), o número de leitões/matriz/ano foi maior nas gestantes alojadas em gaiolas individuais do que nas alojadas em baias coletivas, e os leitões nascidos vivos das matrizes de gestação coletiva apresentaram um menor peso ao nascimento. Por sua vez, ao comparar o desempenho de fêmeas em gaiolas e fêmeas em grupo, Broom et al. (1995) observaram um maior número de leitões nascidos vivos para aquelas em gaiolas, no segundo parto, mas sem diferenças quando os dados de quatro parições seguidas foram agrupados.

Número de leitões natimortos e mumificados

Do nascimento até o desmame, a mortalidade em uma granja de suínos pode atingir índices altos. Outros fatores que podem influenciar negativamente na eficiência reprodutiva da granja e trazer prejuízos econômicos, pois reduzem o número de leitões desmamados/fêmea/ano, são a mortalidade embrionária e o número de leitões natimortos (LIMA e SANTOS, 2015). Leitões natimortos são leitões que estão desenvolvidos e vivos no início do parto, mas que morrem durante o parto, geralmente por falta de oxigênio e leitões mumificados são leitões que não têm seu desenvolvimento completo, e ocorrem a partir de 30 a 40 dias de gestação, e podem ser visualizados na placenta, após o parto.

De acordo com Borges et al. (2005), um fator de risco para um maior número de leitões natimortos é o tempo de duração do parto, que deve ser monitorado nas porcas com uma maior propensão a parir grandes leitegadas. Um acompanhamento do progresso do parto pode diminuir o risco de leitões natimortos por falta de oxigênio. Ainda de acordo com os autores, a mumificação fetal em suínos é preocupante pois, diminuindo o número de leitões nascidos vivos, acarreta perda de produtividade, e com isso influencia o número de leitões desmamados/fêmea/ano.

No trabalho de Cutler et al. (1999), verificou-se uma maior porcentagem de leitões natimortos nas matrizes suínas criadas em sistemas coletivos, e perceberam também que o tamanho da leitegada pode explicar esse maior percentual. Ainda de acordo com os autores, outro fator que precisa ser melhor avaliado é o horário de transferência das matrizes do setor de gestação para as salas de maternidade, pois matrizes manejadas em períodos de maior calor podem ter maior número de leitões natimortos, sendo essa situação agravada quando esse manejo é realizado de um a três dias antes da matriz entrar em trabalho de parto. No entanto, Perini (2017), ao avaliar a quantidade de leitões mumificados e natimortos das fêmeas criadas em baias coletivas e em gaiolas individuais, não observou diferença significativa entre os dois sistemas.

ESTUDO DE CASO

Metodologia

Neste contexto, apresentaremos o resultado de um trabalho realizado por nossa equipe em uma granja comercial no estado de Santa Catarina. Foram coletados dados de 200 matrizes suínas alojadas na fase de gestação, sendo 100 em baias coletivas e 100 em gaiolas individuais. Foram registrados os números de leitões nascidos vivos, natimortos e mumificados de cada fêmea durante o parto. Após, os resultados coletados foram submetidos a análise estatística no programa SAS University®, sendo realizado o teste t de Student a 5% de nível de significância.

Resultados

De acordo com as análises, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os sistemas de alojamento nas variáveis analisadas. Inúmeros fatores influenciam na quantidade de leitões nascidos vivos, mumificados e natimortos de uma fêmea. Estes fatores, sejam eles ambientais ou fisiológicos, devem ser constantemente monitorados em uma granja, para que a fêmea possa expressar seu potencial genético, independente do alojamento. Para todo e qualquer tipo de sistema de alojamento, há vantagens e desvantagens. Nas vantagens do sistema coletivo podemos citar o bem-estar das matrizes e nos sistemas individuais uma maior facilidade de manejo.

No que tange ao comportamento das matrizes de sistema industrial, se faz necessário mais estudos, englobando o animal como um todo, desde o fator produtividade/desempenho ao bem-estar, possibilitando assim um planejamento estratégico para um melhor manejo e melhor alojamento destas fêmeas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de suínos no Brasil difere em muitos aspectos da europeia, e muitos dos resultados encontrados na literatura podem não condizer com a realidade do sistema produtivo do país, principalmente no que se refere às condições ambientais e custos de produção. Portanto, se faz necessário a realização pesquisas que levem em consideração as condições climáticas e a realidade de produção, para auxiliar no desenvolvimento de soluções para otimizar novos modelos de produção.

■ REFERÊNCIAS

1. ABCS. Bem-estar favorece produtividade na suinocultura. Site ABCS, 2014.
2. ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - Relatório Anual 2020- (2020)
3. ARAÚJO, É.B.; COSTA, E.P.; COSTA, A.H.A. et al. Reproductive performance of sows submitted to intrauterine insemination. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.1460-1467, 2009
4. BACKUS, G.B.C.; BOKMA, S.; GOMMERS, T.A.; DE KONING, R.; ROELOFS, P. Farm systems with cubicles, tethered sows and group housing. *Journal Research Institute for Pig Husbandry*. P 1.61 Rosmalen, the Netherlands. (1991).
5. BARCELOS, G. F.; RODRIGUES, I. R.; MOREIRA, E. C. A. Implantação de baias de gestação coletivas na suinocultura do iftm-câmpus uberlândia. (2015)
6. BORGES, V. F., BERNARDI, M. L., BORTOLOZZO, F. P., WENTZ, I.. Risk factors for stillbirth and foetal mummification in four Brazilian swine herds. *Preventive Veterinary Medicine* 70. 165–176. 2005.
7. BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 113, de 16 de dezembro de 2020. Estabelecer as boas práticas de manejo e bem-estar animal nas granjas de suínos de criação comercial. Órgão: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 18 dez 2020. Edição: 242, Seção: 1, p. 5
8. BRITT, J. H.; ALMOND, G. W.; FLOWERS, W. L. Diseases of the Reproductive System. *Diseases of swine*. 8. Ed. London: Iowa State University Press, 1999.
9. BROOM, D. M., MENDEL, M. T., & ZANELLA, A. J.. A comparison of the welfare of sows in different housing conditions. *Animal Science*, 61, 369–385. (1995).
10. CARVALHO, L. F. R.; FILHO, J. M. S.; SILVA, I. J.; BANDEIRA, M. N.; MORAIS, M. P.; RUAS, J. R. M. Efeito da aplicação de hCG ou GnRH sobre a concentração sérica de progesterona e eficiência reprodutiva em porcas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v. 55, n. 6, p. 659-664, 2003.
11. CUTLER, R.S.; FAHY, V.A.; SPICER, E.M. et al. Prewaning mortality. In: STRAW, B.E.; D'ALLAIRE, S.; MENGELING, W.L. et al. (Eds). *Diseases of swine*. Ames: Iowa State University, 1999. p.985-1002.

12. DALLA COSTA, O.A.; LUDKE, J. V ; DA COSTA, M. J. R. P. ; FAUCITANO, L.; COLDEBELLA, A. ;KICH, J. D.; PELOSO, J. V. ; ROZA, D. D.; Efeito do tempo de jejum dos suínos na granja sobre o bem-estar, medido pelo cortisol na saliva e pela frequência cardíaca, durante o manejo pré-abate. (Comunicado técnico, 439). 2006.
13. DANTZER, R. Neuroendocrine correlates of control and coping. (Ed.). Stress, personal control and health. Chichester: Wiley and Sons, p 277-294. 1989.
14. DIAS, A. C. et al. Manual Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos. Brasília, DF: ABCS; MAPA; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 140 p
15. GENTILINI, F.P.; DALLANORA, D.; PEIXOTO, C.H.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. PRODUTIVIDADE DE LEITOAS ALOJADAS EM GAIOLAS INDIVIDUAIS OU BAIAS COLETIVAS DURANTE A GESTAÇÃO. Archives of Veterinary Science v. 8, n. 2, p. 9-13, 2003.
16. GUIMARÃES, T.P., SILVA, M.A.P. e LEÃO, K.M. Índices zootécnicos de uma granja produtora de leitões. PUBVET-Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, Londrina, V. 4, N. 41, Ed. 146, Art. 983, 2010. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/uploads/3f15922e60b-45157169359813f598ad2.pdf>
17. HEMSWORTH, P.H., MELLOR, D.J., CRONIN, G.M., TILBROOK, A.J. Scientific assessment of animal welfare. New Zeal Vet J. 63, 24–30. 2015.
18. HERPIN, P.; HULIN, J.C.; LE DIVIDICH, J. et al. Effect of oxygen inhalation at birth on the reduction of early postnatal mortality in pigs. Journal of Animal Science, v.79, p.5-10, 2001
19. KARLEN, G.A.M., HEMSWORTH, P.H., GONYOU, H.W., FABREGA, E.A. STROM, D., SMITS, R. J.. The welfare of gestating sows in conventional stalls and large groups on deep litter. Applied Animal Behaviour Science 105, 87–101. Applied Animal Behaviour Science 105 (2007) 87–101. 2007.
20. KNOX, R., SALAK-JOHNSON, J., HOPGOOD, M., GREINER, L., CONNOR, J., Effect of day of mixing gestating sows on measures of reproductive performance and animal welfare. J. Anim. Sci. 92, 1698–1707. 2014.
21. LIMA, A. R.; SANTOS, F. A. S. ÍNDICES ZOOTÉCNICOS NA PRODUÇÃO DE LEITÕES. (2015) Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281642178_INDICES_ZOOTECNICOS_NA_PRODUCAO_DE_LEITOES. Mato Grosso do Sul: Enciclopédia Biosfera, 2015.
22. LUCIA, T.; DIAL, G.D.; MARSH, W.E. Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. Livestock Production Science, v.63, p.213-222, 2000
23. LUCIA JR., T.; CORREA, M.N.; DESCHAMPS, J.C. et al. Risk factors for stillbirth in two swine farms in the south of Brazil. Prev. Vet. Med., v.53, p.285-292, 2002.
24. LUDTKE, Charli Beatriz et al. Abate Humanitário de Suínos. 132p. Rio de Janeiro, 2010.
25. LUDTKE, C.B., DALLA COSTA, O.A., NEVES, J.E. G., CARMO, N., VALENTINI, R., Avaliação dos índices de produtividade do sistema de gestação coletiva de matrizes em comparação com a gestação convencional em gaiolas. Pôster apresentado no 2º Encontro Regional de Investigadores em Bemestar Animal: Bemestar animal: avances y estrategias para el futuro de las especies productivas. Uruguay, Montevideu. 2012.
26. LUDTKE, C; CASTRO, A.V.; BUENO, A.D., Perspectivas para o bem-estar animal na suinocultura. Produção de suínos- teoria e prática. ABCS/Integrall. V. 1. p. 133-145. 2014.

27. MAURO, P.A.; LEMME, C.F.; RIBAS, J.C.R. Comparação financeira de granjas de suinocultura com sistemas de gaiolas de gestação e de gestação coletiva. World Animal Protection. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/boas-praticas-e-bem-estar-animal/arquivos-publicacoes-bem-estar-animal/folder-comparacao-financeira-entre-gaiolas-de-gestacao-e-gestacao-coletiva.pdf/view>. 2016.
28. MELLAGI, A P G.; ARGENTI, L. E.; FACCIN, J.E. G.; BERNARDI, MARI L.; WENTZ, IVO.; BORTOLOZZO, F. P. Aspectos nutricionais de matrizes suínas durante a lactação e o impacto na fertilidade. Acta Scientiae Veterinariae (UFRGS. Impresso), v. 38, p. 181-209, 2010.
29. MOREIRA, F. R. C.; COSTA, A. N.; MARTINS, T. D. D.; SILVA, J. H. V.; PASCOAL, L. A. F.; CRUZ, G. R. B. Substituição parcial do milho por sorgo granífero na alimentação de matrizes suínas primíparas durante a lactação. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.66, n.4, p.1189-1196, 2014.
30. PANDORFI, H.; SILVA, I.J.O.; CARVALHO, J.L.; PIEDADE, S.M. Estudo do comportamento bioclimático de matrizes suínas alojadas em baias individuais e coletivas, com ênfase no bem-estar animal na fase de gestação. Engenharia Rural, v.17, n.1, p.1-10, 2008^a
31. PERINI, J. E. G.N.; Comportamento, bem-estar e desempenho reprodutivo de matrizes suínas gestantes alojadas em baias coletivas e em gaiolas individuais. Tese de doutorado em ciências animais. Brasília. Publicação: 179D/2017 (2017).
32. RHODES RT1, APPLEBY MC, CHINN K, DOUGLAS L, FIRKINS LD, HOUPPT KA, IRWIN C, MCGLONE JJ, SUNDBERG P, TOKACH L, WILLS RW.; 2005. A comprehensive review of housing for pregnant sows. J Am Vet Med Assoc. Nov 15;227(10):1580-90.
33. RIBAS, J.C.R.; NEVES, J.E.G.; MAURO, P.A.; LEMME, C.F; RUEDA, P.; CIOCCA, J.R.P. Gestação coletiva de matrizes suínas: visão brasileira da utilização de sistemas eletrônicos de alimentação;(2016) World Animal Protection, Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/boas-praticas-e-bem-estar-animal/arquivos-publicacoes-bem-estar-animal/folder-uso-de-sistema-automatizado-de-alimentacao-de-matrizes-suinas.pdf>> 2016.
34. SANTORO, K.R.; BARBOSA, SEVERINO, B.P. et al. Modelos de predição da natimortalidade em suínos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, p.1131-1140, 2003.
35. STEVENS B., KARLEN G.M., MORRISON R., GONYOU H.W., BUTLER K.L., KERSWELL K.J., HEMSWORTH P.H., Effects of stage of gestation at mixing on aggression, injuries and stress in sows. Applied Animal Behaviour Science, 165 , pp. 40-46. 2015.
36. STRAWFORD, M.L., LI, Y.Z.,GONYOU, H.W., The effect of management strategies and parity on the behavior and physiology of gestating sows housed in an electronic sow feeding system. Can. J. Anim. Sci.88, 559–567. 2008.
37. TERLOUW, E.M.C., LAWRENCE, A.B., ILLIUS, A.W., Influences of feeding level and physical restriction on development of stereotypies in sows. Animal Behaviour, Volume 42, Issue 6, Pages 981-991. 1991.
38. VAN DER MEEN H.W., SPOOLDER H.A.M. e KIEZEBRINK M.C., 2003. Stable versus dynamic group housing systems for pregnant sows and the moment of introduction. Apresentado no “37th international congress of the ISAE”, Abano Terme.
39. VIEUILLE-THOMAS, C.; LE PAPE, G.; SIGNORET, J.P. Stereotypies in pregnant sows: indications of influence on the housing system on the patterns expressed by the animals. Applied Animal Behaviour Science, France, v.44, p.19-27, 1995.

“

Bem-estar animal em galinhas poedeiras

- I Camila Lopes **Carvalho**
UFRGS
- I Ines **Andretta**
UFRGS
- I Nathalia de Oliveira Telesca **Camargo**
UFRGS
- I Raquel **Melchior**
- I Susana **Cardoso**
UFRGS

RESUMO

A produção animal vem se modificando ao longo dos anos e se adaptando às novas realidades e demandas do mercado consumidor. De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o número de matrizes de postura alojadas é de 1.353.096 cabeças e a produção de ovos foi de 49.055.709.215 unidades em 2019, sendo que o destino principal (99,59%) desta produção é o mercado interno. A produção comercial de ovos, em sua maioria, utiliza o sistema de criação em gaiolas, devido a um maior controle, tanto sanitário quanto de um manejo facilitado na produção de ovos. Porém, devido a alta demanda por parte dos consumidores para receber um produto final de qualidade, baixo custo e sem ser prejudicial as aves, a indústria precisa se adaptar para fornecer aos animais um ambiente de criação sem estresse, possibilitando às aves expressarem seu comportamento natural, favorecendo a obtenção de um melhor desempenho zootécnico. Devido a esta crescente preocupação dos consumidores, este capítulo visa fazer uma revisão acerca desse assunto e considerar os aspectos de produção de galinhas poedeiras aliado ao bem-estar animal.

Palavras-chave: Avicultura, Bem-Estar Animal, Matrizes de Postura, Ovos, Sistemas de Produção.

INTRODUÇÃO

A escassez de alimentos sofrida pela Europa no final da Segunda Guerra Mundial culminou em mudanças na produção animal. Entre as mais importantes está a produção em larga escala a partir de sistemas intensivos de produção (LUDKE *et al.*, 2010). Já a avicultura industrial brasileira se consolidou na década de 70 a partir de políticas públicas (BELUSSO; HESPANHOL, 2010) e atualmente, a avicultura de postura se apresenta tecnificada, com mudanças na genética, nutrição e sanidade das aves, o que resulta em alta produção de ovos (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

De acordo com o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o número de matrizes de postura alojadas é de 1.353.096 cabeças e a produção de ovos foi de 49.055.709.215 unidades em 2019. O destino da produção de ovos do Brasil é 99,59% para o mercado interno, sendo que o consumo per capita é crescente a cada ano, e em 2019 foi de 230 unidades. Os sistemas de criação de galinhas poedeiras podem ser classificados em: aves confinadas, quando as aves são criadas em gaiolas ou sobre o piso, em galpões abertos ou fechados; e aves livres, quando as aves são criadas ao ar livre/*free range*, orgânico, colonial/caipira.

DESENVOLVIMENTO

Origens da ciência do bem-estar animal

A abordagem acerca da ciência do bem-estar animal tomou forma nas últimas seis décadas. Atender às necessidades básicas dos animais como funcionamento biológico e as características físicas do ambiente, eram o foco do estudo da ciência do bem-estar animal (YEATES; MAIN, 2008; GREEN; MELLOR, 2011). Entretanto, a partir de novas evidências científicas, foi indicado que animais sofriam frente às necessidades comportamentais que não eram atendidas e assim as emoções e sentimentos dos animais começaram a ser consideradas (DAWKINS, 1977, 1978). A partir destas evidências, ficou comprovada a senciência dos animais, que significa que os animais têm capacidade de sentir, tanto sentimentos positivos quanto sensações dolorosas (ABREU; MAZUCO; SILVA, 2017). Por isso, para um adequado bem-estar animal, deve ser considerado primordial evitar o sofrimento e prover as necessidades dos animais.

Em relação ao bem-estar animal de galinhas poedeiras, suas bases científicas são fundamentadas através do conhecimento sobre a etologia, saúde e a fisiologia dos animais. O desempenho zootécnico pode ser utilizado para expressar índices de produtividade, que auxiliam na avaliação da influência do bem-estar animal sobre os métodos de manejo.

Fatores relacionados diretamente às cinco liberdades, como alimento e água de qualidade, instalações, equipamentos, ambiência, biossegurança e programas de luz adequados, geram benefícios ao bem-estar das aves visto que respeitam a biologia animal e, deste modo, ele consegue manifestar suas potencialidades. MENDEZ *et al.*, 2008; CADERNOS TÉCNICOS DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA, 2012).

No Brasil, existem protocolos e padrões que visam o respeito às condições mínimas de sanidade, nutrição, manejo e bem-estar de aves. A União Brasileira de Avicultura (UBA), uma entidade que representa a avicultura nacional, desenvolveu em 2008 o primeiro Protocolo de Bem-estar para Aves Poedeiras para ser utilizado como um documento de referência para empresas e produtores de ovos no Brasil (MENDEZ *et al.*, 2008). Também vale ressaltar o trabalho do Instituto *Certified Humane Brasil* (ICHB), sendo esta a principal organização voltada para certificar e promover melhorias da qualidade de vida dos animais de produção através de referenciais desenvolvidos para fornecer padrões específicos para galinhas poedeiras (INSTITUTO CERTIFIED HUMANE BRASIL, [2019?])

Comportamento de poedeiras e avaliações de bem-estar animal

As aves podem apresentar comportamento agonístico, o qual inclui agressão, bicadas e ameaças, assim como respostas submissas como fuga, evitar contato e encolher-se (GUHL, 1962). Testes de bem-estar podem ser realizados a fim de avaliar o tempo gasto por uma ave quando esta é exposta a uma situação desconfortável.

A avaliação do bem-estar animal é um processo multi-disciplinar. Uma variedade de parâmetros pode ser avaliada para que assim se consiga obter uma melhor compreensão sobre o bem-estar animal em qualquer sistema de criação. O projeto Welfare Quality® utiliza parâmetros psicológicos, de saúde e adaptações comportamentais para compreender o bem-estar animal em galinhas poedeiras. As avaliações do projeto Welfare Quality® são baseadas nas cinco liberdades dos animais, sendo elas: boa alimentação, onde os critérios são sede e fome prolongada avaliando o espaço do bebedouro e comedouro respectivamente; boa habitação, onde são avaliados o conforto no local de descanso (acesso a ninhos, poleiros, etc..), conforto térmico e facilidade de movimentação (densidade animal e tipo de piso); boa saúde, onde são avaliados a ausência de lesões, ausência de doenças e ausência de dor; comportamento apropriado, na qual são avaliadas as expressões de comportamento do animal como comportamentos agressivos, danos na plumagem e ferimentos na crista (WELFARE QUALITY, 2009). Medidas fisiológicas de bem-estar animal também podem ser obtidas por métodos invasivos, como avaliação de níveis hormonais, respostas endócrinas. (HARPER; AUSTAD, 2000; DEHNHARD *et al.*, 2003). A dosagem hormonal, para quantificar o estresse, também pode ser obtida através de métodos não invasivos (mais facilmente

obtidos e que não causam estresse aos animais) realizados através de fezes, urina e saliva (LUNDBERG, 2005).

A demanda por produtos de origem animal é crescente em todo mundo, ocorrendo primeiro a demanda por quantidade de produto e depois por qualidade, no qual o bem-estar animal está inserido. Sabe-se que o mercado consumidor está cada vez mais preocupado com a questão da rastreabilidade, nutrição e sobre as condições em que os animais são mantidos durante o período de produção. Segundo a FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2010), muitos consumidores especialmente em países desenvolvidos pagam mais por ovos de valores mais elevados, que foram produzidos em conformidade com o bem-estar animal, alimentação e princípios ambientais.

De forma geral, os consumidores estão mais atentos ao tema bem-estar animal e associam a produtos de qualidade. Pesquisa realizada pelo instituto IPSOS em 2016 demonstrou que 96% dos entrevistados acreditam que animais produzidos com bem-estar dão origem a produtos de maior qualidade. Esta pesquisa envolveu dois mil brasileiros e 1,5 mil pessoas no Chile, Colômbia e México (IPSOS, 2016).

Legislações e recomendações

No Brasil, o Decreto nº 24.645, de 10 de julho de 1934, foi o primeiro documento oficial a estabelecer medidas de proteção aos animais e define que todos os animais existentes no país são tutelados do Estado e aqueles que aplicarem maus-tratos aos animais serão penalizados através de multas ou prisão. Ainda, são considerados maus-tratos todas as práticas de abuso e crueldade contra animais, mantê-los em locais anti-higiênicos, desprovidos de luz, com impossibilidade de movimento e de descanso, obrigar animais a trabalhos excessivos que resultem em sofrimento, abandonar, ferir, entre outros (BRASIL, 1934).

O Conselho Federal de Medicina Veterinária (CRMV) na Resolução nº 1236, de 26 outubro de 2018, considera médicos veterinários e zootecnistas como os profissionais capacitados para identificar casos de crueldade, maus-tratos e abusos contra animais. Além disso, cita em seu Artigo 4º que é dever do médico veterinário e do zootecnista recomendar procedimentos de manejo, sistemas de produção, criação e manutenção alinhados com as necessidades fisiológicas, comportamentais, psicológicas e ambientais das espécies (BRASIL, 2018). No Decreto nº 9.013, 29 de março de 2017 foi aprovado o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), que em seu artigo abrange a inspeção, a fiscalização sanitária e a avaliação do bem-estar dos animais destinados ao abate (BRASIL, 2017). Em países como os da União Europeia (UE), já foram estabelecidas normas mínimas relativas à proteção das galinhas poedeiras em diferentes sistemas, a fim de protegê-las e de evitar as disparidades de concorrência entre produtores.

Manejos e práticas zootécnicas para poedeiras

Parâmetros zootécnicos são expressos através de índices de produtividade, que podem auxiliar na avaliação da influência do bem-estar animal sobre os métodos de manejo. Evitar práticas de manejo estressantes como a muda forçada e debicagem em poedeiras podem elevar o bem-estar das aves. Fatores relacionados diretamente às cinco liberdades dos animais, como alimento e água de qualidade, instalações, equipamentos, ambiência, biossegurança e programas de luz adequados geram benefícios ao bem-estar das aves, visto que respeitam a biologia e de tal modo o animal consegue manifestar suas potencialidades (MENDEZ *et al.*, 2008; GARCIA; LARA, 2012). A seguir serão apresentados fatores que podem afetar o bem-estar de poedeiras relacionadas aos manejos e práticas zootécnicas em diferentes sistemas de criação.

Densidade populacional

De acordo com Castilho *et al.* (2015), a criação em gaiolas levanta questionamentos acerca do bem-estar animal devido ao espaço reduzido em que os animais vivem, pois não são compatíveis com as necessidades fisiológicas das aves gerando uma maior suscetibilidade a diferentes tipos de estresses. Ainda, a redução da área de gaiola/aves pode gerar consequências como alterações fisiológicas, levando ao aumento da temperatura corporal, impondo ao animal um estresse térmico. Entretanto, muitos produtores se utilizam da alta densidade de aves alojadas, pois favorece a economia da produção e reduz custos. Segundo Pavan *et al.* (2005), altas densidades prejudicam o comportamento das aves, diminuem o consumo de ração, reduzem o peso corporal e diminuem o peso dos ovos, além da menor movimentação das aves gerar maior agressividade e mortalidade. Existem poucos trabalhos associando densidade de criação e bem-estar animal, portanto, é necessário conhecer os efeitos desses fatores de criação no comportamento das galinhas poedeiras, para que possam ser propostos espaços e condições de criação mais adequados.

Ambiência

Para buscar bons resultados de desempenho é necessário se preocupar com a interação do animal com o ambiente em que vive. Basicamente, a ambiência no interior de instalações é influenciada pelas condições do clima, materiais de construção, arquitetura e qualificação da mão-de-obra (PEREIRA, 2011). Sendo assim, para definir o sistema de produção, o tipo de instalação e as técnicas de manejo para minimizar os efeitos negativos do estresse térmico sobre as aves, o estudo do ambiente e sua interferência na fisiologia e no desempenho dos animais torna-se primordial.

Segundo Abreu e Abreu (2011), para melhorar a ambiência das aves, deve-se priorizar quatro pontos: o conhecimento da fisiologia da ave, o diagnóstico bioclimático da microrregião de produção, a aplicação dos conceitos básicos da ambiência e o detalhamento da tipificação dos sistemas. Em decorrência de um ambiente inóspito, alterações comportamentais e fisiológicas podem ocorrer em aves poedeiras, diminuindo seu potencial produtivo, seu consumo de ração e, conseqüentemente, seu peso.

Estresse térmico

Além de fatores comportamentais, aves que apresentam estresse térmico, prejudicam sua conversão alimentar e seu consumo de ração, gerando queda de crescimento e conseqüentemente queda na produção e na qualidade dos ovos (*SILVA et al.*, 2006).

As aves são classificadas como homeotérmicas, ou seja, capazes de regular sua temperatura corporal, dentro de certo limite, e isso acontece quando estão em um ambiente com temperatura ideal, na zona de termoneutralidade (*SOUZA*, 2005). A zona de termoneutralidade é influenciada por fatores como linhagem, nutrição, idade, ventilação, entre outros (*BORGES; MAIORKA; SILVA*, 2003). Quando em desconforto térmico, aves podem aumentar sua frequência respiratória em até dez vezes comparado a seu ritmo normal (*SANTOS et al.*, 2006).

De acordo com Abreu e Abreu (2011), para evitar os gastos de energia pelo calor ou frio, que deveriam ser utilizados para produção, reprodução, as aves precisam de um ambiente confortável, para manter sua homeotermia, com metabolismo baixo. Devido a isto, os aviários investem em equipamentos para controlar os efeitos climáticos nas instalações. Segundo Rodrigues (2006), para obter uma temperatura que proporciona zona de conforto, não é fácil, pois depende de diversos fatores, não depende apenas da temperatura, mas também da umidade, radiação solar, densidade das aves, raça, idade, manejo, equipamentos e instalações. Além disso, ainda há uma boa parcela dos aviários de postura comercial construídos no modelo californiano que possuem poucos recursos de controle de ambiência.

Programas de luz

Os sistemas artificiais de luz têm grande influência no controle das funções biológicas das aves e têm sido utilizados para controlar o ganho de peso, aumentar a produção de ovos e controlar a maturidade sexual (*ARAÚJO et al.*, 2011).

Até mesmo o comportamento alimentar está relacionado com o programa de luz, pois as aves ingerem a maior parte do seu alimento diário próximo a oviposição e no final da tarde. Geralmente, as poedeiras põem ovos uma hora depois do amanhecer. Quando as temperaturas podem atingir cerca de 30°C, as aves põem seus ovos até 5 horas após o

nascer do sol, nestes casos os produtores podem utilizar a luz artificial 4 horas antes e fornecer comida às aves (JORDAN; TAVARES, 2005).

Para que se obtenha uma boa resposta de produção de ovos, deve-se atrasar a maturidade sexual, sendo esta influenciada pela duração do período de luz, que altera a idade de produção dos primeiros ovos e leva a homogeneidade do lote. Quando se diminui a quantidade de luz em aves no período final de crescimento, o tempo para atingir a maturidade sexual será maior. Portanto, quando se aumenta a duração da luz, o tempo para atingir a maturidade sexual será menor (ARAÚJO *et al.*, 2011).

Manejo nutricional

Um bom manejo nutricional e uma real avaliação das necessidades de cada categoria de criação, também é uma forma de bem-estar. A produção de ovos, em qualquer sistema de produção, sendo ele de alta ou baixa escala, depende do uso de grãos para a elaboração de uma dieta balanceada para as aves (JULIANO *et al.*, 2016), atendendo as exigências nutricionais de cada categoria. No Brasil, a fonte de energia na ração provém tradicionalmente do milho, a fonte de proteína mais utilizada é a soja, e as vitaminas e os microminerais são adicionados às rações via premixes ou “núcleos” (ÁVILA *et al.*, 2017b). Dietas com excessiva ou baixa energia podem reduzir o desempenho dos animais, pois acarreta em desequilíbrio de nutrientes (ALVARENGA *et al.*, 2013). Portanto, para se obter o máximo desempenho, devemos conhecer o valor energético e proteico de cada alimento antes de formular uma ração, para que esta atenda as necessidades do animal. Além disso, é fundamental que os produtores assegurem a qualidade dos ingredientes que serão utilizados, garantindo que contaminantes ou micotoxinas não estejam presentes ou se limitem a quantidades abaixo do permitido por legislação.

Instalações e equipamentos

O local de escolha das instalações é fundamental e deve priorizar fácil acesso, segurança e boa drenagem. A arborização em torno do aviário e a área de pastejo, quando for o caso, devem ter um cuidado especial para assegurar melhores condições para o bem-estar animal (JÚNIOR; BENTO; SOUZA, 2010). As instalações devem impedir o acesso de animais domésticos que possam causar estresse às aves, bem como impedir o acesso de aves de vida livre que podem ser reservatórios de agentes patogênicos capazes de comprometer a sanidade do lote. Ademais, as instalações não devem possuir materiais que possam ferir as aves, evitando o uso de gaiolas cuja disposição dos arames ofereça perigo às aves, e as instalações elétricas devem ser protegidas, para evitar contato com as aves (MENDEZ *et al.*, 2008).

Na escolha dos equipamentos é necessário obter a informação técnica para a adequada utilização em cada fase de criação. Usar cortinas de plástico especial, lona ou PVC nas laterais do aviário. Fixar as cortinas na metade da altura da mureta, vedando assim as correntes de ar. Os bebedouros podem ser de pressão, do tipo pendular ou nipple automático, assim como os comedouros que podem ser bandejas, tubulares ou automáticos. Aquecedores podem ser a gás, a lenha ou elétricos. Deve ser instalado também um sistema de ventilação e exaustão para permitir o ajuste da ambiência de acordo com a necessidade das aves (MAZZUCO et al., 2006)

Aviários ou galpões são utilizados para abrigar as aves, resguardando contra intempéries, inimigos naturais e facilitado o fornecimento de alimento. A construção deve preferencialmente obedecer ao sentido leste-oeste e as laterais dos galpões não devem ser totalmente fechadas, para que haja renovação de ar (JÚNIOR; BENTO; SOUZA, 2010). O piso do aviário pode ser de concreto ou chão batido, coberto por cama de maravalha ou outro material apropriado, como casca de arroz, capim picado e seco, entre outros (ÁVILA et al., 2017b). Em instalações simples, o produtor pode optar por equipamentos que dependem de mão de obra para o fornecimento de ração e água, assim como coleta dos ovos manual. Também podem ser utilizadas construções já existentes, se as mesmas apresentarem os requisitos necessários para uma produção saudável. Os serviços de assistência técnica e extensão rural poderão fornecer as orientações técnicas necessárias para dimensionamento dessa instalação baseados nas recomendações vigentes (ROSA; ALBINO, 2006).

Biosseguridade

Biosseguridade é um conjunto de procedimentos e medidas que objetiva proteger o plantel de poedeiras diminuindo a entrada de patógenos. Um bom programa de biosseguridade, controla, identifica e limita agentes causadores de doenças (ÁVILA et al., 2017b; HYLINE INTERNACIONAL, 2016). Para manter a biosseguridade, deve-se manter o plantel de produção isolado e distante de outros sistemas. A granja deve dispor de sistemas de desinfecção para veículos e barreiras sanitárias para troca de calçados e roupas, tendo pontos de desinfecção na entrada e na saída. Também deve possuir um controle de roedores e um local apropriado para descarte de aves mortas e ovos que forem descartados através do uso de composteiras ou outros métodos aprovados pela legislação ambiental vigente. (ÁVILA et al., 2017b; DUARTE et al., 2018).

A limpeza das instalações deve ser feita durante o vazio sanitário, ao final de cada lote. Após a lavagem deve ser feito o uso de vassoura de fogo nas telas e no piso. Após a limpeza, fazer a desinfecção das instalações e fechar o galpão por 4 horas. O produtor pode pintar as instalações com tinta a base de cal, colocar cama nova, limpa e seca e fechar o

galpão por mais 15 dias; após esse período outra desinfecção deve ser feita e o galpão deve ser fechado por mais dois dias para que assim possa ser recebido o novo lote (ÁVILA et al., 2017b). Outra maneira eficiente de evitar doenças em granjas é através de vacinações e programas sanitários, que levem em considerações desafios de cada região.

Muda forçada

Segundo Araújo et al. (2007), a muda de penas é um processo natural nas aves, onde ocorre o cessamento do seu ciclo de produção e leva a modificações fisiológicas internas e externas, resultando em uma renovação da plumagem e preparando o aparelho reprodutivo para seu próximo ciclo de postura. Em condições naturais, a muda leva cerca de quatro meses, entretanto, com o uso da muda forçada, o processo pode levar em torno de oito semanas ou menos. A muda forçada já foi muito praticada no setor de poedeiras, visto que em algumas situações é economicamente viável aos produtores.

A técnica de muda forçada promove regressão do aparelho reprodutivo, removendo lipídeos uterinos que prejudicam a formação da casca do ovo, melhorando assim a qualidade interna do ovo (TEIXEIRA et al., 2014). A realização da muda forçada geralmente irá depender da qualidade dos ovos que estão sendo produzidos e dos preços no mercado. Com uma boa qualidade e alto preço de mercado, a muda forçada será realizada por volta da 70ª semana, entretanto, se a qualidade dos ovos for baixa e com baixo valor de mercado, a muda forçada poderá ocorrer antes (ARAÚJO et al., 2007). Embora a retirada da ração seja considerada uma forma mais fácil de realizar a muda e apresente melhores resultados, os aspectos relacionados ao bem-estar são questionados (WEBSTER, 2003)

Programas de muda, além de alterarem o bem-estar animal das aves, geram maiores risco na segurança alimentar dos ovos, visto que, segundo Park et al. (2004), a remoção do alimento das aves eleva o estresse dos animais, aumentando o risco de contaminação por *Salmonella enteritidis*, pois se aumenta a suscetibilidade às infecções bacterianas. Métodos alternativos de muda estão sendo estudados para reduzir as preocupações com o bem-estar animal (WEBSTER, 2003). O método farmacológico consiste na administração, via injeção ou alimento, de compostos que estimulem a muda. O método nutricional é realizado com o fornecimento de ração modificada com excesso ou deficiência de elementos essenciais da nutrição das poedeiras, como altos teores de Zn, baixos níveis de Ca e baixos níveis de Na (TEIXEIRA et al., 2014). No Protocolo de Bem-estar para Aves Poedeiras, da Associação Brasileira de Avicultura, o uso de muda forçada não é recomendado.

Debicagem

Na criação de poedeiras comerciais a debicagem tem como função principal evitar o canibalismo entre as aves. Esta prática consiste na remoção da parte superior e inferior do bico, normalmente feito com lâmina elétrica quente que cauteriza e corta o bico ao mesmo tempo. Segundo Bassi e Albino (2011), deve ser realizada por profissionais experientes para que assim seja diminuído o sofrimento animal, e afirmam que quando realizada corretamente não causa danos à saúde, inclusive pode melhorar a conversão alimentar e diminuir a bicagem de ovos (BASSI & ALBINO, 2011).

Muitas objeções à prática de debicagem são descritas na literatura, visto que pode ser um método doloroso e estressante, indo contra o bem-estar animal. Atualmente, existem várias técnicas e protocolos de debicagem que propõem um melhor resultado zootécnico através de boas práticas e um uso de escores adequados (ABREU, MAZUCCO, SILVA, 2018; OKA, 2016). A necessidade de se estudar métodos alternativos que sejam aceitáveis quanto aos aspectos de bem-estar, trouxeram técnicas menos agressivas nos últimos anos (ÁVILA; ROLL; CATALAN, 2008). Dentre elas estão: a debicagem holandesa, debicagem a laser, debicagem com raios infravermelhos, debicagem com lâmina fria e o método do desgaste natural da ponta do bico (OKA, 2016).

Sistemas de criação de galinhas poedeiras

Os sistemas de criação e manejo de galinhas poedeiras podem ser classificados em: aves confinadas, quando as aves são criadas em gaiolas (convencional) ou sobre o piso, em galpões abertos ou fechados, cujo termo em inglês é “*Cage Free*”; e aves livres, quando as aves são criadas ao ar livre, conhecidos como “sistema de criação com acesso a área externa”, (denominado internacionalmente como “*Free range*”), em sistemas orgânicos ou sistema colonial/caipira.

Sistema em gaiolas (convencional)

O sistema de criação de poedeiras em gaiolas teve início nos anos 1970, e permite maior automatização do manejo, melhora na conversão alimentar das aves e na qualidade sanitária dos ovos (THIMOTHEO, 2016). Entretanto, o sistema intensivo pode causar estresse extremo aos animais, gerando mudanças comportamentais e fisiológicas, podendo levar o animal a desenvolver problemas de saúde decorrente da diminuição do bem-estar (SILVA *et al.*, 2006).

Neste sistema, as aves vivem sob uma alta densidade populacional, o que interfere no seu comportamento natural, causando um maior estresse, visto que são impedidas de

mover-se livremente, não podendo esticar as asas ou levantar-se totalmente no fundo da gaiola na maioria das criações (SILVA *et al.*, 2006). Ainda, em relação ao comportamento, as aves criadas em sistemas de gaiolas tentam executar hábitos naturais como o banho de areia e o hábito de ciscar, porém não há espaço nem material de cama para tal atividade, gerando frustração e estresse às aves (SILVA *et al.*, 2006).

Em 2012, a União Europeia (UE) recomendou a substituição do sistema em gaiolas por sistemas alternativos que possibilitem às aves a expressão de seus comportamentos naturais, como ciscar, bater as asas, empoleirar-se e utilizar ninhos entre outros (SILVA *et al.*, 2006). Segundo Camerini *et al.* (2013), os sistemas alternativos utilizados pela UE exigem que as aves sejam criadas no chão, em grupos, com espaço mínimo de nove aves por m² e também devem ter acesso a poleiros e ninhos, área com cama para banho e dependendo do sistema, acesso a pasto.

Os sistemas de gaiolas, para melhorar o bem-estar das aves podem conter objetos e materiais para enriquecimento ambiental, tais como ninhos, poleiros e dispositivos para desgastes das unhas (ROLL *et al.*, 2009). Segundo ABREU *et al.* (2006), a inserção de brinquedos para poedeiras pesadas gera melhora do bem-estar, tornando o comportamento dos animais mais calmo. Entretanto, segundo Picket (2007), gaiolas “enriquecidas” não conseguem atingir sempre seus objetivos, visto que nem todas as aves conseguem utilizar os ninhos e poleiros.

Sistema livre de gaiolas

Em sistemas “*Cage Free*”, ou sobre cama, as poedeiras são mantidas em galpões com piso recoberto por substrato de cama, ou sobre piso vazado para que não tenham contato direto com as excretas. As aves podem ter acesso a camas, ninhos e poleiros que podem apresentar um ou mais níveis (RODRIGUES, 2016). Neste sistema, as relações sociais e hierárquicas entre as poedeiras aumentam, visto que elas têm mais liberdade e espaço para que assim consigam expressar seus comportamentos naturais (THIMOTHEO, 2016).

No Brasil, não há uma legislação específica que padronize densidade de alojamento e demais manejos praticados neste sistema de criação. Em 2020, com a publicação do Decreto 10.468 que altera o RIISPOA, ficou definido que os produtores que optarem por diferenciar seus produtos obtidos a partir de sistemas de criação diferenciados como este, deverão comprovar os critérios que atendem. Também deverão incluir no rótulo do produto informações para que o consumidor compreenda as características principais do referido sistema de criação. Em linhas gerais, no sistema cage free as aves são alojadas livres de gaiolas, mas limitadas aos galpões de produção (sem acesso ao exterior). Dispõem de ninhos, comedouros, bebedouros, mas as questões relacionadas a linhagem das aves e

alimentação e demais práticas e manejos são similares ao sistema convencional de criação (BRASIL, 2020).

Em um estudo feito com o objetivo de avaliar o comportamento e o bem-estar de aves poedeiras, comparando o uso de um sistema de criação convencional com sistema de criação sobre cama, foi verificado que as aves no sistema de cama demonstraram com maior frequência seu comportamento natural, devido as melhores condições de bem-estar, diferentemente do sistema convencional, onde o estresse das aves foi evidenciado através das tentativas de execução de seus hábitos naturais (SILVA *et al.*, 2006).

Segundo Saccomani (2015), ovos provenientes do sistema livre de gaiolas, quando armazenados sob refrigeração, apresentam valores de qualidade físico-química superiores ao sistema convencional e ao sistema ao ar livre. Entretanto, os autores afirmam que o sistema de semi-confinamento pode apresentar algumas desvantagens, visto que se a postura ocorrer fora do ninho, os ovos podem apresentarem-se mais sujos, pois têm contato com as fezes na cama, ocorrendo assim um menor controle sanitário e maior ocorrência de doenças (RODRIGUES, 2016).

Sistema de criação com acesso a área externa

O sistema de criação com acesso a área externa ou “*Free Range*” consiste em um sistema sem uso de gaiolas, sendo as instalações internas do galpão semelhantes ao sistema cage free, com acesso a ninhos, poleiros e substrato de cama. Além disso, estas aves têm acesso à área externa do galpão (piquete) onde podem circular livremente e acessam vegetação verde. . Tal alternativa tende a se tornar cada dia mais comum visto que preserva o bem-estar animal, pois permite às aves a quase totalidade de seus instintos naturais (BRACKE; HOPSTER, 2006; ROMANO, 2017). Estudos relatam que ovos produzidos em sistemas alternativos, como o sistema free range, tem a preferência dos consumidores pela questão do bem-estar animal ou por acreditarem que tais alimentos são mais saudáveis e que apresentam menor colesterol e gordura total (MESIAS *et al.*, 2011). Sistemas de criação com acesso a área externa são mantidos com menor densidade animal e, pelo fato de os animais terem acesso à pastagem, o consumo de insetos e forragem que fazem parte do hábito alimentar, podem ter reflexos na textura e na cor amarela da gema, atraindo assim os consumidores (BESSEI, 2010).

Existem tipos diferenciados de produção de ovos em sistemas com acesso a área externa cujos produtos recebem denominações específicas como ovos orgânicos e ovos caipiras e/ou coloniais. Para receberem estas denominações no rótulo, além do acesso a área externa a produção precisa atender normas técnicas ou legislações específicas e que serão relatadas a seguir.

Sistema de produção de ovos orgânicos

Os produtos orgânicos ganharam espaço no Brasil devido a conceitos de vida saudável, consciência ecológica, produtos de qualidade e também pela desconfiança da população em relação aos sistemas de produção e aos alimentos de origem transgênica. Tais fatores geraram um aumento na demanda que também se reflete em outros países (RIZZO *et al.*, 2017). A comercialização de produtos orgânicos foi aprovada no Brasil a partir da Lei nº 10.831, de dezembro de 2003, entretanto, sua regulamentação ocorreu através do Decreto nº 6.323 de 27 de dezembro de 2007. Segundo a legislação vigente, considera-se sistema orgânico de produção agropecuária aqueles que adotam técnicas específicas, que otimizam os recursos naturais, que têm como objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, que se contrapõem sempre que possível ao uso de materiais sintéticos e que eliminam o uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes (BRASIL, 2003; BRASIL 2007).

Produtos orgânicos agregam cerca de 30% a mais no preço quando comparados aos produtos convencionais, sendo que a formação desses preços irá depender de fatores como oferta e demanda, gerenciamento da unidade de produção e do canal de comercialização (RIZZO *et al.*, 2017). É necessário, para que a produção de ovos seja considerada orgânica, que as aves de postura permaneçam por no mínimo 75 dias em um sistema de manejo orgânico e que os animais sejam híbridos ou de raça pura (BRASIL 2014). É proibido o uso de gaiolas ou qualquer método que restrinja os movimentos naturais das aves, assim como é vetado o uso de debicagem e muda forçada. A iluminação artificial só será permitida desde que se garanta um período mínimo de oito horas por dia no escuro e que a alimentação das mesmas seja exclusivamente orgânica, salvo condições especiais (BRASIL, 2011).

O sistema orgânico de produção também deve atender aos preceitos de bem-estar animal em todas as fases, respeitando as cinco liberdades, dando preferência às aves de raças adaptadas as condições climáticas em que são criadas. Também orienta que devem ser projetadas instalações adequadas e promover um manejo que não gere estresse aos animais, sendo que qualquer desvio de comportamento das aves deverá ser objeto de avaliação (BRASIL, 2011).

A alimentação das aves, além de ser exclusivamente orgânica, também deve ser balanceada, possuindo energia, proteína, aminoácidos, minerais e vitaminas em quantidades exatas e em conformidade com o ciclo de vida das aves. Em situações de escassez ou indisponibilidade de alimentos orgânicos pode ser autorizada a inclusão de alimentos não orgânicos na proporção de 20% da ingestão diária (base em matéria seca), desde que não sejam provenientes de organismos geneticamente modificados (alimentos não transgênicos). Muitas vezes os sistemas orgânicos utilizam raças especializadas para altas taxas de postura, o que prioriza uma adequada nutrição. Outras alternativas para melhorar a alimentação das

aves é através do enriquecimento nutricional das pastagens, com combinação de amendoim forrageiro, hermatria e estilosantes (LUDKE *et al.*, 2010b; BRASIL, 2011).

Quanto à sanidade, podem ser adquiridas aves com até 16 semanas de idade, já vacinadas contra as doenças obrigatórias e as de ocorrência local. O controle sanitário dos animais é realizado através do uso de fitoterápicos, homeopáticos e acupuntura como forma de prevenção e tratamento de possíveis doenças e também pode ser feito o uso de plantas medicinais com função anti-helmíntica (AZEVEDO *et al.*, 2016).

Sistema de produção de ovos caipira/colonial

O sistema de produção de ovos colonial e/ou caipira é previsto pela legislação e deve atender todos os critérios descritos na Norma Técnica da ABNT 16437:2016. Para receber o registro de “ovo caipira”, devem ser utilizadas linhagens de poedeiras adaptadas a este sistema de criação e, somente em caso de uso de aves de genéticas reconhecidas como caipiras estas poderão ser comercializadas como aves caipiras ao final do ciclo. Devem ser preservados os aspectos de bem-estar animal, sobretudo respeitando densidade máxima de alojamento no interior dos galpões de 07 aves/m². As galinhas devem ter acesso a área externa, dispondo de pelo menos 0,5 m² de pasto por ave ou 2 aves/m², com uso de ninhos e iluminação artificial facultativa. A alimentação deve ser exclusivamente de origem vegetal, sendo proibido o uso de promotores de crescimento, pigmentos sintéticos e óleos vegetais reciclados (ABNT, 2016). Uma das características que atraem os consumidores de ovos coloniais e/ou caipira é a coloração da gema, que possui uma cor mais amarelada devido à diversidade de alimentos que são ofertados (AZEVEDO *et al.*, 2016), além de um maior bem-estar das aves (SAUCEDA, 2017).

O sistema caipira e/ou colonial era um sistema tradicional encontrado principalmente em propriedades no interior do país, cuja venda deste tipo de ovos é muitas vezes utilizada para complementar renda em pequenas propriedades (AMARAL *et al.*, 2016). Entretanto, com a maior demanda dos consumidores por ovos caipiras e com a publicação de normas específicas para reger esse tipo de produção tem aumentado o número de médios e grandes estabelecimentos produtores que adotam este sistema em parte da sua criação.

CONCLUSÃO

Sistemas de produção intensivos possibilitaram um aumento na produção e no consumo de ovos, transformando este alimento em uma das principais fontes de proteína animal a um preço acessível à toda população brasileira. Porém, de acordo com as demandas

atuais, estes sistemas podem ser readequados, em muitos casos sem trazer prejuízos à economia e aos animais.

Para se adequar aos requisitos dos consumidores e de grandes indústrias, a cadeia produtiva de ovos deve estar preparada às mudanças, seja na ambiência, seleção genética das aves, bem-estar animal, bem como nas práticas de manejo das aves de postura.

Para definir qual a melhor forma de alcançar um padrão alto de bem-estar para estas aves, são necessários mais estudos que levem em consideração não só as variáveis de desempenho zootécnico dos animais, mas que englobem o sistema produtivo como um todo, visando sempre o máximo desempenho aliado ao bem-estar dos animais de produção.

■ REFERÊNCIAS

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – Avicultura – produção, classificação e identificação de ovo caipira, colonial ou capoeira. 2016.
2. ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - Relatório Anual 2020. 2020.
3. ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, p. 1-14, 2011.
4. ABREU, V. M. N. *et al.* **Enriquecimento ambiental de gaiolas como estratégia prática para incrementar o bem-estar e a produção de ovos de poedeiras pesadas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 5p. (Comunicado Técnico, 447).
5. ABREU, V. M. N; MAZZUCO, H; SILVA, I. J. O. **Bem-estar animal: A ave não é uma máquina**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2017. 2p.
6. ABREU, P. G; MAZZUCO, H; SILVA, I. J.O. **Práticas de debicagem de poedeiras comerciais (Cartilha)**. Concórdia: Embrapa suínos e aves: Concórdia, 2018. 20p.
7. ALVARENGA, R. R. *et al.* Formulation of diets for poultry: The importance of prediction equations to estimate the energy values. **Archivos de Zootecnia**, [S.l.], v. 62, p. 1-11, 2013.
8. ALVES, S.P.; SILVA, I.J.O.; PIEDADE, S.M.S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, n. 5, p. 1388-1394, 2007.
9. AMARAL, G. F. *et al.* **Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2016. p. 167-207.
10. ARAÚJO C.S.S. *et al.* Morfometria do oviduto de poedeiras comerciais submetidas a diferentes métodos de muda forçada. **Ciência Rural**. v. 37, n. 1, p. 241-246, 2007.
11. ARAÚJO W. A. G. *et al.* Programa de luz na avicultura de postura. CFMV, Brasília, v.52, n.17, p. 58-65, 2011.
12. AVILA, V.S. *et al.* **Produção de ovos em sistemas de bases ecológicas**. Concórdia: Embrapa suínos e aves, 2017b. 32 p.

13. AVILA, V.S.; ROLL, V.F.B.; CATALAN, A.A.S. Alternativas e Consequências da Debicagem em Galinhas Reprodutoras e Poedeiras Comerciais. Concórdia: **Embrapa Suínos e Aves**, 2008. 32 p.
14. AZEVEDO, G. S. *et al.* Produção de aves em sistema orgânico. **PUBVET**, Maringá, v. 10, n. 4, p. 327-333, abr. 2016.
15. BASSI, L.J; ALBINO, J.J. Debicagem em galinhas de postura. *A Lavoura*. v. 684,n. 3, p. 24, 2011. Disponível em: Acesso em: 01/02/2021.
16. BELUSSO, D; HESPANHOL, A. N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percorso**, Maringá, v. 2, n. 1, p. 25-51, 2010.
17. BESSEI, W. Behaviour of laying hens in small group systems in the view of animal welfare. **Archive fur Geflugelkd**, v. 74, n. 1, p. 6-12, 2010.
18. BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 975-981, 2003.
19. BRACKE, M.B.M.; HOPSTER, H. Assessing the importance of natural behavior for animal welfare. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v.19, n. 1, p.77-89, 2006.
20. BRASIL. Conselho Federal de Medicina Veterinária. Resolução nº1236, de 26 de outubro de 2018. Define e caracteriza crueldade, abuso e maus-tratos contra animais vertebrados, dispõe sobre a conduta de médicos veterinários e zootecnistas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 out. 2018. Disponível em: http://www.ceuaics.ufba.br/sites/ceuaics.ufba.br/files/anexo_da_resolucao_cfmv_1236_2018.pdf. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.
21. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 2007. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.468-de-18-de-agosto-de-2020-272981604>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2021.
22. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6323.htm. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.
23. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 24.645, de 10 de julho de 1934. Estabelece medidas de proteção aos animais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jun. 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D24645.htm. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.
24. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 mar. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9013.htm. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.

25. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 17, de 18 de junho de 2014. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 jun. 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-17-de-18-de-junho-de-2004.pdf/view>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.
26. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 06 de outubro de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 06 out. 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-46-de-06-de-outubro-de-2011-producao-vegetal-e-animal-regulada-pela-in-17-2014.pdf/view>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.
27. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília DF, 23 dez. 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831.htm. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.
28. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ofício Circular DIPOA nº60, de 1999. Registro do produto “Ovos Caipira” ou “Ovos tipo ou estilo caipira” ou “Ovos colonial” ou “Ovos tipo ou estilo colonial”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1999. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Oficio-circular-7-de-19-de-maio-de-1999_000gy48rvu302wx7ha0b6gs0xgpnhny.pdf. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.
29. GARCIA, S.K; LARA, L. J. C. Boas práticas para o bem-estar animal na avicultura e suinocultura industriais. In: **Cadernos técnicos de veterinária e zootecnia: Bem-estar animal**. Belo-Horizonte: FEPMVZ, 2012. Disponível em: <https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/file/editora/caderno%20tecnico%2067%20Bem%20Estar%20Animal%20ok.pdf>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.
30. CAMERINI, N. L. *et al.* Efeito do sistema de criação e do ambiente sobre a qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 334-339, ago. 2013.
31. CASTILHO, V.A.R. *et al.* Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Brazilian Journal Of Biosystems Engineering**, [S.l.], v. 9, n. 2, p.122-131, jun. 2015.
32. DAWKINS, M. Do hens suffer in battery cages? Environmental preferences and welfare. **Animal Behaviour**, [S.l.], v. 25, p. 1034-1046, nov. 1977.
33. DAWKINS, M. Welfare and the structure of a battery cage: size and cage floor preferences in domestic hens. **Veterinary Journal**, Londres, v. 134, n. 5, p. 469-475, set. 1978.
34. DEHNHARD, M. *et al.* Measurement of plasma corticosterone and fecal glucocorticoid metabolites in the chicken (*Gallus domesticus*), the great cormorant (*Phalacrocorax carbo*), and the goshawk (*Accipiter gentilis*). **General and Comparative Endocrinology**, v. 131, n. 3, p. 345–352, 2003.
35. DUARTE, S. C *et al.* **Requisitos básicos de biosseguridade para granjas de postura comercial**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2018. 29 p.
36. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agribusiness handbook**. Poultry meat & eggs. Rome: FAO Investment Centre Division, 2010. 75 p.

37. HARPER, J. M.; AUSTAD, S. N. Fecal glucocorticoids: a noninvasive method of measuring adrenal activity in wild and captive rodents. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 73, n. 1, p. 12-22, 2000.
38. HYLINE INTERNATIONAL. **Guia de Manejo W-36 Poedeiras comerciais**. [S.l.]: Hy-line, 2016. 41p.
39. INSTITUTO CERTIFIED HUMANE BRASIL. **Quem somos**. Santa Catarina: Instituto certified humane Brasil [2019?]. Disponível em: <<https://certifiedhumanebrasil.org>> Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.
40. GUHL, A. M. The behavior of chickens. In: HAFEZ, E. S. E. **The behavior of domestic animal**. Baltimore: Williams & Wilkins. 1962. p. 491-525.
41. JORDAN, R. A.; TAVARES, M. H. F. Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 9, p. 420-423, 2005.
42. JÚNIOR, J. G. B. G; BENTO, E. F; SOUZA, A. F. **Sistema alternativo de produção de aves**. Ipangaçu: IFRN, 2010. 45 p.
43. JULIANO, R. S. *et al.* Desafios na construção participativa da pesquisa sobre transição agroecológica: alimentos alternativos para galinhas poedeiras. **Cadernos de Agroecologia**, Dou-rados, v. 11, n. 2, p. 1-8, 2016.
44. LUNDBERG, U. Stress hormones in health and illness: the roles of work and gender. **Psycho-neuroendocrinology**, [S.l.], v. 30, n. 10, p. 1017–1021, 2005.
45. LUDKE, J. V. *et al.* **Alimentos e alimentação de galinhas poedeiras em sistemas orgânicos de produção**. Rio de Janeiro: World animal protections, 2010, 120 p.
46. MAZZUCCO, H. *et al.* **Boas Práticas de Produção na Postura Comercial**. Concórdia: Em-brapa, 2006, 40p. (Circular Técnica 49).
47. MENDEZ, A. A. *et al.* **Protocolo de bem-estar para aves poedeiras**. São Paulo: União Bra-sileira de Avicultura, 2008. 23 p.
48. MESIAS, F.J. *et al.* Functional and organic eggs as an alternative to conventional production: a conjoint analysis of consumers' preferences. **Journal Science Food Agrícola**, v. 91, n. 3, p. 532-538, 2011.
49. OKA, C. H. **Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a diferentes métodos de debicagem**. 2016. 51 f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia animal) - Universidade Estadual Paulista, Dracena, 2016.
50. OLIVEIRA, D. L. *et al.* Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 11, p. 1186-1191, jan. 2014.
51. PARK, S.y. *et al.* Induced moulting issues and alternative dietary strategies for the egg industry in the United States. **World's Poultry Science Journal**, Texas, v. 60, p. 196-209, jun. 2004.
52. PAVAN, A.C.; GARCIA, E.A.; MÓRI, C. *et al.* Efeito da densidade na gaiola sobre o desem-penho de poedeiras comerciais nas fases de cria, recria e produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1320-1328, 2005.

53. PEREIRA, D. F. *Ambiência em frangos de corte*. In: Conferência FACTA de ciência e tecnologia avícolas, 2011, Campinas. **Anais**. Campinas: FACTA, 2011. p. 113-122.
54. PICKET, H. **Alternatives to the barren battery cage for the housing of laying hens in the European Union**. Compassion in World Farming, 2007. Disponível em: <https://www.ciwf.org.uk/media/3818829/alternatives-to-the-barren-battery-cage-in-the-eu.pdf> . Acesso em: 01 de fevereiro de 2021.
55. RIZZO, F. M. *et al.* **Agricultura orgânica no Brasil: atualidade e perspectiva**. In: 6ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu, 2017, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Faculdade de Tecnologia de Botucatu, 2017. p. 1-6.
56. RODRIGUES, J. S. **Bem-estar nos sistemas de produção de aves poedeiras**. 2016. 16 f. TCC (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2016.
57. RODRIGUES, V.C. **Distribuição espacial e bem-estar de aves poedeiras em condições de estresse térmico utilizando visão computacional e inteligência artificial**. 2006. 101p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
58. ROLL, V.F.B. *et al.* Effects of claw shortening devices in lying hens housed in furnished caged. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 896-901, 2008.
59. ROMANO, G. G. **Ambiência, bem-estar e microbiota intestinal de aves poedeiras no sistema free range livre de antibióticos**. 2017. 163 f. Tese (Doutorado em ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.
60. ROSA, P. S; ALBINO, J. J. **Planejamento da atividade de produção de ovos**. Concórdia: Embrapa suínos e aves, 2006. 2 p. (Instrução técnica para o produtor).
61. SACCOMANI, A. P. O. **Qualidade físico-química de ovos de poedeiras criadas em sistema convencional, Cage-free e free-range**. 2015. 57 f. Dissertação (Mestrado em produção animal sustentável) - Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2015. Cap. 2015.
62. SAUCEDA, D. R. **Qualidade de ovos e metabolismo em poedeiras com diferentes idades e fitase na dieta em sistema orgânico**. 2017. 117 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
63. SILVA, I. J. O. *et al.* Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1439-1446, 2006.
64. SOUZA, P. Avicultura e clima quente: como administrar o bem-estar às aves. **Revista Avicultura Industrial**. v.1, n. 3, p.1-6, 2005.
65. TEIXEIRA, R.S.C. *et al.* Muda forçada a partir do jejum: importância, aspectos relacionados ao bem estar animal e visão do consumidor (revisão). **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 11, ed. 260, Jun, 2014.
66. THIMOTHEO, M. **Duração da qualidade de ovos estocados de poedeiras criadas no sistema “Cage-free”**. 2016. 55 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.
67. YEATES, J.W.; MAIN, D.C.J. Assessment of positive welfare: A review. **The Veterinary Journal**, Londres, n. 3, v. 175, n. 3, p.293-300, 2008.

68. WEBSTER, A. B. Physiology and behavior of the hen during induced molt. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 6, p. 992-1002, 2003.
69. WELFARE QUALITY. **Welfare Quality assessment protocol for poultry**. Lelystad, Netherlands: Welfare Quality Consortium, 2009. 110 p.

“

Bem-estar animal em suínos

- I Camila Lopes **Carvalho**
UFRGS
- I Melody Martins **Cavalcante**
UFRGS
- I Nathalia de Oliveira Telesca **Camargo**
UFRGS
- I Ines **Andretta**
UFRGS

RESUMO

Um dos pontos críticos em relação à suinocultura é o bem-estar desses animais. Ainda que tal assunto tenha ganhado maior notoriedade nos últimos tempos, a ciência do bem-estar teve início na década de 60 e possui seu histórico ligado ao continente europeu, onde surgiram os primeiros indícios do pensamento sobre o aumento da qualidade de vida de animais de produção, como suínos. Há décadas, vários manejos vêm sendo reavaliados por meio de diversos estudos que utilizam indicadores de bem-estar, buscando a fundo o melhor entendimento do comportamento animal e como o mesmo pode interferir na produtividade. As condições nos alojamentos das matrizes gestantes e na maternidade, a falta de enriquecimento ambiental nas instalações, o desmame precoce de leitões e os procedimentos dolorosos (como caudectomia, desgaste ou corte dos dentes, colocação de brincos, tatuagens e mossas) são causadores de estresse e dor nos animais e vão ao caminho contrário do bem-estar animal. A recente Instrução Normativa nº 113 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estabeleceu novas regras acerca das boas práticas de manejo e bem-estar animal nas granjas de suínos de criação comercial e se tornou a primeira legislação acerca do bem-estar de suínos. As novas adequações entraram em vigor no dia 1º de fevereiro de 2021 e trouxeram prazos e datas limites aos produtores. Nesta revisão bibliográfica traremos os principais pontos relacionados ao bem-estar de suínos e as novas regras estabelecidas pela legislação brasileira.

Palavras-chave: Etologia, Leitões, Sistemas de Produção.

INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal, em 2019, foram produzidos cerca de 3,983 milhões de toneladas de carne suína no Brasil, consolidando o país como o quarto maior produtor de carne suína mundial (ABPA, 2020). Os altos índices alcançados são reflexos dos avanços no melhoramento genético, na alimentação, na sanidade dos animais, na produção em grande escala e nos sistemas de integração e parcerias (LEAL *et al*, 2018). Além destes fatores, a carne suína também apresenta benefícios à saúde, pois possui proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos monoinsaturados, vitaminas do complexo B, ferro e selênio (GEESDORF, 2010).

Entretanto, a intensificação da produção animal trouxe consigo restrições de espaço, impossibilidade de movimento e interação social. O comprometimento do bem-estar animal dos suínos pode resultar em diminuição ou retardo do ganho de peso, atraso do início da reprodução, além do aumento no número de doenças (BROOM; MOLENTO, 2004; VERONI 2013).

Origens da ciência do bem-estar animal

Com a grande demanda de consumidores para questões que giram em torno de hábitos alimentares saudáveis e a preocupação com a forma de criação dos animais que um dia farão parte do cardápio alimentar, alternativas não convencionais e estudos sobre comportamento e consequentemente bem-estar vêm sendo realizadas com grande frequência.

Com o aumento do número de pesquisas sobre o bem-estar, é sabido que o mesmo proporcionou ao longo do tempo benefícios inegáveis no sistema de produção animal, como a redução de morbidade e mortalidade; influência na resistência dos animais a patologias; agregação de valor ao produto final; aumento da qualidade do produto, pois sabe-se que os estados físico e mental do animal podem atuar direta e/ou indiretamente nas propriedades dos produtos finais (DAWKINS., 2017).

O histórico de evolução da ciência do bem-estar está muito vinculado ao continente europeu. Documentadamente, as bases teóricas do bem-estar animal tiveram início com a elaboração do relatório Brambell, registro este desenvolvido pelo comitê de Brambell, formado em 1965 pelo Parlamento Britânico, constituído pelo etólogo W.H. Thorpe, juntamente com professor F. Rogers Brambell (BRAMBELL., 1965).

O relatório teve como objetivo inicial a discussão e investigação de várias condutas realizadas em sistemas de produção animal, em razão do alvoroço causado pela aclamada série de reportagens, produzidas em 1964 pela jornalista Ruth Harrison, a respeito da utilização dos animais, principalmente suínos, nos sistemas intensivos de produção em propriedades britânicas. Os trabalhos de Harrison chamaram ainda mais atenção do público

devido a posterior publicação de seu livro “Animal Machine”, caracterizado por explicações da autora sobre os animais viverem unicamente para produção (VAN DE WEERD & SANDILANDS, 2008).

O relatório de Brambell foi o primeiro documento a discorrer sobre as 5 liberdades, mesmo que ainda não fosse descrito dessa forma, este conceito foca em manter os animais livres de condições prejudiciais, baseando-se em medidas práticas e de simples compreensão (BRAMBELL., 1965).

As liberdades são caracterizadas por cinco pontos, sendo eles: 1) livre de sede, fome e má nutrição; 2) livre de dor, ferimentos e doenças; 3) livre de desconforto; 4) livre de medo e estresse; 5) livre para expressar seus comportamentos naturais (FAWC, 2009).

Mellor (2016) questiona o termo “liberdade”, pois de acordo com o mesmo, este passaria a ideia de que os animais deveriam ser livres de qualquer estado negativo. De fato, o conceito diz respeito aos requisitos mínimos a serem ofertados, porém não satisfaz completamente as necessidades do animal, sendo preciso a inclusão de outros elementos que estimulam estados positivos para o bem-estar (FAWC, 2009).

Em seguida as atividades do comitê Brambell, para melhores e maiores contribuições aos questionamentos que surgiram sobre o bem-estar animal, o governo britânico instituiu em 1968 o FAWAC (*Farm Animal Welfare Advisory Committee*), que foi sucedido pelo FAWC em 1979 (*Farm Animal Welfare Council*). Logo, tais órgãos mantiveram atualizados os estudos sobre o tema bem-estar animal em relação a todos os pontos da cadeia produtiva, aconselhando o governo e demais iniciativas em tomadas de decisões (FAWC, 2009).

Dando continuidade na trajetória da ciência do bem-estar animal, outro grande marco ocorreu em 1997, com o reconhecimento dos animais como seres sencientes, ou seja, capazes de experimentar sentimentos, por meio do tratado de Amsterdam. Já em 2007, a base do tratado de Amsterdam foi integrada em um artigo do tratado de Lisboa (THE TREATY OF LISBON, 2007).

No ano de 2004, mais um “passo” foi dado na ciência do bem-estar animal por meio do financiamento da Comissão Europeia, com a promoção do documento *Welfare Quality Project*. O documento é caracterizado como protocolo de avaliações práticas padronizadas para se realizar análises de qualidade de bem-estar, de modo que seja possível integrar essas informações, permitindo que propriedades e frigoríficos sejam designados a uma das quadro categorias, englobando de pobre à bom bem-estar (WELFARE QUALITY., 2009).

Atualmente, o campo de estudos do bem-estar tem sido bastante ramificado para o estudo das neurociências, como: neuroanatomia, neurofisiologia, neuroetologia, neurociência cognitiva e outras (SHRIVER, 2014). Percebe-se que um dos principais é recorrentemente

aplicado no entendimento dos estados afetivos do animal e sobre quais variáveis seriam eficientes para analisá-los.

Comportamento de suínos e avaliações de bem-estar animal

Muito se fala sobre as vantagens e desvantagens dos distintos sistemas de produção animal, principalmente no que diz respeito a espécie suína, por conter grande parte de suas unidades produtoras aderidas ao sistema intensivo de criação. É sabido que esta forma de produção é vantajosa ao produtor do ponto de vista econômico, entretanto no contexto do bem-estar animal, o sistema intensivo traz diversos prejuízos que podem vir a desfavorecer a lucratividade da atividade. Isto porque intensificar exige otimização, seja de espaço, mão de obra e/ou outros recursos afins, ou seja, maior produtividade com menor custo.

Esta abordagem intensificada leva os suínos a terem um reduzido espaço de alojamento, muitas vezes ausente de atratividades. Ambos componentes contribuintes para monotonia prolongada e falta de condições para expressão de comportamentos normais, fatores que podem alavancar a ocorrência de estereotípias e depreciar afetivamente o animal, levando-o a condições depressivas e/ou agressivas (BECKER, 2010).

Com o aprofundamento dos estudos sobre o campo de bem-estar, notou-se a grande necessidade de entender especificamente a biologia do comportamento animal, ou seja, a etologia. Suínos são animais que possuem uma estrutura hierárquica em seus grupos, com indivíduos dominante e dominados. Além disso, a comunicação entre a espécie é realizada por meio de vocalizações (BLACKSHAW, 1997).

A espécie suína é altamente capaz de reconhecer seres humanos por meio da audição, visão ou olfato. Devido ao seu caráter exploratório, a espécie contém a curiosidade como um traço característico forte, sendo assim quando em ambiente extensivo são constantemente vistos fuçando o solo. Já em ambiente confinado exigem algum tipo de enriquecimento ambiental, para minimização de ócio e expressão de comportamentos agonísticos comumente desenvolvidos na ausência de tais recursos (BLACKSHAW, 1997).

Dentre os comportamentos estereotipados já relatados em suínos confinados estão: morder as instalações, aerofagia, canibalismo, enrolar a língua e lamber o piso. Como mencionado anteriormente, além dos prejuízos ao bem-estar, o tempo gasto em sua prática substitui o tempo que seria utilizado para ações favoráveis ao seu desempenho produtivo, como se alimentar e beber água (BECKER, 2010).

Por meio da ciência do comportamento é possível abranger variáveis capazes de interpretar de uma melhor maneira as exigências de bem-estar animais. Os parâmetros comportamentais são então utilizados como indicadores pois estão diretamente relacionados com o

bem-estar. Logo caso haja alguma mudança comportamental, têm-se um respaldo inicial de que o animal não está em condições regulares ou adequadas (BROOM & FRASER, 2015).

Existe uma ampla gama de abordagens comportamentais utilizadas para avaliação do bem-estar animal. Um dos pontos essenciais a se mencionar é que bem-estar não diz respeito somente a saúde física do animal, mas também a habilidade de desenvolver comportamentos naturais de acordo com as necessidades e motivações do animal (WECHSLER, 2007).

Além do ponto citado, outros estudos em geral consideram que os demais indicativos do bem-estar animal podem ser classificados, como aqueles relacionados com o comportamento alimentar, ou seja, incluindo observações de frequência e duração do consumo do alimento e também de água; relacionado ao conforto do animal como dedicado ao descanso/ócio, e aqueles relacionados ao conforto térmico; relacionado o comportamento social, seja com outros de sua espécie ou com seres humanos (BROOM & FRASER, 2015).

Mesmo que haja bastante conhecimento consolidado a respeito dos protocolos e indicadores comportamentais que sugerem o nível do estado de bem-estar, as informações sobre as necessidades dos animais, de maneira que seja possível determinar adequadas medidas a serem realizadas a campo, ainda são inconclusivas e necessitam de melhor aprimoramento.

Legislações e recomendações

A legislação da União Europeia no que se refere a proteção aos animais é bastante rigorosa, sendo que nos três principais blocos da cadeia produtiva - produção, transporte e abate - é proposto que se busque evitar ao máximo o sofrimento desnecessário.

Através de atos jurídicos a comunidade europeia implementa seus regulamentos de maneira obrigatória em todo território e são diretamente aplicáveis em cada estado. As diretivas normatizam os estados membros a aplicarem os procedimentos e buscarem os resultados desejados, sendo papel das autoridades nacionais a eleição da forma e dos meios para alcança-los (CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA, 2008).

Tratando-se de suinocultura as principais legislações europeias de proteção e bem-estar animal, são:

Diretiva 98/58/CE que está relacionada a proteção dos animais de produção, o documento abrange outras espécies que não somente a suína. No artigo 3 presente na diretiva, é determinado que o proprietário do animal tome todas as medidas adequadas para assegurar o bem-estar com objetivo de garantir que não sofram dores ou outros danos propositais. Tais normativa se mantem em vigor (CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA, 1998).

Diretiva 2008/120/CE é a norma específica para suínos. Ela engloba uma lista de terminologias utilizadas na suinocultura industrial, além de incluir os requisitos mínimos de alojamento para leitões de creche, suínos de produção (termo não usado na suinocultura

brasileira, diz respeito ao suíno com mais de 10 semanas de idade até o abate ou introdução na atividade reprodutiva) e porcas e leitoas após a cobertura. O documento determina também os requisitos para pisos de concreto ripado (CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, 2008).

Regulamento (CE) nº 1/2005 tem foco no segmento de segurança dos animais durante o transporte, incluindo o deslocamento dos animais e o uso de aparelhos que administram descargas elétricas nos manejos relacionados (CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, 2005).

Regulamento (CE) nº 1099/2009, trata-se de um documento multi-espécie e que entrou em vigor em 01 de janeiro de 2013. Diz respeito ao segmento relativo ao abate, englobando métodos de insensibilização (CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA, 2009).

No contexto brasileiro, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é responsável pelas ações voltadas para as questões do bem-estar animal. A legislação brasileira no contexto de proteção animal ainda é inconclusiva e retrógrada. Porém existem normas brasileiras em vigor envolvendo a espécie suína e as mais recentes são citadas por Dias *et al.* (2014):

Memorando de Cooperação Técnica em bem-estar animal entre MAPA e DG SANCO, de janeiro de 2013, estabelece grupos de trabalho específicos para troca regular de informação e cooperação técnica em bem-estar dos animais de produção.

Portaria nº 575, de 25 de junho de 2012, que institui grupo de trabalho com o objetivo de elaborar e propor regulamentação de transporte de animais de produção ou interesse econômico por meio rodoviário.

Termo de cooperação técnica MAPA/EMBRAPA de 17 de outubro de 2011, determina treinamento de transportadores de suínos em bem-estar e qualidade de carne.

Instrução normativa nº46, de 06 de outubro de 2011, estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal.

Entretanto, no ano de 2020 a primeira legislação acerca do bem-estar de suínos foi elaborada e entrou em vigor em 1º de fevereiro de 2021. A instrução normativa nº113 visa estabelecer as boas práticas de manejo nas granjas de suínos de criação comercial.

Problemas de bem-estar em suínos

Os problemas de bem-estar em suínos podem ser específicos de algumas fases de criação, como: corte de cauda, corte dos dentes, castração e colocação de brincos, tatuagens e outras identificações são observados em leitões na maternidade. Já problemas de bem-estar como: alojamento coletivo, alojamento individual e estereotípias são observados nas matrizes em gestação. Entretanto, alguns problemas de bem-estar são comuns as diferentes fases produtivas, sendo eles: efeitos da temperatura, densidade e características e revestimentos de pisos.

Densidade animal

Existem diferentes tipos de espaços requeridos pelos suínos alojados. Sendo eles: o espaço que é voltado para as atividades que o animal exerce (excretar e comer); o espaço estático (ocupado pelo corpo) e o espaço de comportamento social (SPOOLDER *et al.*, 2012).

O espaço necessário para cada animal pode ser conhecido através de uma equação ($A = k \cdot PV^{0,67}$), onde “A” corresponde à superfície de área em m², “k” corresponde à constante e “PV” ao peso vivo (PETHERICK, 1983). Segundo Dias, Silva e Manteca (2014) deve-se tomar cuidado ao utilizar o número de animais por unidade de área (animais/m²) para se referir a densidade animal. Deve-se dar preferência a princípios alométricos (kg/m² ou m²/100kg) para evitar equívocos.

Em condições comerciais, geralmente os animais são mantidos na mesma baia durante as diferentes fases de crescimento, o que ocasiona altas densidades na fase de terminação. Também podem ocorrer atrasos na transferência dos suínos da creche para a engorda, ocasionando altas densidades e comprometimento do bem-estar destes animais (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014). Entretanto, independente da categoria animal, os suínos devem poder deitar-se ao mesmo tempo na baia em que estão alocados (SCIENTIFIC VETERINARY COMMITTEE, 1997).

Um fator que afeta o comportamento dos suínos é a temperatura. Segundo Spoolder *et al* (2012), para cada 1°C de temperatura ambiente os suínos alteram o tamanho do espaço requerido por eles. Suínos deitados em decúbito lateral aumentam a área de contato com o piso para perder calor, entretanto, aumentam a área usada quando comparado a postura esternal. Portanto, a temperatura e a densidade devem ser levadas em consideração juntas para proporcionar bem-estar aos animais. Também é importante levar em consideração que suínos dedicam um tempo maior a exploração do espaço quando estes são alojados em piso com cama e conseqüentemente possuem uma maior área. Assim, o comportamento se altera conforme a disponibilidade de espaço (AVERÓS *et al.* 2010).

Normativas de bem-estar definem áreas mínimas de espaço através de bandas por peso vivo, no qual o espaço aumenta conforme o animal cresce (SPOOLDER; EDWARDS; CORNING, 2000). Isto pode ser observado na Instrução normativa nº 113 (BRASIL, 2020), conforme a quadro abaixo.

CATEGORIA ANIMAL	ÁREA ÚTIL MÍNIMA/ANIMAL
Marrãs (pré-cobertura) em alojamento coletivo	1,30m ²
Marrãs (gestantes) em alojamento coletivo	1,50m ²
Matrizes gestante ou vazias em alojamento coletivo	2,00m ²
Cachaços adultos	6,00m ²
Leitões de creche (até 30kg PV)	0,27m ²
Leitões de creche (> 30kg PV) ou recria	100 kg/m ² (máximo)
Terminação (abatidos com até 110kg PV)	0,90 m ²
Terminação (abatidos com até 120kg PV)	0,90 m ²
Terminação (abatidos com até 130kg PV)	0,92 m ²
Terminação (abatidos com até 140kg PV)	0,97 m ²
Terminação (abatidos com até 150kg PV)	1,02 m ²

Os prazos para os ajustes das densidades nas granjas mudam de acordo com a categoria animal. Marrãs em pré-cobertura no alojamento coletivo, cachaços adultos alojados em baias e leitões de creche devem ter as adequações realizadas em um período de um ano a partir de 1º de fevereiro de 2021. Já as outras categorias citadas na tabela possuem um prazo de 10 anos para as devidas adequações (BRASIL, 2020).

Temperatura

A variável ambiental que mais afeta o bem-estar animal é a temperatura. No Brasil, com clima tropical, as altas temperaturas tendem a ser prejudiciais para os suínos em virtude das principais linhagens e raças de suínos explorados no país serem de origem europeia e norte asiáticas, o que os levam a ser adaptados a climas mais frios (MANNO *et al.*, 2005; ZANGERONIMO; OBERLENDER; MURGAS, 2015).

Para que os suínos demonstrem bons índices de desempenho eles devem estar em conforto térmico. A zona termoneutra é a faixa de temperatura ambiente em que o animal se mantém com a taxa metabólica mínima e varia de acordo com a idade do animal, estado nutricional e variáveis ambientais (MOUNT, 1979; SCIENTIFIC VETERINARY COMMITTEE, 1997).

Segundo o National Farm Animal Care Council (2014) as temperaturas ideais para suínos são: para recém-nascidos e desmamados a temperatura ideal é de 35°C; para suínos na fase de crescimento a temperatura ideal é de 21°C; para suínos na fase de terminação a temperatura ideal é de 18°C; já para fêmeas gestantes e lactantes a temperatura ideal é de 18°C. Percebemos assim, que o setor da maternidade apresenta um grande desafio, pois matrizes e leitões apresentam diferenças em suas necessidades térmicas (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014).

É importante ressaltar que a temperatura efetiva, ou seja, aquela que leva em consideração a sensação de calor ou frio dos animais é mais relevante que a temperatura do

ambiente. A temperatura efetiva leva em consideração a temperatura do ambiente, a umidade relativa e o movimento do ar, sendo esse último regulado através da ventilação e do tipo de solo que condiciona as perdas de calor por condução. Entretanto, a temperatura ambiente também é confiável quando os termômetros estiverem posicionados em uma altura correspondente a cabeça dos suínos (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014; MANTECA; GASA, 2008).

O comportamento animal também é um indicador da sensação térmica dos animais. No frio, os suínos evitam correntes de ar e ficam próximos um dos outros para diminuir assim a área de superfície corporal. Já no calor, os animais tendem a se manter mais afastados e próximos a ambientes úmidos, como excrementos, lama, lâminas de água, entre outros. Além disso, eles tendem a diminuir sua atividade e modificar a postura, mantendo-se mais tempo deitados (SCIENTIFIC VETERINARY COMMITTEE, 1997).

Em altas temperaturas, os mecanismos de termorregulação geram custos energéticos devido a perda de calor corporal, o que diminui o bem-estar dos animais e seu desempenho produtivo. Já em situações de conforto térmico, os suínos apresentam maior ganho de peso diário, maior consumo de ração e maior ganho diário de peso quando comparados a suínos em estresse térmico (FAGUNDES *et al.*, 2009).

O controle da temperatura pode ser obtido através do uso de sistemas de climatização. Ventiladores, exaustores e nebulizadores são alguns desses equipamentos (NUNES *et al.*, 2003), assim como os mecanismos de evaporação adiabática (TOLON; NAAS, 2005); sistemas de gotejamento e ar refrigerado (McGLONE, STANBURY, TRIBBLE, 1988) e uso de piso refrigerado (SILVA *et al.*, 2009).

Características e revestimento do piso

Os tipos de pisos mais utilizados na produção de suínos são os pisos compactos ou ripados, podendo esse último ser totalmente ripado ou parcialmente ripado. Os pisos ripados foram desenvolvidos para facilitar a remoção de dejetos e reduzir a mão de obra e podem ser construídos a partir de diferentes materiais, assim como: concreto, PVC, perfis de ferro galvanizado, telas metálicas ou chapas metálicas perfuradas (OLIVEIRA, SILVA, 2006). A largura mínima das vigas, conforme normativas europeias, deve ser de 14 a 50 mm em suínos em fase de creche e 18 a 80mm para os suínos em fase terminação (EUROPEAN COMMISSION, 2009). O sistema de cama sobreposta também pode ser utilizado. Tal sistema, se bem manejado, proporciona maior conforto aos animais e diminui o estresse, além de melhorar o bem-estar dos suínos ao permitir que os animais fucem no material orgânico, como a palha (HOMEM *et al.*, 2015).

O material dos pisos que entram em contato com os suínos nas instalações devem: proporcionar uma superfície não abrasiva e não escorregadia. Além de não possuir arestas e

pontas; as superfícies devem ser de fácil higienização; não devem amplificar o desconforto e estresse dos animais; devem ser termicamente adequados a fase dos suínos mantidos nele e, por fim, pisos perfurados ou ripados não devem reter fezes ou urina de forma constante (LOPEZ; SOBESTIANSKY; COIMBRA, 1997) .

Pisos inadequados podem causar lesões e desconforto aos suínos. Claudicações estão relacionadas ao tipo de piso. Segundo Temple *et al.* (2012), o risco de claudicações aumenta em 6,3 vezes em suínos de engorda alojados em baias com piso totalmente ripado comparados a suínos alojados em baias com piso parcialmente ripados. O aumento das claudicações também está relacionado com o aumento da idade dos suínos e com seu peso. As perdas relacionadas com claudicações, incluindo morte, podem chegar a 5% da produção (WADDELL, 2015). Portanto, as características e o revestimento do piso possuem impactos negativos na claudicação e no desempenho dos animais, e consequentemente no bem-estar dos suínos (KRAMER, DONIN, ALBERTON, 2015).

O comportamento dos suínos também sofre alterações conforme o tipo de piso. O comportamento de descansar é menos intenso em baias com piso compacto quando comparadas a baias de piso ripado (AVERÓS *et al.*, 2010). Entretanto, em condições de altas temperaturas, os suínos permanecem deitados por mais tempo em piso ripado. Algumas doenças, como bursites moderadas e severas também alteram sua prevalência conforme o tipo de piso, no qual o risco de bursite diminui em baias com cobertura total o parcial de palha (TEMPLE *et al.*, 2012; VAN de WEERD; DAY, 2009), tal fato se deve a diminuição de pressão do peso do corpo sobre o chão.

Para evitar problemas sanitários é importante evitar que eventuais feridas dos suínos entrem em contato com as fezes. Entretanto, em sistemas com camas sobrepostas a prevalência de sujidades no corpo dos animais é maior do que em sistemas sem cama. Ademais, o aumento da temperatura também influencia os suínos a se deitarem mais e passam a utilizar áreas com piso compacto, em áreas com excretas, resultando em animais mais sujos (SPOOLDER *et al.*, 2012; TEMPLE *et al.*, 2012).

Segundo a instrução normativa nº 113, as granjas tem um até janeiro de 2045 para fornecer as matrizes alojadas em grupos área com piso compacto para descanso (BRASIL, 2020).

Alojamento coletivo, individual e maternidade.

Durante um período de aproximadamente 21 a 28 dias, as matrizes e os leitões permanecem no mesmo espaço, chamado de maternidade. A maternidade foi pensada para que o número de leitões mortos por esmagamento fosse reduzido. Para isso, as fêmeas possuem um espaço reduzido na maioria das granjas, que impede a matriz até mesmo de se virar, ocasionando problemas de bem-estar animal (CARVALHO, *et al.*, 2017; MAPA, 2018).

Existem diferentes modelos de maternidades desenvolvidos, sendo eles: cela convencional (gaiola metálica, com barra de proteção para os leitões no qual a fêmea possui restrição de espaço); cela de lateral removível (mesma área das celas convencionais, porém as laterais da gaiola podem ser removidas, o que permite maior movimento da matriz); baia simples (não possui gaiola e ocupa a estrutura convencional da maternidade); baia adaptada (possui áreas definidas para alimentação, defecação e descanso, além de área para confecção de ninho e barras para proteção dos leitões); sistemas em grupo (as fêmeas e os leitões de diversos grupos ficam juntos, porém possuem baias individuais para parir); e siscal (fêmeas alojadas em piquetes individuais ou em grupo e ao ar livre) (MAPA, 2018).

Segundo a Instrução Normativa nº 113 as fêmeas devem ser transferidas para a maternidade 2 dias antes da previsão do parto e deve ser fornecido material de enriquecimento para que as matrizes possam fazer ninho. Ademais as celas parideiras devem ter dimensões que permitam conforto mínimo (BRASIL, 2020).

No setor de gestação, as fêmeas podem ser alocadas em alojamentos individuais ou coletivos. Nos alojamentos individuais, o benefício ocorre pelo menor espaço por indivíduo, reduzindo o consumo de alimento e evitando agressões (BARNETT *et al.*, 2001). Entretanto, tal sistema gera problemas de bem-estar animal, como elevada incidência de estereotípias e estresse social pela proximidade com outras fêmeas. Já no alojamento coletivo, problemas de bem-estar animal também são observados. A competição entre os animais aumenta o que leva a maior incidência de agressões e estresse. Tais fatores são relacionados ao reagrupamento de animais e a alimentação (DIAS, SILVA, MANTECA, 2014). Em alojamentos coletivos, ajustes no tamanho do grupo, no sistema de alimentação, nas instalações e no manejo das fêmeas são geralmente necessários (BABOT *et al.*, 2012).

Segundo a Instrução Normativa nº 113, as granjas possuem até janeiro de 2045 para fornecer alojamento coletivo para fêmeas após 35 dias de gestação (BRASIL, 2020).

Esteretipias

Segundo a Instrução normativa nº 113, estereotípias são considerados comportamentos anormais, ou seja, comportamentos que não estão presentes no repertório natural da espécie (BRASIL, 2020). Quando os animais são submetidos a condições que impedem ou restringem seu repertório natural, os problemas de bem-estar animal são agravados. A falta de bem-estar animal pode levar os suínos a um elevado nível de estresse, o que é observado através da manifestação de comportamentos estereotipados (NAZARENO *et al.*, 2009).

O comportamento estereotipado é visualizado através de movimentos repetitivos e que não possuem propósito aparente (CHAPINAL *et al.*, 2010). Atos como morder barras, enrolar a língua e morder o vazio são exemplos de estereotípias que ocorrem devido à privação de

atividade e movimento que alteram o comportamento dos animais e podem causar doenças e até mesmo a morte (RIBAS *et al.*, 2015). Perini (2017) observou que a frequência de estereotípias é 2,52 vezes maior em sistemas de criação em gaiolas quando comparado a gestação coletiva.

Segundo Manteca (2011), as estereotípias estão atreladas aos seguintes fatores: restrição de movimentos; sensação de fome e falta de material de manipulação. Em relação ao espaço físico, sugere-se que uma fêmea de 250kg tenha um espaço de 220,3 cm de comprimento, 84 cm de largura e 99 cm de altura para que assim realize movimento de beber, comer, defecar, urinar, levantar-se e manter-se em estação e ser capaz de deitar em decúbito esternal, entretanto tal espaço não é observado na maioria das granjas comerciais (DIAS, SILVA, MANTECA, 2014) Já em relação a alimentação, as estereotípias são mais frequentes nos períodos pós-alimentação que é atribuído tanto a quantidade limitada de consumo alimentar quando ao acesso restrito de substratos manipuláveis (TERLOUW; LAWRENCE; ILLIUS, 1991).

Corte de cauda

Na suinocultura o corte de cauda é realizado a fim de evitar a caudofagia (SUTHERLAND; TUCKER, 2011), que consiste no ato de morder a cauda, e é definida como uma desordem comportamental que teve um aumento em sua ocorrência dado a intensificação da produção (NANNONI *et al.*, 2014).

A caudofagia possui causa multifatorial, entretanto, quando os suínos são limitados de expressar seu comportamento natural e explorar seu ambiente, o estresse decorrente de tais fatores redireciona tal comportamento exploratório frustrado na mordedura da cauda (BRAGA *et al.*, 2018). Outros comportamentos, como mordedura das orelhas e dos flancos ou do vício de sucção (*belly-nosing*) também podem ser observados e possuem a mesma base etiológica (EFSA 2007). Segundo Li *et al.* (2017), animais mordedores possuem baixos níveis de imunoglobulinas P e G, o que sugere imunodepressão e está relacionado com o estresse crônico. Portanto, lesões de cauda podem ser indicadores de bem-estar animal e refletem dissonância entre os animais e o ambiente em que são criados (MARQUES *et al.*, 2012).

A caudofagia pode reduzir o ganho médio de peso dos animais, reduzir o peso final da carcaça, aumentar o número de carcaças reprovadas em abatedouros e pode levar a morte dos animais. Tais fatores geram perdas econômicas, (MANTECA; TEMPLE; MAINAU, 2014) e assim o corte de cauda ou caudectomia se tornou uma pratica muito frequente na suinocultura. A caudectomia geralmente é realizada através do esmagamento e corte seguido ou não de cauterização (HUNTER *et al.*, 2001). Entretanto, a ponta da cauda dos suínos possui alta sensibilidade e, ao ser cortada, a parte exposta fica sensível. Quando o

animal é mordido, ele então sente dor e foge dos animais mordedores, o que evita novas agressões (SOBESTIANSKY; BARCELLOS, 2007). Entretanto, surtos de caudofagia podem atingir até 60% dos animais, mesmo quando estes foram submetidos a caudectomia (TEMPLE *et al.*, 2011).

Estudos comprovam que, independentemente do método utilizado, o corte de cauda provoca estresse e dor aguda aos animais. Ao cortar a cauda ocorre a formação de neuromas que ocorrem através da regeneração nervosa, os quais causam hipersensibilidade a dor nos animais (MANTECA; TEMPLE; MAINAU, 2014; SUTHERLAND; TUCKER, 2011; EFSA, 2007). A caudectomia também pode afetar o comportamento exploratório e investigativo dos suínos, pois eles se mantêm mais afastados do grupo nos primeiros dias pós-procedimento (ZHOU *et al.*, 2013), ademais, a cauda é um mecanismo de comunicação entre os animais e seu corte pode impossibilitar esta via (HOUPPT, 2005).

Segundo a Instrução normativa nº 113, o corte de cauda deve ser evitado e tolerado somente quando: a mutilação ocorrer no terço final da cauda; for recomendado por um médico veterinário e realizado por pessoa capacitada; os equipamentos utilizados no procedimento devem estar higienizados e com devida manutenção com posterior cauterização; o procedimento deve ser realizado de forma a minimizar dor e complicações posteriores; se corte da cauda for realizado em animais com mais de três dias de idade, é obrigatório o uso de analgesia e anestésicos para assim evitar a dor (BRASIL, 2020).

Corte ou desgaste dos dentes

Nas últimas décadas, acredita-se que o aumento do número de leitões por leitegada desencadeou um aumento no número de lesões no aparelho mamário das porcas e lesões na pele dos leitões, ocasionado pela disputa de tetos (LE DIVIDICH, 2005; ELIASSON; ISBERG, 2011). Gallois *et al.*, (2005) observou que os tetos menos produtivos das matrizes sofriam com maior frequência e gravidade. Deste modo, o desgaste dos dentes de leitões passou a se tornar uma prática de manejo rotineira nas granjas, a fim de reduzir o desconforto das matrizes e evitar mudanças bruscas de postura que podem levar a morte por esmagamento (LEWIS; BOYLE, 2003).

Os leitões nascem com os dentes caninos e os dentes pré-molares superiores e inferiores (MAPA, 2020), os quais possuem o papel de auxiliar na apreensão do teto durante as mamadas (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014). Geralmente é realizado o desgaste dos dentes ou o corte dos dentes dos leitões nos primeiros dias de vida do animal. O desgaste remove de 2 a 4 milímetros dos dentes e é realizado através de uma pedra porosa rotativa (desgastador). Já o corte dos dentes ocorre através do uso de um alicate, o qual corta o dente na base do terço superior ou próximo à gengiva (BRAGA *et al.*, 2018). Entretanto, esta

prática é questionada por ter influência negativa no bem-estar dos animais; não ter eficácia comprovada sobre o comportamento da matriz; ser prejudicial ao desempenho zootécnico dos animais em fases posteriores; além de ser doloroso aos animais e aumentar o risco a infecções secundárias (AVMA, 2014; GUATTEO *et al.*, 2012; KOLLER *et al.*, 2008).

O corte ou desgaste dos dentes são fatores de riscos. Ao expor a cavidade pulpar dos leitões, tais procedimentos podem resultar em gengivites, cáries, abscessos e inflamação na polpa dentária (SELEGATTO *et al.*, 2003; KOLLER, 2008). Geralmente o corte/desgaste dos dentes é realizado sem anestesia ou analgesia, o que promove dor aguda que, dependendo do procedimento, pode se tornar crônica (SUTHERLAND, 2015). A sensação de dor pode alterar o comportamento dos animais. Zhou *et al.*, (2013) observou que leitões que passaram por procedimentos como o desgaste dos dentes passavam mais tempo sozinhos nos primeiros 3 dias pós procedimento, tornando-os mais susceptíveis a hipertermia. Ainda, tais leitões também apresentaram uma menor frequência de comportamento exploratório e investigativo durante a fase de creche e crescimento, o que pode dificultar a localização de recursos como comida e água (BRAGA, 2018).

Na União Europeia, a legislação proíbe a prática de corte/desgaste dos dentes de leitões como manejo de rotina e fica a critério do médico veterinário indicar a necessidade do procedimento quando existem indícios de lesões nos tetos das matrizes (EUROPEAN COMMISSION, 2001). Já no Brasil, segundo a Instrução normativa nº 113, o corte de dentes é proibido, entretanto, poderá ser realizado quando houver lesões graves no aparelho mamário da matriz e o mesmo deverá ser realizado somente no terço final do dente. No caso de cachaços, o desbaste das presas deve ser realizado somente quando necessário, por um profissional capacitado e com o uso de analgesia para controle da dor (BRASIL, 2020).

Castração

A prática de castração em suínos ocorre para evitar o sabor e o odor repulsivo na carcaça após o abate. Tal fator ocorre devido à ação dos hormônios androsterona e escatol (RAUL *et al.*, 2011). Entretanto, além da castração preservar as características sensoriais da carne, ela também diminui o comportamento sexual e agressivo dos animais (MAPA, 2020). O decreto nº 9.013 de 2017 determina que os suínos machos sejam castrados antes do abate, para assim evitar o odor e sabor desagradável na carne (BRASIL, 2017).

Entretanto, um dos problemas relacionados à castração dos suínos é em relação ao seu bem-estar. A maioria das castrações ocorre sem anestesia, com contenção mecânica do animal e é então realizada a remoção do testículo através da incisão do escroto (MAPA, 2018). Os animais sentem dor durante e após o procedimento, o que provoca alterações tanto comportamentais quanto fisiológicas relacionados à dor aguda e crônica (VAN BORELL

et al., 2009). Ademais, esta dor é descrita como sendo maior que nos casos de corte de cauda e desgaste dos dentes (MAPA, 2020).

Segundo Dias (2018), nas primeiras horas após a castração os leitões diminuem suas atividades em relação ao aparelho mamário das matrizes e ficam mais inativos. Comportamentos como rigidez ao caminhar, tremores e prostração também são observados nas primeiras horas após o procedimento e são indicativos de dor (HAY *et al.*, 2003). Pesquisas também demonstram aumento nas concentrações de cortisol sanguíneo após a castração, o que indica estresse (SUTHERLAND *et al.*, 2010).

Nas granjas comerciais, a castração realizada com o uso de anestésicos é questionada, pois acrescenta um manejo adicional e um maior custo ao produtor (VON BORELL *et al.*, 2009; ALUWÉ *et al.*, 2015). Portanto, a alternativa recomendada para evitar a castração é a imunocastração. A imunocastração é realizada por meio de uma vacina que inibe a cascata hormonal do escatol e da andosterona. Tal procedimento também possui como vantagem o aproveitamento de machos inteiros, a preservação da qualidade sensorial da carne e uma maior deposição de músculo (DUNSHEA *et al.*, 2001).

No Brasil, a Instrução Normativa nº 113 define que a castração e a imunocastração são métodos aceitos, entretanto, quando se trata da castração cirúrgica, esta só pode ser realizada quando: recomendado por um médico veterinário e realizado por operador capacitado. Os equipamentos utilizados devem ser higienizados e ter devida manutenção. Além disso, a instrução normativa determina que devem ser adotados procedimentos para minimizar a dor, angústia e complicações posteriores aos animais conforme o Conselho Federal de Medicina Veterinária dispõe. Ademais, as granjas no Brasil possuem até o dia 1º de janeiro de 2030 para se adequar e utilizar analgesia e anestesia em todos os procedimentos de castração cirúrgica (BRASIL, 2020; CRMV, 2008).

Desmame precoce

O desmame natural dos leitões ocorre entre 14 e 17 semanas de idade. Com o passar do tempo os leitões reduzem a frequência das mamadas e aumentam a ingestão de alimentos sólidos gradativamente. Assim, o desmame permite uma transição fisiológica completa e também inicia a produção de enzimas digestivas específicas, com maior ação do sistema imune (JENSEN, 1986; MAPA, 2018). Entretanto, em granjas comerciais, o desmame é realizado de forma abrupta, com separação dos filhotes com 21 a 28 dias de idade. Esse desmame precoce é estressante para os leitões, que além de não estarem adaptados a nova dieta, não possuem uma imunidade ativa desenvolvida, sofrem com a mudança repentina de ambiente em razão da introdução de novos animais na creche, bem como com a separação da mãe (MAPA, 2018; ROHR, COSTA, COSTA, 2016).

O desmame precoce está associado a problemas de bem-estar animal. São observados comportamentos anormais como o aumento da vocalização, das brigas, de caminhadas pela baia e mimetização da exploração do úbere (vício de sucção). Ademais, também ocorre aumento da incidência de doenças, comprometimento do crescimento e aumento da mortalidade. Quanto mais jovens são os animais ao desmame, mais graves são os problemas (MAPA, 2018; SCIENTIFIC VETERINARY COMMITTEE, 1997).

Algumas estratégias podem ser utilizadas para reduzir os problemas pós-desmame. A partir dos primeiros dias de vida, a futura dieta do leitão deve ser apresentada para que ele reconheça aquele alimento como comida. Reduzir a mistura de leitegadas quando possível também é interessante, além da utilização de enriquecimento ambiental na baia da creche (MAPA, 2018). Além do mais, é importante que a transferência dos animais para a creche seja tranquila, evitando ainda mais estresse com o transporte (ROHR, COSTA, COSTA, 2016).

Segundo a Instrução Normativa nº 113: a granja deve dispor de orientação técnica para o período do desmame dos leitões para assim minimizar o estresse dos leitões e das matrizes; em casos de novos projetos ou ampliação das granjas, estas devem ser elaboradas para desmame de lote de animais com média de idade de vinte e quatro dias ou mais; granjas que desmamam animais com vinte e um dias de idade, tem até 1º de janeiro de 2045 para realizar a adequação das granjas para que o desmame dos leitões ocorra com vinte e quatro dias ou mais de idade; os leitões recém desmamados devem ser alojados em locais secos e serem limpos regularmente; é permitido o desmame precoce, a critério do médico veterinário, em casos de erradicação de doenças (BRASIL, 2020).

Tatuagem, mossas, brincos e outras identificações

Uma forma de manter a rastreabilidade dos suínos é através da identificação. Diferentes processos podem ser realizados, entre eles: moxa, tatuagens e brincos. Tais metodologias provocam dor nos animais em diferentes graus (MAPA, 2018).

A moxa é realizada através de pequenos cortes na orelha, no qual cada corte representa um número específico e a somatória destes números resulta na identificação do animal. Tal procedimento remove parte da cartilagem da orelha e é considerado o mais invasivo, pois provoca dor até sua cicatrização completa. Caso a moxa seja necessária, esta deve ser realizada o mais precoce possível (dois a três dias de idade), com uso de instrumentos limpos e em perfeitas condições, além de ser recomendado o uso de anestésico tópico seguido de analgesia (DIAS, COSTA, MANTECA, 2018; ROHR, COSTA, COSTA, 2016). Tal método foi banido na Europa e Canadá. Já no Brasil, a partir de janeiro de 2030 a utilização de moxa é proibida (BRASIL, 2020).

A tatuagem como forma de identificação é realizada através da aplicação de tinta permanente por meio de pequenos furos na orelha do suíno. São utilizados números e/ou letras para assim identificar o animal. A tatuagem, além de possuir limitações como tintas de má qualidade e animais de pelagem escura, também provoca dor nos leitões que são submetidos a ela. Caso seja necessário tatuar os animais, recomenda-se que: sejam utilizados anestésicos tópicos; que os animais possuam de dois a três dias de vida; que os instrumentos utilizados estejam em boas condições de higiene e que a tinta utilizada seja específica para tatuagem, para evitar assim reações alérgicas (MAPA, 2018).

Já o uso de brincos como forma de identificação ocorre através da aplicação de um dispositivo plástico na orelha dos suínos, o qual possui uma cor e números específicos acrescidos ou não de código de barras. Tal método é considerado o menos invasivo, entretanto causa dor até a cicatrização. Recomenda-se o uso de anestésicos, cicatrizante e anti-inflamatório, assim como aparelhos higienizados, para tentar prevenir abscessos, miíases e inflamações (MAPA, 2018; ROHR, COSTA, COSTA, 2016).

Enriquecimento ambiental

Um dos temas mais relevantes quando se aborda o bem-estar animal de suínos são os problemas relacionados ao confinamento intensivo uma vez que se encontram impossibilitados de demonstrar seu repertório normal de comportamento (IELER *et al.*, 2009). O estresse causado a estes animais é demonstrado tanto no âmbito comportamental quanto no âmbito fisiológico. Tal estresse pode levar a um retardo ou diminuição no ganho de peso, atraso no início da reprodução e até mesmo a morte (BROOM; MOLENTO, 2004).

O enriquecimento ambiental consiste em aperfeiçoar as instalações e tem como objetivo fornecer aos animais um ambiente adequado, para que os suínos consigam expressar seus comportamentos inatos (BRACKE, 2017). Também reduz a incidência de comportamentos nocivos ao bem-estar animal e diminui o estresse do ambiente confinado (VAN DE WEERD *et al.*, 2009). A eficácia do enriquecimento ambiental também é observada através da diminuição de comportamentos anormais e indesejáveis como as esteriotipias e agressões (CHAPINAL *et al.*, 2010).

Suínos são animais curiosos e possuem um vasto repertório comportamental e com isso demonstram ações como cheirar, lamber, fuçar e mastigar objetos (de ASSIS MAIA *et al.*, 2013). O enriquecimento ambiental ocorre através do uso de objetos nas instalações e assim os animais diversificam seus comportamentos quando este ambiente se torna mais ativo, complexo e diverso (MAIA *et al.*, 2013).

O enriquecimento ambiental é promovido através do uso de substratos orgânicos (como palha e casca de arroz) em grandes quantidades no chão. E também podem ser fornecidos

através de “brinquedos” no alojamento dos animais. Estes objetos podem ser ofertados de forma suspensa ou soltos (MAPA, 2020) e se constituem de artefatos simples e de baixo custo. Os “brinquedos” mais utilizados são: correntes, garrafas, brinquedos de cães, barras de madeira ou plástico, entre outros (CARVALHO, 2017). Segundo Van Weerd *et al.* (2003), bolas, espelhos, baldes, tapete, peneiras e outros também podem ser utilizados como brinquedo pelos animais.

Os suínos também demonstram algumas preferências em relação aos brinquedos. Cordas de sisal ganham mais atenção quando comparadas com blocos de madeiras ou canos de plástico (JENSEN *et al.*, 2008). Suínos também preferem que os brinquedos estejam suspensos do que no chão (GUY *et al.*, 2013). Entretanto, quando comparado com substratos de cama, como a palha, os animais demonstram maior atenção quando comparados aos “brinquedos” (ELMORE *et al.*, 2012).

A propriedade dos materiais para enriquecimento ambiental também podem ser diversos. Segundo o Conselho da União Europeia (2016), os materiais devem ser seguros para não comprometer a saúde dos animais; podem ser comestíveis, mastigáveis, investigáveis e/ou manipuláveis. Além disso, devem ser fornecidos a fim de provocar um interesse sustentável, ou seja, devem ser substituídos com regularidade para manter o “fator novidade”; também devem estar em quantidades suficientes para evitar competição entre o grupo e devem ser limpos.

Na União Europeia, a Diretiva 2008/120/CE estabelece que os países membros forneçam materiais para enriquecimento ambiental aos suínos de todas as idades (CONSELHO DA UNIÃO EUROPÉIA, 2008). Já no Brasil, segundo a Instrução Normativa nº 113, as granjas de suínos têm até 1º de janeiro de 2045 para realizar as seguintes adequações: todos os suínos devem ter acesso a um ambiente enriquecido para estimular as atividades de investigação e evitar comportamentos anormais e agonísticos. Para isto, devem ser disponibilizados um ou mais materiais para manipulação (feno, palha, correntes, maravalha, entre outros). Também podem ser utilizados recursos adicionais, como estímulos sonoros, visuais e olfativos. Em instalações para alojamento coletivo de suínos, caso sejam constatados comportamentos anormais, medidas como o enriquecimento ambiental devem ser fornecidas. Caso a mistura de lotes seja necessária, a adoção de medidas que diminuam o estresse dos animais, como o enriquecimento ambiental, também devem ser adotadas. O enriquecimento ambiental é obrigatório aos reprodutores. Ademais, as granjas devem prover tratamento de efluentes para suportar o uso de materiais de enriquecimento ambiental (BRASIL, 2020).

CONCLUSÃO

Com a crescente busca social por humanização dos processos realizados com animais de produção, o estudo da ciência do bem-estar animal nunca se fez tão necessário. Conceitos de extrema importância já foram pré-estabelecidos e auxiliam na construção de caminhos para a melhoria da vida de suínos industriais, entretanto nota-se que mudanças drásticas precisam ser realizadas para a estruturação de planos realizáveis que visem a aplicação prática e fiscalização de padrões desejáveis para o aumento e ou/manutenção do bem-estar animal em ambiente de campo.

Como pôde ser notado, existe detalhamento nas inúmeras normativas que dizem respeito ao alojamento, temperatura, densidade animal, etc, mais adequados para diferentes tipos fases de criação.

Com o grande questionamento a respeito de manejos realizados em granjas suinícolas e estudos na área, percebe-se perspectivas favoráveis para o aumento do bem-estar destes animais em propriedades de todos os portes, considerando que tais recomendações são prováveis e viáveis a médio ou longo prazo, em granjas brasileiras produtoras de suínos.

■ REFERÊNCIAS

1. ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2020**. São Paulo: ABPA, 2018. Disponível em: https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf. Acesso em: 14 de fevereiro de 2021.
2. ALUWÉ, M. *et al.* Influence of hands-on experience on pig farmer's attitude towards alternatives for surgical castration of male piglets. **Research in Veterinary Science**, [S.l.], v. 103, p. 80-86, 2015.
3. AVERÓS, X. *et al.* Quantitative assessment of the effects of space allowance, group size and floor characteristics on the lying behaviour of growing-finishing pigs. **Animal**, Cambridge, v.4, n. 5, p. 777-783, 2010.
4. AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION (AVMA). **Welfare implications of teeth clipping, tail docking and permanent identification of piglets: Literature review**. American Veterinary Medical Association: 2014. Disponível em: <https://www.avma.org/resources-tools/literature-reviews/welfare-implications-teeth-clipping-tail-docking-and-permanent-identification-piglets>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2021.
5. BABOT, D, G. *et al.* Observatori del porcí. Informe anual. Informe del sector porcíno ejercicio 2011. Generalitat de Catalunya, Lleida: **Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural**. 2012. 154 p.
6. BARNETT, J. L. *et al.* A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 52, p. 1-28, 2001.

7. BECKER, G. **Estereotípias de Matrizes Confinadas**. [S.l.]: Embrapa suínos e aves, 2010. Disponível em: http://www.cnpa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/memorias2001_bettina.pdf. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.
8. BLACKSHAW, J. K.; THOMAS, F. J.; LEE, J. A. The effect of a fixed or free toy on the growth rate and aggressive behaviour of weaned pigs and the influence of hierarchy on initial investigation of the toys. **Applied Animal Behaviour Science**, Elsevier, Amsterdam, v. 53, n. 3, p. 203-212, 1997.
9. BRASIL. CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA (CRMV). Resolução nº 877, de 15 de fevereiro de 2008. Dispõe sobre os procedimentos cirúrgicos em animais de produção e em animais silvestres; e cirurgias mutilantes em pequenos animais e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 fev. 2008. Disponível em: https://www.crmvsp.gov.br/arquivo_legislacao/877.pdf. Acesso em: 09 de fevereiro de 2021.
10. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei n. 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 mar. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm. Acesso em: 09 de fevereiro de 2021.
11. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 113, de 16 de dezembro de 2020. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 dez. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-113-de-16-de-dezembro-de-2020-294915279>. Acesso em: 20 janeiro 2021.
12. BRACKE, M.B.M. Chains as proper enrichment for intensively-farmed pigs? In: ŠPINKA, M. **Advances in Pig Welfare**. Duxford: Woodhead Publishing, 2017. cap. 6, p. 167-197.
13. BRAGA, J. S. *et al.* O modelo dos “cinco domínios” do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. **Zoociências**, [S.l.], v.19, n.2, p. 204-226, 2018.
14. BRAMBEL, F. W. R. Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive husbandry systems. London: **Her Majesty's Stationary Office**, 1965.
15. BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar: conceito e questões relacionadas - revisão. **Archives of Veterinary Science**, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.
16. BROOM, D.M; FRASER, A.F. **Domestic animal behaviour and welfare**. 5 ed. Wallingford: CABI; 2015. 472 p.
17. CARVALHO, *et al.* Enriquecimento ambiental e bem-estar na suinocultura. **Nutritime**, [S.l.], v. 14, n. 4, p. 6083-6090, 2017.
18. CHAPINAL, N. *et al.* Evaluation of welfare and productivity in pregnant sows kept in stalls or in 2 different group housing systems. **Journal of Veterinary Behaviour**, [S.l.], v. 5, p. 82-93, 2010.
19. CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. Directiva 98/58/CE del Consejo de 20 de julio de 1998. Relativa a la protección de los animales en las explotaciones ganaderas. **Diario Oficial de la Unión Europea**, n. L 221, 8 ago. 1998, p. 23.

20. CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. Reglamento (CE) nº 1/2005 Del Consejo de 22 de diciembre de 2004. Relativo a la protección de los animales durante el transporte y las operaciones conexas y por el que se modifican las Directivas 64/432/CEE y 93/119/CE y el Reglamento (CE) nº 1255/97. **Diario Oficial de la Unión Europea**, nº L 3, 5 jan. 2005, p. 1.
21. CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. Reglamento (CE) nº 1099/2009 Del Consejo de 24 de septiembre de 2009. Relativo a la protección de los animales en el momento de la matanza. **Diario Oficial de la Unión Europea**, nº L 303 de 18 set. 2009, p. 1.
22. CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2008/120/CE do Conselho de 18 de Dezembro de 2008 relativa às normas mínimas de protecção de suínos. 2008. **Jornal Oficial**. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0120&from=PT>. Acesso em: 20 de janeiro de 2021.
23. CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2016/336/CE do Conselho de 8 de Março de 2016 relativa às normas mínimas de protecção de suínos no tocante às medidas destinadas a reduzir a necessidade de corte da cauda. 2016. **Jornal Oficial**. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016H0336&from=DE>. Acesso em: 24 de janeiro de 2021.
24. DAWKINS MS. Animal welfare and efficient farming: is conflict inevitable? **Animal Production Science**, [S.l.], v. 57, n. 2, p. 201-208, 2017.
25. de ASSIS MAIA, A.P. *et al.* Enriquecimento ambiental como medida para o bem-estar positivo de suínos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [S.l.], v. 14, n. 14, p. 2862-2877, 2013.
26. DIAS, C. P. Densidades estipulados pela Instrução Normativa nº 133 - MAPA. [S.l.]: Cleandro Pazinato Dias consultoria, 2020. Disponível em: <https://cleandrodias.com.br/densidadesin113/>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2021.
27. DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; MANTECA, X. **Bem-estar dos suínos**. 1ª edição. Londrina: Midio-graf, 2014.
28. DIAS, C. P. *et al.* Bem-estar de matrizes e leitões na maternidade. **Revista PORK**, [S.L.], v.108, p. 36-43, 2018.
29. DUNSHEA, F. R. *et al.* Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. **Journal of Animal Science**, [S.l.], v.79, p. 2524-2535, 2001.
30. ELIASSON, C; ISBERG, S. **Production and composition of sow milk**. 2011. Disponível em: https://stud.epsilon.slu.se/3754/1/eliasson_et_al_111231.pdf. Acesso em: 01 de fevereiro de 2021.
31. ELMORE, M.R.P. *et al.* Differing results for motivation tests and measures of resource use: The value of environmental enrichment to gestating sows housed in stalls. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 141, n. 1-2, p. 9-19, 2012.
32. EUROPEAN COMMISSION. Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs. **Official Journal of the European Union**, [S.l.], n. L 47, 18 fev. 2009. p. 5.

33. EUROPEAN COMMISSION. Directiva da Comissão, de 9 de Novembro de 2001, que altera a Directiva 91/630/CEE do Conselho relativa às normas mínimas de protecção de suínos. **Official Journal of the European Union**. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX:32001L0093>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2021.
34. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). The risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems. **EFSA Journal**, [S.l.], n. 611, p. 1-13, 2007.
35. FAGUNDES, A. C. A.; SILVA, R. G.; GOMES, J. D. F.; SOUZA, L. W. O.; FUKUSHIMA, R. S. Influence of environmental temperature, dietary energy level and sex on performance and carcass characteristics of pigs. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 32-39, 2009.
36. FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (FAWC). **Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future**. Londres: Farm Animal Welfare Council; 2009.
37. GALLOIS, M; LE COZLER, Y; PRUNIER, A. Influence of tooth resection in piglets on welfare and performance. **Preventive Veterinary Medicine**, [S.l.], v. 69 n. 1-2, p.13-23, 2005.
38. GEESDORF, C. **Benefícios da carne suína na alimentação humana**. Portal Dia de Campo, 2010. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=22990&secao=Colunas%20e%20Artigos>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2021.
39. GUATTEO, R. *et al.* Minimising pain in farm animals: the 3S approach - 'Suppress, Substitute, Soothe'. **Animal**, [S.l.], v. 6, n. 8, p. 1261-1274, 2012.
40. GUY, J.H.; MEADS, Z.A.; SHIEL, R.S. *et al.* The effect of combining different environmental enrichment materials on enrichment use by growing pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 144, n.3, p. 102-107, 2013.
41. HAY, M.; VULIN, A.; GÉNIN, S. *et al.* Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physio43 Maternidade suína logical responses over the subsequent 5 days. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 82, p. 201- 218, 2003.
42. HEMSWORTH, P.H.; COLEMAN, G.J. A model of stockperson-animal interactions and their implications for animals. In: Human-livestock interactions: the stock person and the productivity and welfare of intensively-farmed animals. **CAB International**, UK, 1998, p. 91-106.
43. HOMEM, B.G.C. *et al.* Avaliação do Potencial Agrônomo de Dois Tipos de Cama Sobreposta de Suínos. **Revista Vértices**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 65-75, 30 dez. 2015.
44. HUNTER, E. *et al.* The relationship between tail biting in pigs, docking procedure and other management practices. **The Veterinary Journal**, [S.l.], v. 161, n. 72-79, 2001.
45. HOUP, K.A. Domestic animal behavior for veterinarians and animal scientists. Edição IV. Ames: **Wiley-Blackwell Publisher**, 416p, 2005.
46. IELER, J. *et al.* Comportamento e crescimento de suínos recém-desmamados em cama sobreposta. In: FEIRA DE CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E CIENTÍFICO, 10, 2009, Rio do Sul. **Anais**. Rio do Sul: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense Campus Rio do Sul, 2009.
47. JENSEN, M.B. *et al.* Pigs' preferences for rooting materials measured in a three-choice maze-test. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 112, n. 3-4, p. 270-283, 2008.

48. JENSEN, P. Observations on the maternal behaviour of free-ranging domestic pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 16, p. 131–142, 1986.
49. KOLLER, F. L. *et al.* Abscessos dentários periapicais em leitões com síndrome multissistêmica do definhamento. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S.l.], v. 28, p. 271-274, 2008.
50. KRAMER, T.; DONIN, D.G.; ALBERTON, G.C. Problemas locomotores em animais em crescimento: causas e consequências. In: Simpósio Internacional de Produção Suína, 8., **Anais**. Foz do Iguaçu, 2015.
51. LEAL, D. F. *et al.* Diagnóstico situacional dos atuais gargalos da suinocultura brasileira. In: Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal. 5D editora, Pirassununga, 2018, 294 p.
52. LE DIVIDICH, J; ROOKE, J. A; HERPIN, P. Nutritional and immunological importance of colostrum for the new-born pig. **Journal of Agricultural Science**, [S.l.], v. 143, n. 6, p. 469-485, 2005.
53. LEWIS, E; BOYLE, L. The pros and cons of teeth clipping. 2003. Disponível em: <http://www.teagasc.ie/publications/2003/pigconf/paper02.html>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2021.
54. LI, Y. *et al.* Effects of tail docking and tail biting on performance and welfare of growing-finishing pigs in a confinement housing system. **Journal of Animal Science**, [S.l.], v. 95, n. 11, p. 4835-4845. 2017.
55. LOPEZ, A. C; SOBESTIANSKY, J; COIMBRA, J. B. S. Lesões nos cascos e claudicações em suínos. **Boletim Informativo EMBRAPA – CNPSA e EMATER**. Porto Alegre, n. 10, p. 29, 1997.
56. MACHADO FILHO, L. C. P.; HÖTZEL, M. J. Bem-Estar dos suínos. In: 5º SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 2000, São Paulo, 2000. **Anais**. São Paulo, v. 5, p. 70-82, 2000.
57. MCGLONE, J. J. Farm animal welfare in the context of other society issues: toward sustainable systems. **Livestock Production Science**, v.72, n.1-2, p.75-81, 2001
58. MAIA, A. P. A. *et al.* Enriquecimento ambiental como medida para o bem-estar positivo de suínos. **REGET**, [S.l.], v. 14, n. 14, 2013.
59. MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 15 aos 30kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v. 34, n. 6, p. 1963-1970, 2005.
60. MANTECA, X. Bienestar animal en explotaciones de porcino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 15., 2011, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza, 2011. p. 13-17.
61. MANTECA, X; GASA, J. **Bienestar en el ganado porcino**. Barcelona: Boehringer Ingelheim España, p.118, 2008.
62. MANTECA, X; TEMPLE, E; MAINAU, X. 2014. **Tail biting in pigs**. FAWEC. Disponível em: <https://www.fawec.org/en/fact-sheets/36-swine/114-tail-biting-in-pigs>. Acesso em: 28 de janeiro de 2021.
63. MELLOR, D.J. Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”. **Animals**. [S.l.], v. 6, n. 3, p. 21. 2016.

64. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Suinocultura: uma saúde e um bem-estar**. 1ª edição. Brasília: AECS, 2020, 500p.
65. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Maternidade suína – boas práticas para o bem-estar na suinocultura**. 1ª edição. Brasília: AECS, 2018, 48p.
66. MARQUES, B. *et al.* Influence on biting on weight gain, lesions and condemnations at slaughter of finishing pigs. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S.l.], v. 32, p. 967-974. 2012.
67. MCGLONE, J. J. Farm animal welfare in the context of other society issues: toward sustainable systems. **Livestock Production Science**, [S.l.], v. 72, n. 1-2, p.75-81, 2001.
68. MCGLONE, J. J. *et al.* Management of Lactating Sows during Heat Stress: effects of water drip, snout coolers, floor type and a high energy-density diet. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 66, n. 4, p. 885-891, 1988.
69. MOUNT, L. E. **Adaptation to thermal environment: man and his productive animals**. In: BARRINGTON, F. R. S.; WILLIS, A .J.; SLEIGH, M. A. 1ª edição. A series of student texts in contemporary biology. London: Edward Arnold, 1979.
70. NANNONI, E. *et al.* Tail docking in pigs: a review on its short- and long-term consequences and effectiveness in preventing tail biting. **Italian Journal of Animal Science**, [S.l.], v. 13, n.1, p. 98-106, 2014.
71. NATIONAL FARM ANIMAL CARE COUNCIL. **Code of practice for the care and handling of pigs**. Ottawa, 2014. Disponível em: https://www.nfacc.ca/pdfs/codes/pig_code_of_practice.pdf. Acesso em: 17 de fevereiro de 2021.
72. NAZARENO, A.C. *et al.* Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.l.], v.13, p. 802- 808, 2009.
73. NUNES, C. G. V. *et al.* Efeito do acondicionamento térmico ambiental sobre o desempenho reprodutivo da fêmea suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v. 32, n. 4, p. 854-863, 2003.
74. OLIVEIRA, P.A.V; SILVA, A. P. **As edificações e os detalhes construtivos voltados para o manejo de dejetos na suinocultura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 40p.
75. PERINI, J. E. G. N. **Comportamento, bem-estar e desempenho reprodutivo de matrizes suínas gestantes alojadas em baias coletivas e em gaiolas individuais**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2017.
76. PETHERICK, J. C. **A biological basis for the design of space in livestock housing**. In: BAXTER, S. H; BAXTER, M. R; MACCORMACK, J. A. C. 1ª edição. Farm animal housing and welfare. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1983. p. 103-120.
77. RAULT, J. L.; LAY, D. C. Jr.; MARCHANT-FORDE, J. N. Castration induced pain in pigs and other livestock. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 135, p. 214-225, 2011.
78. RIBAS, J.C.R. *et al.* **Gestação coletiva de matrizes suínas: visão brasileira da utilização de sistemas eletrônicos de alimentação, Estudo de Caso**. São Paulo: World Animal Protection, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/arquivos-publicacoes-bem-estar-animal/folder-uso-de-sistema-automatizado-de-alimentacao-de-matrizes-suinas.pdf>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2021.

79. ROHR, S; COSTA, O. A. D; COSTA, F. A. D. **Bem-estar animal na produção de suínos – Práticas de manejo e características das instalações nas granja**. 1ª edição. Brasília: Associação brasileira dos criadores de suínos, 2016, 44 p.
80. SELEGATTO, M. A. *et al.* **Ocorrência de cáries em suínos de abate**. In: XI Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos (ABRAVES), Concórdia: 2003, p. 157-158.
81. SCIENTIFIC VETERINARY COMMITTEE - SVC. **The welfare of intensively kept pigs**. 1997. Disponível em: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/aw_arch_1997_intensively_kept_pigs_en.pdf. Acesso em: 25 de janeiro de 2021.
82. SHRIVER AJ. The asymmetrical contributions of pleasure and pain to animal welfare. **Camb Q Healthc Ethics**. [S.L.], v. 23, n. 2, p. 152-162, 2014.
83. SILVA, B.A.N. *et al.* Effect of floor cooling and dietary amino acids content on performance and behaviour of lactating primiparous sows during summer. **Livestock Science**, [S.L.], v. 120, n. 1-2, p. 25-34, 2009.
84. SOBESTIANSKY, J; BARCELLOS, D. **Formas anormais de comportamento**. In: Goiânia: Cânone Editorial. Doença dos suínos. p. 159-169. 2007.
85. SPOOLDER, H. A. M.; AARNINK, A. A. J.; VERMEER, H. M.; van RIEL, J.; EDWARDS, S.A. Effect of increasing temperature on space requirements of group housed finishing pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 138, p. 229-239, 2012.
86. SPOOLDER, H. A. M.; EDWARDS, S. A.; CORNING, S. Legislative methods for specifying stocking density and consequences for the welfare of finishing pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 64, p. 167-173, 2000.
87. SUTHERLAND, M. A. *et al.* Physiology and behavior of pigs before and after castration: effects of two topical anesthetics. **Animal**, v. 4, n. 12, p. 2071-2079, 2010.
88. SUTHERLAND, M. A; TUCKER, C. The long and short of it: A review of tail docking in farm animals. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 135, p. 179-191. 2011.
89. SUTHERLAN, M. A. Welfare implications of invasive piglet husbandry procedures, methods of alleviation and alternatives: a review. **New Zealand Veterinary Journal**, [S.], v. 63, n. 1, p. 52-57, 2015.
90. TEMPLES, D. *et al.* Assessment of animal welfare through behavioural parameters in Iberian pigs inintensive and extensive conditions. **Applied Animal Behaviour Science**, [S.], v. 131, n. 1- 2, p. 29-39, 2011.
91. TERLOUW, E. M. C.; LAWRENCE, A. B.; ILLIUS, A. W. Influences of feeding level and physical restriction on development of stereotypies in sows. **Animal Behaviour**, London, v. 42, p. 981-991, 1991.
92. THE TREATY OF LISBON. Treaty of Lisbon amending the treaty on European Union and the treaty establishing the European Community: Article 6b. **Official Journal**, C 306, n. 50, 17 Dec. 2007
93. VAN BORELL, E. *et al.* Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. **Animal**, Cambridge, v. 3, n. 11, p. 1488- 1496, 2009.

94. VAN DE WEERD, H. A. *et al.* A systematic approach towards developing environmental enrichment for pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 84, n. 2, p. 101-118, 2003.
95. VAN DE WEERD, H. A.; DAY, J. E. A review of environmental enrichment for pigs housed in intensive housing systems. **Applied Animal Behaviour Science**, [S.l.], v. 116, p. 1-20, 2009.
96. VAN DE WEERD, H. A; SANDILANDS, V. Bringing the issue of animal welfare to the public: A biography of Ruth Harrison (1920–2000). **Appl Anim Behav Sci.** [S.l.], v. 113, p. 404-410, 2008.
97. VERONI, M. L. *et al.* Bem-estar animal aplicado nas criações de suínos e suas implicações na saúde dos rebanhos. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, [S.l.], v. 9, n. 21, p. 1-21, 2013.
98. TEMPLE, D. *et al.* The welfare of growing pigs in five different production systems in France and Spain: assessment of health. **Animal Welfare**, Wheathampstead, v. 21, p. 257-271, 2012.
99. TOLON, Y. B; NÄÄS, I. A. Avaliação de tipos de ventilação em maternidade de suínos. **Engenharia Agrícola**, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 565-574, 2005.
100. ZANGERONIMO, M.; OBERLENDER, G.; MURGAS, L. Efeito da nutrição na reprodução em marrãs– Revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, [S.l.], v. 20, n. 1, p. 1-20, 2015.
101. ZHOU, B.; *et al.* Effects of tail docking and teeth clipping on the physiological responses, wounds, behavior, growth, and backfat depth of pigs. **Journal of Animal Science**, [S.l.], v. 91, n. 10, p. 4908–4916, 2013.
102. WADDELL, J. **Growing pig lameness: A costly emerging issue.** In: AASV Annual Meeting, 46., Seminar 5, Proceeding. Orlando, 2015. p. 5.
103. WECHSLER B. Normal behaviour as a basis for animal welfare assessment. **Animal Welfare.** [S.l.], v. 16, n. 2, p. 107-110, 2007.
104. WELFARE QUALITY. **Welfare Quality assessment protocol for poultry.** Lelystad, Netherlands: Welfare Quality Consortium, 2009. 110 p.

“

Caracterização genética de galinhas (*Gallus gallus domesticus*) de comunidades rurais do meio-norte do Brasil

- | Maurício Sérgio Ferreira Soares da **Silva Júnior**
UFPI
- | Alberto Alexandre de Sousa **Borges**
UFPI
- | Sárvia Rafaelly Nunes **Santos**
UEMA
- | Vanessa Gomes de **Moura**
UFPI
- | Ana Carolina Soares **Dias**
UFMA
- | Geice Ribeiro da **Silva**
UFPI
- | Adriana Mello de **Araújo**
EMBRAPA
- | José Williams Gomes de **Oliveira Filho**
IFPI

RESUMO

A criação de galinhas é fundamental na vida dos pequenos agricultores rurais do Brasil, principalmente porque são cruciais para a economia de subsistência. O presente estudo tem como objetivo analisar perfil genético de comunidades rurais localizadas em Campo Maior - PI e no aviário presente na EMBRAPA - Meio Norte, usando marcadores moleculares. Amostras de DNA foram coletadas de cerca de 52 indivíduos. Foram utilizados oito (8) *primers* ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*) desenvolvidos pela Universidade da Colúmbia Britânica (UBC). A análise foi realizada com softwares para calcular os graus de diferenciação, similaridade e diversidade genética entre as populações. De maneira geral, os marcadores ISSR mostraram um alto polimorfismo e uma diferenciação moderada entre os grupos genéticos do Mercado Local de Campo Maior (ML) e a unidade testemunha (UT), com fixação de alguns genes na população, talvez provocada por seleção direcionada. As populações de galinhas do mercado local possuem indivíduos com menor variabilidade genética em comparação com a unidade testemunha, talvez devido ao acasalamento desordenado entre indivíduos localmente próximos. Usando os marcadores ISSR, para estudos de caracterização genética, as análises aqui realizadas apontam que os criadores e pesquisadores de galinhas do Piauí precisam ter um olhar mais cuidadoso dos cruzamentos estabelecidos na criação, pois isso pode levar à perda de diversidade genética e alelos cruciais para a adaptação ambiental dessa espécie.

Palavras-chave: Galinhas, ISSR, Diversidade Genética, Populações.

INTRODUÇÃO

As galinhas domésticas, *Gallus gallus domesticus*, também conhecidas como galinhas caipiras, ou “capoeiras”, fazem parte da ordem *Galliforme*, e família *Phasianidae*, difundidas em todo território mundial com um efetivo de cerca de 24 bilhões de cabeças (FUMIHITO *et al.*, 1996; PERRINS, 2003; FAO, 2009). Introduzida na época do descobrimento do Brasil, originária de quatro ramos genealógicos distintos, o americano, o mediterrâneo, o inglês e o asiático, por meio de práticas de manejo, adquiriu resistência a algumas doenças e se tornou adaptada ao clima local tornando-se importante fonte de renda do pequeno agricultor. Possuem hábitos diurnos e se alimentam principalmente de grãos e frutos, sendo conhecido como frango na fase juvenil, ou galo (macho) e galinha (fêmea) na fase adulta. É uma espécie panmítica de hierarquia comportamental agonística. (BARBOSA-FILHO *et al.* 2007; ROCHA, 2012).

A galinha é a principal fonte de proteína no mundo, e sua produção tradicional pode estar sendo prejudicada e gerando perda de diversidade (LEDUR *et al.*, 2007). No Brasil o número de galinhas poedeiras chega a marca de 165 milhões (IBGE, 2017). Tudo é aproveitado da galinha, a carne de frango e o ovo têm sido itens cada vez mais presentes na mesa da população brasileira, registrando, ano a ano, aumentos significativos no consumo, segundo da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2018).

A avicultura piauiense vem crescendo em um ritmo intenso com chegada de novas granjas no estado, concentrando cerca de 155.953 unidades de estabelecimento de avicultura, e mais de 10 milhões de aves, com isso mais que dobrou a produção de ovos (IBGE, 2017). Diante dessas características, a avicultura participa de forma fundamental da alimentação dos brasileiros, outro aspecto social destacável é o uso de mão-de-obra intensiva, que torna a avicultura a maior geradora de empregos de toda a agropecuária. Pois, não existe outra atividade na agricultura ou na produção animal que ocupe, direta e indiretamente, um contingente estimado em 4,5 milhões de pessoas, tornando-se um grande aliado do produtor rural (IBGE, 2017).

Devido à alta taxa de comercialização de aves, o melhoramento genético tradicional, baseado na teoria genética quantitativa, utiliza informações do fenótipo para estimar o valor genético dos indivíduos candidatos a seleção (DEKKERS, 1999). Ou seja, os criadores apenas selecionam as com perfil mais elevado características observadas nas galinhas e cruzam elas com a intenção de obter uma prole com as mesmas características, ou características melhores. Porém, é um trabalho laborioso que exige tempo e um alto custo na manutenção dos estoques, o que depende do grau de desenvolvimento do animal para a avaliação. Dessa forma, marcadores associados às características de produção que permitam uma seleção

precoce tem se tornado uma importante ferramenta nesse processo, o que tem permitido um avanço considerável no melhoramento genético animal (DE CARVALHO, 2016).

Diante disso, a aplicação de metodologias genômicas para melhoria da produção avícola ocorre por meio da inclusão de informações genotípicas em programas de melhoramento, que, de forma gradativa e cumulativa, visam melhorar a eficiência da seleção (EMBRAPA, 2014). O desenvolvimento da genética molecular e áreas afins tem possibilitado a identificação de regiões cromossômicas associadas à QTLs (*quantitative trait loci*), que controlam características quantitativas de genes que atuam especificamente no controle de característica de importância econômica. Deste modo, as informações moleculares poderão ser usadas como complemento em programas de melhoramento avícola, por meio da seleção assistida por marcadores.

Dos marcadores moleculares utilizados, os marcadores ISSR (Entre simples sequências repetidas - Inter Simple Sequence Repeat), também conhecidos como microssatélites ancorados, tem sido uma ferramenta útil na caracterização de diversos tipos de recursos genéticos, com potencial para auxiliar em programas de conservação e melhoramento genético de aves domésticas. Por serem marcadores que não demandam de conhecimento prévio do genoma, seu uso acaba tendo um baixo custo. Outra vantagem, é a melhor reprodutibilidade dos resultados (PAPLAUSKIENĖ et al 2006).

Portanto, um cenário diferente pode ser construído quando o avicultor familiar obtém direcionamentos a partir de técnicas dirigidas. Entendendo, por exemplo, como o cruzamento dirigido pode influenciar nas características econômicas, e como esse conhecimento pode ser adotado em seu plantel de galinhas caipiras com o objetivo de maximizar os resultados em seu projeto de avicultura. É nesse sentido que o presente trabalho propõe analisar a diversidade genética de galinhas *Gallus gallus domesticus*, criadas para fins comerciais, em três comunidades do estado do Piauí (Teresina, Paulistana e Campo-Maior) e três do Maranhão (Chapadinha, Itapecuru-Mirim e Brejo) visando caracterizar geneticamente via marcadores moleculares.

MÉTODOS

Amostragem da Pesquisa

Para o estudo, foram coletadas penas jovens da região peitoral de 24 galinhas oriundas da cidade de Campo Maior no estado do Piauí obtidas de criadores e/ou comerciantes do mercado dos trabalhadores rurais do município Brasil e 28 oriundas do criatório experimental da Embrapa Meio-Norte. Oriundas das comunidades do estado do Maranhão (Brejo-MA N = 5, Chapadinha-MA N = 5 e Itapecuru-Mirim-MA N = 5 e de alguns municípios piauienses

(Paulistana-PI N = 7 e Teresina-PI N = 6). O material biológico foi mantido em temperatura ambiente, dentro de envelopes plásticos hermeticamente fechados.

Extração de DNA

O DNA genômico foi extraído de aproximadamente 3mm³ do bulbo de dez penas de cada galinha empregando o protocolo *HotSHOT* (TRUETT *et al.*, 2000, MONTERO-PAU, 2008). O procedimento seguiu com a adição de 50 µL de solução alcalina (NaOH 25 mM, EDTA 0,2 mM, pH=12) em tubo micro centrifuga de 200 µL. Em seguida a mistura foi submetida a 95°C, com o tempo de incubação de 10 minutos no termociclador Veriti (*Applied Biosystems*). Em seguida provocou-se choque térmico e adicionou-se em seguida 50 µL de tampão neutralizante (40 mM de Tris-HCL, pH=5), formando no final aproximadamente 100 µL de TE (pH~8,0) pronto para uso.

Amplificação do DNA genômico e genotipagem

A amplificação por PCR foi realizada empregando primers de ISSR desenvolvidos pelo *University of British Columbia*, Vancouver, Canadá (UBC 313, 822, 841, 845, 873, 884, 887 e 892). A reação de amplificação foi baseada no protocolo adaptado de PAPLAUSKIENĖ *et al.* (2006), que consiste na adição de tampão 1 X, 1,5 mM de MgCl₂, 0,2 mM da mistura de dNTP, 0,3 µM de primer, 1 U Taq DNA polimerase e 3 µL de DNA extraído. Foram incluídos controles negativos para verificar a confiabilidade dos resultados obtidos. As amplificações do DNA foram realizadas no termociclador Veriti 384-well (*Applied Biosystems*), com uma fase inicial de desnaturação de 94°C por 1,5 min, seguida de 45 ciclos a 94°C por 40 segundos, com temperatura de anelamento de 36°C a 1 min e 72°C por 2 min. Em seguida o material foi submetido a uma fase de extensão final a 72°C por 5 min..

As amostras obtidas a partir da amplificação foram submetidas a eletroforese em gel de agarose 1%, coradas com GelRed 10 X (Biotium, EUA), com os fragmentos visualizados sob luz UV a fim de montar uma matriz de dados binários com identificação da presença (1) e ausência (0) dos amplicons. De forma a verificar o alcance dos fragmentos amplificados foi utilizado como referência o *ladder* de 1 kb.

Análises estatísticas

Para estimar os parâmetros de diversidade genética de Nei (h) e o Índice de Shannon (I) empregou-se o programa POPGENE v. 1.31 (YEH; YANG; BOYLE, 1999). Para inferir o Conteúdo de Informação Polimórfica (PIC) utilizou-se o programa GENES (CRUZ, 2006). Utilizando o programa ARLEQUIN 3.11 (EXCOFFIER *et al.*, 2005), foram realizadas as

Análises de Variância Molecular (AMOVA6—*Analysis of Molecular Variance*) que determinam a diferenciação entre as populações por meio dos valores estatísticos Φ , análogo ao *Fst* de Whight (1978).

A fim de determinar a relação genética entre as amostras de galinhas dos locais coletados, empregou-se o método Bayesiano, implementado pelo programa STRUCTURE v2.3.2 (PRITCHARD *et al.*, 2000). O programa foi executado a partir de 1.000.000 de repetições de cadeia de Markov de Monte Carlo (MCMC), com comprimento de queima de 500.000 interações com simulações de K indo de 1 a 8. Para estimar o número de K que mais se ajustou aos dados binários de ISSR, executou-se o programa da web HAVESTER STRUCTURE v.0.6.9 (EVANNO *et al.*, 2005). Em seguida foi calculada a média das matrizes de similaridade resultantes, referente aquelas geradas nas diferentes simulações implementado pelo programa CLUMPP v.1.1.2 (JAKOBSSON, 2007), com o resultado sendo utilizado no programa disponível na web, STRUCTURE PLOT v.2.0 (<http://omicsspeaks.com/strplot2/>), de forma a gerar o gráfico barplot final.

Para verificar se os dados convergiram para o mesmo padrão de agrupamento, com base na distância Euclidiana foi empregado a análise de coordenadas principais (PcoA) usando o pacote estatístico PAST (HAMMER *et al.*, 2001) e um método de partição iterativo implementado pelo software FLOCK, empregando todos os parâmetros na forma padrão, com simulações K de 2 a 8 (DUCHESNE; TURGEON, 2009). No caso, o melhor K será indicado pelo relatório platô realizado pelo próprio programa.

RESULTADOS

Dos oito primers ISSR testados, um total de 50 bandas foram amplificadas com consistência, com média geral de seis bandas com alcance de sete (UBC 892) a oito (UBC 873) fragmentos.

No geral, 82% dos marcadores apresentaram polimorfismo. Dividindo as amostras pelo local coletado, o índice de polimorfismo foi de 84% para a unidade testemunha (UT) e 80% para Mercado Local (ML), sendo o marcador UBC 813 com a menor taxa, e os marcadores UBC 845 e 822 com 100% de polimorfismo para as duas populações. O leve aumento de polimorfismo detectado no estoque amostral da unidade testemunha (UT) (Figura 1) reflete uma maior variedade genética explicado pela presença de diferentes subgrupos no criatório (Tabela 1). O conteúdo de informação polimórfica (PIC) foi de 0,279 para Mercado Local (ML) e 0,286 para unidade testemunha (UT), a diversidade genética de Nei (*h*) foi de 0,219 e 0,227, e o Índice de Shannon (*I*) 0,35 e 0,359, respectivamente. O índice de Shannon (*I*) (LEWONTIN, 1973) é adequado na análise de diversidade de dados dominantes, visto que não assume a ocorrência do Equilíbrio de Hardy–Weinberg (HWE).

Figura 1. Índices genéticos de diversidade e diferenciação. LP – Porcentagem de Locus Polimórficos, PIC – Conteúdo de informação polimórfica, h – Diversidade genética de Nei (NEI, 1973), I – Índice de Shannon (LEWONTIN, 1972).

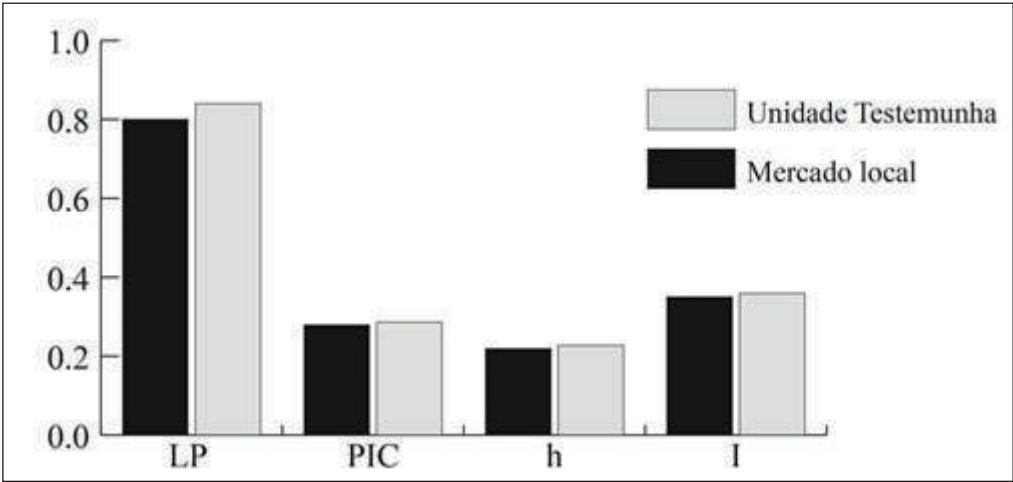


Tabela 1. Variabilidade de oito locis e estimativas de diversidade genética em frangos brasileiros. LP - Porcentagem de Locus Polimórficos, PIC - Conteúdo de informação polimórfica, h - Diversidade genética de Nei (NEI, 1973), I - Índice de Shannon (LEWONTIN, 1972), NL - Número de locos e DP - Poder discriminatório.

Primer	Geral				Mercado Local (ML)					Unidade Testemunha (UT)					Fst
	DP	PIC	h	I	NL	LP (%)	PIC	h	I	NL	LP (%)	PIC	h	I	
UBC845	0.463	0.350	0.362	0.542	6.000	100	0.339	0.329	0.497	6.000	100	0.362	0.386	0.570	-0.019
UBC873	0.381	0.253	0.284	0.447	8.000	75	0.243	0.129	0.230	6.000	100	0.262	0.200	0.321	0.268
UBC884	0.201	0.304	0.187	0.331	6.000	100	0.363	0.283	0.454	6.000	83	0.244	0.089	0.180	0.050
UBC887	0.201	0.304	0.187	0.331	6.000	100	0.363	0.283	0.454	6.000	83	0.244	0.089	0.180	0.050
UBC892	0.383	0.276	0.318	0.494	5.000	80	0.245	0.214	0.332	6.000	83	0.307	0.244	0.390	0.179
UBC313	0.235	0.184	0.215	0.370	6.000	0	0.000	0.000	0.000	6.000	100	0.369	0.345	0.527	0.188
UBC841	0.254	0.251	0.153	0.282	6.000	100	0.353	0.219	0.377	6.000	50	0.149	0.085	0.145	0.057
UBC822	0.398	0.350	0.362	0.542	6.000	100	0.339	0.329	0.497	6.000	100	0.362	0.386	0.570	-0.019
Média geral	0.315	0.283	0.260	0.418	6.125	80	0.279	0.219	0.350	6.000	84	0.286	0.227	0.359	0.216

Com os genótipos separados em Unidade Testemunha (EMBRAPA Meio-Norte) e Mercado local de Campo Maior, a AMOVA apresentou 78% de variação dentro das populações (Tabela 2), demonstrando uma variedade muito grande em ambas as populações. Já com relação à divergência entre as populações das áreas coletadas, houve uma moderada diferenciação ($F_{st} = 0,216$, p valor < 0,05), refletindo 22% de diferenciação entre as populações.

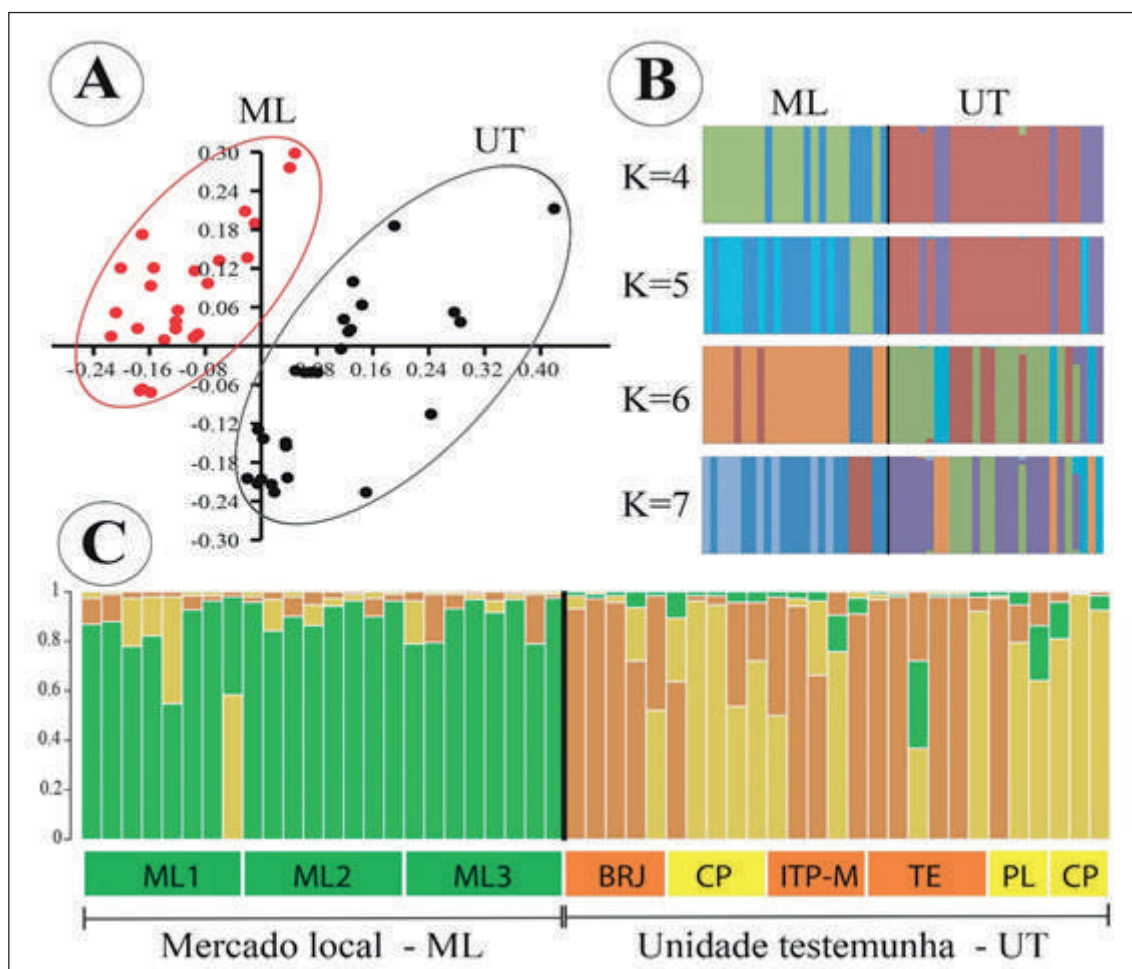
Tabela 2. Análise de Variância Molecular (AMOVA) obtida para duas populações de galinhas caipiras, usando 50 loci de marcadores ISSR.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	Componentes de Variação	Variação (%) Φ Fst
Entre populações	47,268	1,60412	21,641530216
Dentro das populações	290,405	5,80810	78,35847
Total	337,673	7,41221	

Partindo do pressuposto de que as populações estejam em igual condição de equilíbrio de Hardy-Weinberg (H-W), por meio do método de análise Bayesiana, o programa *Structure* demonstrou a participação de três clusters (K=3) distintos no agrupamento dos genótipos (Figura 2C). As amostras coletadas em Mercado local de Campo Maior (ML) apresentaram predominância estatística do cluster de coloração verde e naquelas mantidas na unidade testemunha (UT), houve a predominância dos clusters amarelo e laranja, sendo, o primeiro comum entre os genótipos das localidades de Paulistana (PI) e Chapadinha (MA), e o último nas localidades de Brejo (MA), Itapecuru-Mirim (MA) e Teresina (PI).

Empregando o método iterativo de partição gerado pelo programa FLOCK, no qual não assume a condição de equilíbrio H-W, foi possível estimar apenas uma aproximação, sendo determinado que o melhor K está num valor maior e igual a quatro, isso equivale dizer que os resultados seriam mais conclusivos caso se utilizassem uma amostragem e/ou um número de marcadores maior (Figura 2B). Mesmo assim, é possível verificar nos gráficos barplot de ambos os softwares que os genótipos se arranjam basicamente em dois grupos distintos, corroborando com os resultados do PCoA gerado pelo programa *Past* (Figura 2A), evidenciando a diferenciação ($F_{ST}= 0,216$) estimada pelo programa Arlequin.

Figura 2. A – PcoA gerado pelo pacote estatístico PAST. B – Barplot gerado pelo programa FLOCK do K = 4 ao K = 7. C – Barplot gerado pelo programa Structure da simulação que melhor se ajustou aos dados (K=3). ML1, ML2 e ML3 – Criadores de galinha do Mercado Local (ML) (Piauí); BRJ – Brejo (Maranhão); CP – Chapadinha (Maranhão); ITP-M – Itapecuru-Mirim (Maranhão); PL – Paulistana (Piauí) e TE – Teresina (Piauí).



DISCUSSÃO

Os marcadores ISSR apresentaram alto grau de polimorfismo quando comparado a outros estudos usando os marcadores RAPD (SANTHOSH *et al.*, 2009). Os dados polimórficos são de extrema relevância entre análises genéticas de subpopulações, **sendo um dos estimadores que mede o grau de variabilidade das populações.** (HARTL; CLARK, 2010). Nos diferentes parâmetros referentes à diversidade genética estimados, assim como para o grau de polimorfismo, foi possível observar uma leve superioridade do plantel da unidade testemunha (UT). Este fato pode ser explicado pelo manejo adotado dentro da instituição de pesquisa para controlar a perda de diversidade em seu Núcleo de conservação, pela manutenção de genótipos de diferentes localidades., pela manutenção de genótipos de diferentes localidades..

Os dados genotípicos observados corroboram com a maioria das pesquisas com galinhas (MUCHADEYI *et al.*, 2007; CLEMENTINO, 2010), em que a variabilidade genética dentro das populações é geralmente maior que entre populações. Essa variabilidade também

pôde ser vista a nível morfométrico em um estudo anterior realizado por pesquisadores da Embrapa-Meio Norte, também com galinhas provenientes das localidades Chapadinha, Brejo e Itapecuru-Mirim, no qual foram avaliadas 22 características distintas (MENDES *et al.*, 2016).

A diferenciação entre populações observada nos resultados pode refletir prováveis fixações de alguns genes provocados pela seleção direcionada a algumas características produtivas ou por cruzamentos desordenados entre indivíduos próximos geneticamente (LEDUR, 2016). Sendo a reprodução ao acaso, trabalhos demonstram que existe dominância entre machos (FAVATI *et al.*, 2014), o que pode levar ao favorecimento de alguns alelos e, assim, ao aumento de índices de fixação (F_{is} , F_{st} , F_{it}) no plantel.

O resultado obtido a partir da análise Bayesiana corrobora mais uma vez com o estudo de morfometria realizado por Mendes *et al.* (2016) com amostras de algumas dessas mesmas localidades. Nesse caso são ilustrados também a contribuição de dois grupos distintos no plantel da unidade testemunha (UT). Outros autores também têm demonstrado a utilidade das inferências bayesianas para estudos a nível de caracterização genético-populacional de galinhas (ABEDE *et al.*, 2015; KUMAR *et al.*, 2015).

A partir dos marcadores ISSR foi possível caracterizar o perfil genético das populações, bem como a relação genética entre os genótipos presente nos locais de coleta. Demonstrou-se uma moderada diferenciação genética entre os locais de coleta analisados. Apesar da presença comprovada de subgrupos distintos, a população oriunda da unidade testemunha (UT), apresentou um pequeno aumento no grau de variabilidade genética em relação ao plantel do Mercado Local (ML). Dessa forma, evidencia-se a necessidade de um maior conhecimento do grau de diversidade genética da galinha caipira criada no Brasil, de forma a ser útil não só para a conservação genética desse importante recurso natural como para auxiliar na produção, de forma a potencializar sua comercialização no mercado interno e externo.

Os dados encontrados servirão como base para a realização de estudos mais aprofundados nas regiões coletadas, a fim de maior orientação zootécnica de criadores e pesquisadores, de modo a adotarem melhores estratégias de criação que auxiliem tanto na conservação como no melhoramento genético dos plantéis, evitando assim perda de diversidade e possíveis erosões genéticas (CLEMENTINO, 2010).

CONCLUSÃO

Os marcadores ISSR utilizados foram eficientes quanto à caracterização e avaliação da biodiversidade presente nas populações estudadas, bem como a estrutura e relação genética dos mesmos. A população oriunda da unidade testemunha (UT), demonstrou maior diversidade e variabilidade genética, além de refletir a distinção de dois grupos distintos dentro da população estudada. Percebe-se também que a população estudada do Mercado Local

(ML) (comercial de galinha caipira) apresentou similaridade interna alta, sendo importantes orientações para os produtores seguirem estratégias de conservação de diversidade para evitar a perda de alelos cruciais para a adaptação ambiental desse importante recurso natural.

AGRADECIMENTOS

Às instituições contribuintes neste projeto, como a CAPES no fomento à pesquisa, ao Instituto Federal do Piauí, à Universidade Federal do Piauí, e à EMBRAPA pelo apoio técnico e intelectual.

FINANCIAMENTO

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

COMITE DE ÉTICA

EMBRAPA MEIO-NORTE 002/2016, sob a responsabilidade de Dra. Adriana Mello de Araújo, que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica- encontra-se de acordo com os preceitos da Lei no 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto no 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA EMBRAPA MEIO-NORTE, em reunião de 07/03/2016.

■ REFERÊNCIAS

1. ABPA-Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual de 2017**. 2018.
2. ABEBE, A.S.; MIKKO, S.; JOHANSSON, A.M. Genetic diversity of five local swedish chicken breeds detected by microsatellite markers. **Plos One**, v.10, p.1-13, 2015.
3. BARBOSA-FILHO, J. A. D; SILVA I. J. O; SILVA M.A. N; SILVA C. J. M. **Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens**. Engenharia Agrícola. 2007. p. 93-99
4. BARBOSA-VIEIRA, F. J; NASCIMENTO, M. P. S. B; DINIZ, F. M. **Sistema de alternativo de criação de galinhas caipiras**. EMPRAPA. Disponível em:http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/new/sistemaproducao/sistemaproducao_pdf/sistemaproducao_4.pdf. Acesso em: 23 nov 2016.

5. BLANK, A. F. **Caracterização morfológica e agronômica de acessos de manjerição e alfavaca**. Brasília, Horticultura Brasileira 22 113-116., 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362004000100024. Acesso em: 30 nov. 2016.
6. CRUZ, C. D.. **Programa Genes**: estatística experimental e matrizes. UFV, 2006.
7. HARTL, D.L.; CLARK, A.G. **Principles of population genetics**. 3 ed. Sunderland: Sinauer, 2010. 481p.
8. CLEMENTINO, C. S. **Caracterização genética de galinhas naturalizadas na região meio-norte do Brasil, com uso de microsatélites**. 2010. 93p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.
9. DEKKERS, J. C. M. Breeding in the 21st century: application of molecular technology. *Adv. Anim. Breed. Genet.*, v. 13, p. 1-16, 1999.
10. DE CARVALHO, D. A. et al. **Caracterização genética e estrutura populacional de galinhas crioulas Canela-Preta**. Embrapa Meio-Norte-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2016.
11. DUCHESNE P, TURGEON J. FLOCK provides reliable solutions to the “number of populations” problem. **Journal of heredity advance access published**, p. 1-10, 2012.
12. EMBRAPA. Frango de Corte. 2014. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000g2g95k4602wx5ok0ghx3a9mlxjauh.html. Acesso em: 09 dez 2016.
13. ROCHA, B. R. A. **Estabelecimento de hierarquia social por meio de ordem de bicadas em Gallus gallus domesticus (Galliformes: Aves)**. 2012. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
14. EVANNO, G.; REGNAUT, S.; GOUDET, J.. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. **Molecular ecology**, v. 14, n. 8, p. 2611-2620, 2005.
15. MUCHADEYI, F.C.; EDING, H.; WOLLNY, C.B.A.; GROENEVELD, E.; MAKUZA, S.M.; SHAMSELDIN, R.; SIMIANER, H.; WEIGEND, S. Absence of population substructuring in Zimbabwe chicken ecotypes inferred using microsatellite analysis. **Animal Genetics**, v.38, p.332-339, 2007.
16. EXCOFFIER, L.; LISCHER, E. Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. **Molecular ecology resources**, v. 10, n. 3, p. 564-567, 2010.
17. FILHO, E. K. Melhoramento genético animal no Brasil: Fundamentos, história e importância. EMBRAPA, Nov. 1999. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/DOC075_000fnrfzsai02wyiv8065610d7p9we78.pdf. Acesso em: 30 nov 2016.
18. KOURY FILHO, W. **Mitos e realidades sobre consanguinidade ou endogamia**. São Paulo, out. 2002. Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/rogerio/genetica/textos/endocruzamento.pdf>. Acesso em: 01 dez 2016.
19. FAO. Food and Agriculture Organization. **The state of food insecurity in the world**. With the World Food Program of the United Nations. 2009.
20. FUMIHITO, A. et al. Monophyletic origin and unique dispersal patterns of domestic fowls. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 93, n. 13, p. 6792-6795, 1996.

21. HAMMER, Øyvind; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST - Paleontological statistics software package for education and data analysis, v. 2.2. **Palaeontologia Electronica**, v. 25, n. 07, 2001.
22. HOLSINGER, K. E.; LEWIS, P. O.; DEY, D. K. A Bayesian method for analysis of genetic population structure with dominant marker data. **Mol Ecol**, v. 11, n. 7, p. 1157-1164, 2002.
23. IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário** Nov. 2017. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=pi&tema=censoagro>. Acesso em: 09 dez. 2016.
24. JAKOBSSON, M.; ROSENBERG, N. A. CLUMPP: a cluster matching and permutation program for dealing with label switching and multimodality in analysis of population structure. **Bioinformatics**, v. 23, n. 14, p. 1801-1806, 2007.
25. KUMAR, V.; SHUKLA, S. K.; MATHEW, J.; SHARMA, D. Genetic diversity and population structure analysis between indian red jungle fowl and domestic chicken using microsatellite markers. **Animal biotechnology**, v.26, p.201-210, 2015.
26. LEDUR, C. M. et al. **O uso de marcadores moleculares na produção de aves**. Brasília: EMBRAPA, nov. 2007. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/uso_de_marcadores_moleculares_na_producao_de_aves_000fzflp8vo02wx5ok0cpoo6antcdx45.pdf. Acesso em: 30 nov 2016.
27. LEWONTIN, R. C. The apportionment of human diversity. **Evolutionary Biology**, v. 6, p. 381-398, 1972.
28. MENDES, R. R. et al. **Características fenotípicas de galinhas caipiras (Gallus gallus domesticus) criadas no Maranhão**. In: Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA MEIO-NORTE, 2., 2016, Teresina. Anais da II Jornada Científica da Embrapa Meio-Norte. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2016., 2016.
29. MONTERO-PAU, J.; GÓMEZ, A.; MUÑOZ, J.. Application of an inexpensive and high-throughput genomic DNA extraction method for the molecular ecology of zooplanktonic diapausing eggs. **Limnology and Oceanography: Methods**, v. 6, n. 6, p. 218-222, 2008.
30. NEI, M. **Molecular Evolutionary Genetics**. Columbia University Press, New York, 1987.
31. PAPLAUSKIENĖ, V. et al. The use of ISSR method for the assessment of bee genetic diversity. **Biologija**, n. 3, 2006.
32. PERRINS, C. M. **Firefly encyclopedia of birds**. Firefly Books, Buffalo, 640 p. 2003.
33. PRITCHARD, J. K.; STEPHENS, M.; DONNELLY, P.. Inference of population structure using multilocus genotype data. **Genetics**, v. 155, n. 2, p. 945-959, 2000.
34. SANTHOSH, W. G. et al. Assessment of genetic diversity in cashew germplasm using RAPD and ISSR markers. **Scientia Horticulturae**, v. 120, n. 3, p. 411-417, 2009.
35. TRUETT, G. E. et al. Preparation of PCR-quality mouse genomic DNA with hot sodium hydroxide and tris (HotSHOT). **Biotechniques**, v. 29, n. 1, p. 52-54, 2000.
36. YEH, F. C.; YANG, R. C.; BOYLE, T. POPGENE v. 1.31. **Microsoft window-bases freeware for population genetic analysis**. University of Alberta and the Centre for International Forestry Research. Canada Google Scholar, 1999.

“

Comportamento e desempenho reprodutivo de marrãs mantidas em diferentes sistemas de criação

- I Rodrigo Fortunato de **Oliveira**
UENF
- I Rita da Trindade Ribeiro Nobre **Soares**
UENF
- I Rayanne Prates de **Andrade**
UNIG

RESUMO

A busca pela melhoria da qualidade de vida vem sendo estudada através da utilização de manejos e instalações que possam melhorar o bem-estar dos animais de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes sistemas de alojamento durante as fases de gestação e maternidade sobre o comportamento e desempenho de marrãs. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e quatro repetições, sendo a marrã considerada a unidade experimental. Os tratamentos foram: Grupo 1 – Sistema de confinamento em gaiolas; Grupo 2 - Sistema de criação em piquete e baia. Foram coletados dados de comportamento e desempenho reprodutivo das marrãs e o desempenho produtivo dos leitões. As marrãs na fase de gestação alojadas nas gaiolas de confinamento, permaneceram na maior parte do tempo inativas nos três horários de coletas (08:00 – 10:00, 12:00 – 14:00 e 16:00 – 18:00) e menor tempo em alerta entre os horários 08:00 – 10:00 e 12:00 – 14:00, comparado as marrãs criadas em piquete. Os animais alojados em piquetes permaneceram em alerta 87,32% acima do tempo de observação comparado as fêmeas alojadas em gaiolas individuais. As fêmeas criadas em piquetes apresentaram maior ($P<0,05$) número de leitões nascidos vivos. Todos os índices avaliados nos leitões não apresentaram diferenças estatísticas entre os sistemas de alojamento. O sistema de piquetes na gestação proporcionou uma melhora do bem-estar das marrãs e em seu desempenho reprodutivo, mas não foi o suficiente para melhorar o desempenho dos leitões na maternidade.

Palavras-chave: Bem-Estar Animal, Comportamento, Gaiolas de Gestação, Piquetes.

INTRODUÇÃO

No cenário mundial, o Brasil se destaca ocupando o quarto lugar como maior produtor e exportador de suínos, com 3,5% da produção, 16% das exportações e crescente inserção internacional (ABPA, 2019).

O sistema de criação confinado foi criado com o intuito de reduzir o trabalho e a perda de energia dos animais, ganhar espaço e melhorar o controle ambiental (Nazareno et al., 2012). No entanto, os problemas de bem-estar animal são agravados (Oliva et al., 2014), uma vez que a condição imposta restringe o comportamento natural dos animais (Nazareno et al., 2012).

Para melhor produtividade da fêmea suína, o ideal seria a escolha de um sistema de produção que forneça, além de cuidados especiais, o bem-estar animal. Na produção intensiva, os animais são criados confinados em baias ou gaiolas, num espaço relativamente pequeno, apresentando preocupação com a produtividade e economicidade do sistema. O sistema de criação de suínos ao ar livre apresenta diversas vantagens em relação ao sistema confinado, como baixo investimento inicial (Pereira, 2013; Castro, 2016), menor produção de odores indesejáveis, melhores condições ambientais e melhoria nas condições de bem-estar dos animais (Veloni et al., 2013; Kongsted & Sørensen, 2017).

As granjas de suínos que produzem leitões no Brasil utilizam o modelo de produção com gaiolas individuais. As fêmeas passam cerca de 80% do tempo num espaço médio de 63 cm de largura por 2,2 m de comprimento e 1,05 m de altura. As gaiolas individuais podem gerar problemas musculares que, com o tempo, tornam difícil até mesmo os atos de deitar e levantar. O estresse do confinamento também leva o animal, a comportamentos não naturais como morder repetidamente as barras de ferro das gaiolas (Vieira, 2012).

OBJETIVO

Avaliar o comportamento e desempenho reprodutivo de marrãs bem como o desempenho dos respectivos leitões em diferentes sistemas de alojamento durante a gestação.

MÉTODOS

O uso de animais para essa pesquisa foi aprovado pela CEUA (Comissão de Ética para a Utilização de Animais) com o número de registro 080/12. A presente pesquisa foi conduzida no Setor de Suinocultura do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal (LZNA), do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), situado no Colégio Agrícola Antônio Sarlo, no município de Campos dos Goytacazes-RJ. A cidade de Campos dos

Goytacazes situa-se a uma Latitude de 21° 45' 15", e Longitude de 41° 19' 28", com Altitude de 13 metros. O município de Campos dos Goytacazes situa-se na região Norte-Fluminense do estado do Rio de Janeiro. Segundo a classificação climática de Köppen, a região Norte Fluminense insere-se na classe Aw, isto é, tropical úmido, com verão chuvoso, inverno seco e temperatura do mês mais frio superior a 18 °C. A temperatura média anual situa-se em torno de 24 °C, sendo a amplitude térmica pequena e a normal climatológica da precipitação pluviométrica igual a 1.055,3 mm (Ramos et al., 2009).

Foram utilizadas oito marrãs da linhagem Fertilis 20 (Genétiporc), com peso médio de $120,85 \pm 0,7$ kg. As matrizes foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizados, com dois grupos e quatro repetições. As marrãs foram avaliadas por um ciclo reprodutivo, contando gestação, lactação e período para retorno ao cio.

Os grupos avaliados foram:

Grupo 1 – Sistema de confinamento em gaiolas individuais na fase de gestação e lactação.

Grupo 2 – Sistema de criação em piquete na fase de gestação e baias individuais na fase de lactação.

No primeiro grupo, as marrãs foram alojadas em gaiolas de gestação de 2,2 x 0,6 x 1,1 m (comprimento x largura x altura), dotada de um comedouro e bebedouro automático do tipo concha e nas gaiolas de lactação de 2,06 x 1,80 em ferro redondo 3/4, 5/8, base de sustentação da fêmea em ferro 3/8 e leitão em 5/16 com base de sustentação em viga fibra de vidro com escamoteador de madeira, incluso bebedouro chupeta para fêmea e leitão, com cocho para fêmea e leitão. As marrãs do segundo grupo foram alojadas na fase de gestação em piquetes coletivos numa área de 2400 m² (600 m² por marrã) e na maternidade foram alojadas em baias individuais, de alvenaria, dotadas de cocho manual e bebedouro tipo chupeta, com piso de concreto e telhas de barro tipo francês, dispondo de 14 m² por fêmea, com acesso à área descoberta. As baias eram dotadas de escamoteador construído em alvenaria, com lâmpadas incandescentes como forma de aquecimento para os leitões.

As variações do ambiente térmico foram monitoradas diariamente por meio de termômetro de máxima e mínima, termômetro de bulbo seco e úmido e termômetro de globo negro localizados dentro do galpão em uma baia separada, dispostos a 60cm de altura do piso. Os dados de temperatura, umidade e radiação obtidos foram posteriormente convertidos em Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU). Tal índice é baseado na seguinte equação:

$ITGU = T_g + 0,36 T_o + 41,5$, sendo que:

T_{gn} = temperatura de globo negro;

T_o = temperatura de ponto de orvalho.

Enquanto que T_o pode ser obtida pela seguinte equação:

$T_o = T - [(100 - UR) / 5]$, em que:

T = temperatura média;

UR = umidade relativa do ar.

A ração utilizada foi a base de milho, trigo e farelo de soja, para atender às exigências nutricionais dos animais de acordo com Rostagno et al. (2011). As rações fornecidas para as marrãs foram divididas em três fases: primeira (confirmação de gestação até 75 dias de gestação), segunda (75 dias de gestação até o parto) e terceira (lactação).

Antes do início do experimento, as marrãs receberam alimentação “ad libitum”. As fêmeas foram inseminadas a partir do terceiro cio, utilizando o sêmen do mesmo reprodutor. As rações foram fornecidas duas vezes ao dia, totalizando aproximadamente 2,7 kg de ração por dia conforme recomendação do manual da linhagem. Os animais tiveram livre acesso aos bebedouros durante todo o período experimental.

Após inseminação, a fêmea foi direcionada ao seu grupo, onde foram coletados dados de comportamento de cada animal, durante a fase de gestação. As matrizes foram devidamente identificadas com uma numeração no dorso, variando de 1 a 4 para os seus respectivos sistemas de alojamento, o que possibilitou a coleta comportamental individual de cada animal.

As observações comportamentais foram realizadas de forma direta, com determinação instantânea. As coletas comportamentais foram realizadas em cinco dias pré-determinados (1, 21, 41, 61 e 81 dias) durante a fase de gestação de todas as marrãs, e foram determinados três horários para observação: das 8:00 às 10:00, das 12:00 às 14:00 e das 16:00 às 18:00, totalizando seis horas de observação para cada dia selecionado. As coletas comportamentais foram feitas em intervalos de um minuto totalizando 3600 observações por marrã.

Os comportamentos avaliados foram: Inativo (I) - Deitar totalmente (ventral e/ou lateralmente) com os olhos fechados e sem nenhuma atividade oral e Alerta (A) - Parar em pé, deitar ou sentar com os olhos abertos.

As marrãs foram pesadas antes da inseminação para a determinação do peso médio. Aos 100 dias de gestação, os animais foram colocados em baias de lactação, onde permaneceram até o desmame. Para a determinação dos índices zootécnicos, o parto das fêmeas foi acompanhado a fim de saber a gestação em dias (G); o tamanho da leitegada (TL); o número de nascidos vivos (NV), natimortos (NT) e mumificados (MU). Após o fim do parto, foi feita a pesagem dos leitões NV para a determinação do peso em kg desses animais (PV) no primeiro dia de vida. Os leitões foram pesados aos 7, 14, 21 e 28 dias de idade para a determinação do peso ao desmame (PD) e do ganho de peso diário dos leitões (GPD) durante todo o período. Foi calculada a taxa de mortalidade (%) dos animais nascidos vivos até o desmame de cada grupo.

Os dados obtidos a partir do comportamento e desempenho dos animais foram submetidos ao teste de Cramer-von Mises, para verificação da normalidade da distribuição. Em seguida os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, por meio do programa R version 3.3.0. Verificando-se significância, utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para apresentação dos resultados de comportamento, as tabelas foram confeccionadas convertendo-se os valores obtidos em escala percentual.

RESULTADOS

A temperatura média ao longo do experimento foi de $18,67 \pm 1,33^{\circ}\text{C}$ com ITGU de $72,5 \pm 2,65$. Os resultados das atividades comportamentais das marrãs na fase de gestação são apresentadas na tabela 1.

As marrãs na fase de gestação alojadas em gaiolas de confinamento, permaneceram na maior ($p < 0,001$) parte do tempo inativas nos três horários e menor tempo em alerta entre os horários de 08:00 – 10:00 e 12:00 – 14:00, comparado as marrãs criadas em piquete.

A inatividade dos animais alojados nas gaiolas de gestação foi aproximadamente 53,99% do tempo total de observação (Tabela 1), superior ($P < 0,01$) aos animais que ficaram alojadas em piquetes.

Tabela 1. Média das atividades comportamentais de marrãs submetidas a dois modelos de criação na fase de gestação.

Comportamentos ¹	Gaiola	Piquete	P-valor	CV(%)
Primeiro horário ³				
Inativo	93,93	46,87	0,001	17,13
Alerta	20,47	38,87	0,01	24,05
Segundo horário ³				
Inativo	102,4	39,2	0,001	28,18
Alerta	10,6	47,1	0,001	38,93
Terceiro horário ³				
Inativo	63,3	33,4	0,001	38,51
Alerta	42,8	52,4	NS ²	43,39

¹Dados diferem estatisticamente pelo teste F a 1% de probabilidade;

²NS – Não significativo;

³Primeiro horário – 08:00 às 10:00 hs/Segundo horário – 12:00 às 14 hs/Terceiro horário – 16:00 às 18:00 hs.

A Tabela 2 mostra a comparação entre as médias observadas nos grupos sobre a resposta dos seguintes índices zootécnicos: peso à inseminação, período de gestação em dias, tamanho da leitegada, número de leitões nascidos vivos e natimortos.

Tabela 2. Média dos índices de desempenho de marrãs mantidas em diferentes sistemas de alojamentos durante a gestação.

Variáveis	Gaiola	Piquete	P-valor	CV(%)
Peso a inseminação (kg)	122,6	119,2	NS ¹	3,16
Gestação (dias)	116	116,3	NS	0,79
Tamanho de leitegada (nº)	8	17,5	0,01	3,92
Nascidos vivos (nº)	7	14	0,04	9,52
Natimortos (nº)	2	1	NS	94,28

¹NS – Não significativo

Não houve diferença ($P>0,05$) na duração do período de gestação, para os dois grupos avaliados.

No sistema de piquetes houve maior número de nascidos vivos e maior tamanho de leitegada ($P<0,05$). O número de leitões nascidos vivos apresentou variação entre os sistemas de alojamento, onde praticamente dobrou o número de leitões nascidos vivos no sistema de criação em piquete/baia, comparado com as fêmeas criadas em gaiolas.

Os índices de desempenho dos leitões são apresentados na tabela 3. Não houve efeito ($P>0,05$) entre os sistemas de alojamento em função dos índices de desempenho dos leitões avaliados.

Tabela 3. Média dos índices de desempenho (kg) de leitões nascidos de fêmeas mantidas em diferentes sistemas de alojamentos durante a gestação.

Variáveis ¹	Gaiola	Piquete	P-valor	CV(%)
Peso ao nascimento	1,4	1,3	NS ²	19,07
Peso aos 7 dias de idade	2,8	2,3	NS	23,02
Peso aos 14 dias de idade	5,1	3,6	NS	23,75
Peso aos 21 dias de idade	6,9	4,6	NS	23,21
Peso aos 28 dias de idade	8,8	6,1	NS	21,00
Ganho de peso diário 0-7 dias de idade	0,2	0,1	NS	32,60
Ganho de peso diário 0-14 dias de idade	0,3	0,2	NS	28,09
Ganho de peso diário 0-21 dias de idade	0,3	0,2	NS	29,47
Ganho de peso diário 0-28 dias de idade	0,3	0,2	NS	22,40

¹Dados diferem estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade

²NS- Não significativo.

O baixo número de repetições também pode ter relação com o resultado final sobre os parâmetros avaliados, levando em consideração as altas taxas de coeficiente de variação (CV) nesse experimento (Tabelas 1, 2 e 3).

DISCUSSÃO

Os resultados comportamentais demonstram que as fêmeas alojadas em piquetes exploraram mais o ambiente, principalmente nos horários da manhã e no início da tarde, quando comparado com as marrãs alojadas em gaiolas de gestação. Verificou-se que os

animais alojados em piquetes permaneceram 87,32% em alerta, acima do tempo comparado com as fêmeas alojadas em gaiolas individuais.

Uma possível explicação para os resultados de comportamento se deve as marrãs alojadas em piquetes estarem soltas e apresentarem maior interação entre elas, diferente do que acontece com as marrãs confinadas em gaiolas. Este fato foi observado nos três horários de coleta. A avaliação do bem-estar animal na exploração zootécnica pode envolver aspectos ligados às instalações, manejo, ambiente e, principalmente, à resposta do animal ao meio no dia-a-dia na unidade de produção, buscando produtos éticos e de qualidade, o que torna necessário estabelecer critérios que avaliem o bem-estar dos suínos em seus sistemas de criação (Baptista et al., 2011).

Esses resultados comportamentais não corroboram com os apresentados por Silva et al. (2008) e Ramos et al. (2009), que não obtiveram efeito com relação a esses comportamentos entre os sistemas de baias individuais e piquetes coletivos. Gonçalves et al. (2014) compararam o comportamento de fêmeas suínas alojadas em baias individuais com aquelas alojadas em baias coletivas e encontraram uma maior inatividade em fêmeas alojadas em piquetes coletivos, não corroborando com nosso estudo.

O comportamento de alerta observado nos animais caracteriza desta forma, a maior possibilidade de exploração do ambiente, o que é evidenciado pelo ato de fuçar o solo realizando movimentos circulares, promovendo um comportamento característico da espécie. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Silva et al. (2008) e Ramos et al. (2009), mas diferem dos encontrados por Gonçalves et al. (2014), que não encontraram diferença nesse comportamento nos tipos de alojamentos estudados. Comparado com outros sistemas, o sistema de piquetes contendo pastagens oferecem aos suínos uma oportunidade da realização de atividade física, o que resulta em melhor bem-estar animal (Blumetto Velazco et al., 2013; Olczak et al., 2015).

A gestação da fêmea suína tem duração em torno de 114 ± 3 dias, com pequenas variações entre granjas ou raças/linhagens. A duração da gestação das fêmeas no experimento encontra-se dentro dos limites esperados, não tendo sido detectadas patologias que pudessem prolongar o período de gestação, para ambos os tratamentos.

O nº de leitões nascidos vivos podem impactar no número de leitões desmamados por porca/ano. Isso pode ser explicado pelo aumento do comportamento exploratório das fêmeas alojadas em piquetes que pode ter reduzido o estresse relacionado ao confinamento em gaiolas e, conseqüentemente, influenciando no desempenho reprodutivo das porcas.

Os principais fatores que influenciam diretamente o tamanho da leitegada são ordem de parto, idade da matriz na concepção, número de coberturas por cio, época do ano (temperatura e fotoperíodo), nutrição e sanidade (Silva et al., 2008). Admitindo-se que esses fatores

de interferência foram controlados, possivelmente essa variação pode ter sido atribuída ao estresse crônico causado pela falta de espaço às matrizes nas gaiolas de gestação.

Com relação ao peso durante o nascimento, ficou constatado que as leitegadas menores apresentaram maior peso, resultado que corrobora com os encontrados por Theil et al. (2010), que avaliaram o desempenho reprodutivo de marrãs da raça Moura em diferentes sistemas de alojamento na fase de gestação. Em uma avaliação anterior, realizada no mesmo rebanho por Mello et al. (2006), considerando-se fêmeas de diferentes ordens de parição e diferentes graus de sangue Moura (1/2; 1/4 ou 1/8 de sangue Moura), relataram maiores pesos ao nascimento (1,542 kg), porém menores pesos ao desmame (7,829 kg).

Para que um leitão tenha boa possibilidade de desenvolvimento, seu peso mínimo deve ser igual ou superior a 1,2 kg, ou de 0,7 a 1,2 kg, no caso de transferência cruzada de leitões em instalações em que se trabalha com grupos de fêmeas (Wolf et al., 2011). Em nosso trabalho, não houve a necessidade da transferência de animais entre as fêmeas de cada um dos grupos estudados. Dessa maneira, a leitegada foi constituída por leitões com peso uniforme, o que permitiu melhor desenvolvimento. O peso médio, no nascimento dos leitões oriundos das fêmeas alojadas em gaiolas individuais de gestação, foi de 1,4 kg, e das matrizes em piquetes, de 1,3 kg. Em ambos os métodos de alojamento, o ganho de peso diário atingiu valores mínimos exigidos, aproximadamente 0,185 kg/dia. Isso garantiu um desmame aos 28 dias de 8,8 kg para leitões nascidos de matrizes submetidas as gaiolas de gestação e maternidade, e de 6,1 kg para fêmeas submetidas ao piquete na fase de gestação e em baias individuais na fase de maternidade.

As matrizes submetidas ao piquete na fase de gestação tiveram condições melhores de bem-estar que podem ter proporcionado melhor desenvolvimento aos leitões, comparado com as fêmeas alojadas nas gaiolas. Apesar dos índices serem superiores aos valores mínimos sugeridos para peso dos leitões no nascimento e ao desmame, eles não ultrapassaram os índices das fêmeas alojadas em gaiolas. Esses acréscimos nos índices embora irrisórios, apontam reflexo direto no cômputo geral da propriedade, garantido o sucesso econômico do negócio, aumentando os lucros e viabilizando as alterações no sistema de alojamento. A avaliação do bem-estar animal na exploração zootécnica pode envolver aspectos ligados às instalações, ao manejo, ao ambiente e, principalmente, à resposta do animal ao meio no dia-a-dia na unidade de produção, buscando interpretar a linguagem animal, ou seja, a resposta comportamental frente aos regimes de criação (Silva et al., 2008; MAPA, 2016).

Quando se trata de matrizes em gestação, se faz necessário o uso de um maior número de repetições de modo a diminuir o grau de liberdade do resíduo, diminuindo assim as margens de erro experimental. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Silva Júnior et al. (2015), que trabalharam com marrãs em gestação.

Considerando que o período total de gestação da porca é relativamente longo e há uma grande quantidade de fatores que cada sistema de alojamento (Fase de gestação e maternidade) podem influenciar o desempenho da leitegada, mais trabalhos científicos são necessários para uma determinação mais precisa do uso ou não de gaiolas na gestação.

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de piquetes na gestação reduziu a inatividade das marrãs proporcionando um melhor bem-estar, que foi suficiente para melhorar os índices de número de nascidos vivos e tamanho de leitegada, mostrando que diferentes sistemas de alojamento podem apresentar diferentes índices de desempenho e repostas comportamentais.

AGRADECIMENTOS (OPCIONAL)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, com a concessão da bolsa de Pós-doutorado ao primeiro autor.

■ REFERÊNCIAS

1. ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2019. 2019; [Acesso em: 14 jan. 2020]. URL: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/mercadointerno/frango>.
2. Baptista, R. I. A. A., Bertani, G. R. & Barbosa, C. N. (2011). Indicadores do bem-estar em suínos. *Ciencia Rural*, 41, 1823-1830.
3. Blumetto Velazco, O. R., Calvet Sanz, S., Estellés Barber, F. & Villagrà García, A. (2013). Comparison of extensive and intensive pig production systems in Uruguay in terms of ethologic, physiologic and meat quality parameters. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42, 521–529.
4. Castro, F. F. *Suinocultura*. (2016). Disponível em: http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/edneypereiradasilva/aula2_prof._fabricio.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2018.
5. Gonçalves, T. M., Bastos, R., Soares, R. T. N. & Torres, D. S. (2014). Indicadores comportamentais na avaliação do bem-estar de matrizes de suínos alojadas em baias individuais e piquetes coletivos. *Jornal Brasileiro de Ciência Animal*, 7, 523-540.
6. Kongsted, H. & Sørensen, J. T. (2017). Lesions found at routine meat inspection on finishing pigs are associated with production system. *The Veterinary Journal*, 223, 21–26.
7. MAPA. (2016) Disponível em : <<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento9-sustentavel/producao-integrada-cadeia-pecuaria/boas-praticas-agropecuarias>>. Acesso em: 15 set. 2016.
8. Mello, G., Carvalho, M., Chiquitelli Neto, M., Laurentiz, A. C., Bastos, J. F. P. (2006). Levantamento da qualidade dos leitões da raça moura produzidos na UNESP de Ilha Solteira. In // *Semana de Zootecnia da FE-UNESP-Ilha Solteira*, CD-Rom.

9. Nazareno, A. C., Silva, I. J. O., Nunes, M. L. A., Castro, A. C., Késia, O. S., Miranda, K. O. S. & Trabachini, A. (2012). Caracterização bioclimática de sistemas ao ar livre e confinado para a criação de matrizes suínas gestantes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16, 314-319.
10. Olczak, K., Nowicki, J. & Klocek, C. (2015). Pig behaviour in relation to weather conditions— A review. *Annals of Animal Science*, 15, 601–610.
11. Oliva, A., Tama, B., Elias, D., Barboza, K., Pereira, D.A. & Oliveira, L. G. (2014). Aspectos de bem-estar relacionados a matrizes suínas alojadas em celas individuais. Relato de caso. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 8, 89 –104.
12. Pereira, A. K. *Avaliação da tipologia e da sustentabilidade das suinoculturas familiares no distrito federal e proposta do arranjo físico de instalações via método systematic layout planning (SLP)*. (2013). Viçosa, 198f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa.
13. Ramos, A. M., Santos, L. A. R. & Fontes, L. T. G. (2009). *Normais climatológicas do Brasil*. Brasília, DF, INMET.
14. 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. (2011). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos* (3th ed). Viçosa, MG, UFV, 252 p., 2011.
15. R VERSION 3.3.0 (2016) -- “Supposedly Educational” Copyright (C). *The R Foundation for Statistical Computing Platform: i386-w64-mingw32/i386* (32-bit).
16. Silva, I. J. O., Pandorfi, H. & Piedade, S. M. S. (2008). Influência do sistema de alojamento no comportamento e bem-estar de matrizes suínas em gestação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 1319-1329.
17. Silva Júnior, E. T., Soares, R. T. R. N., Molino, J. P., Oliveira, R. F., Bonaparte, T. P. & Silva, L. F. A. (2015). Lisina digestível para marrãs no terço final da gestação. *Archives of Veterinary Science*, 20, 01-09.
18. Theil, P., Akechi, B. V., Rodrigues, D. C., Andrade, M. F., Tedeschi, L. & Filardi, R. S. (2010). *Desempenho de marrãs da raça Moura mantidas em diferentes sistemas de alojamento durante a fase de gestação*. Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira –UNESP, 2010.
19. Veloni, M. L., Prado, P. L., Arssuffi, B. M., Ballester, M. C. M., Oliveira, M. G., Abreu, P. B. & Oliveira, L. G. (2013). Bem-estar animal aplicado nas criações de suínos e suas implicações na saúde dos rebanhos. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 21, 2013.
20. Vieira, R. F. N. *Comportamento e desempenho de porcas arraçadas com diferentes níveis de fibra e criadas em gaiolas ou baias*. (2012). Nova Odessa, 56f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) – Curso de Pós-graduação em Produção Animal Sustentável, Instituto de Zootecnia, APTA/SAA.
21. Wolf, J. B., Leamy, L. J., Roseman, C. C. & Cheverud, J. M. (2011). Disentangling prenatal and postnatal maternal genetic effects reveals persistent prenatal effects on offspring growth in mice. *Genetics*, 189, 1069–1082.

“

Considerações sobre castração de suínos machos

- I Thaíná Pizane da **Silva**
UNIPAR
- I Mayara da Silva **Trentim**
- I André Felipe da **Silva**
- I Luiz Sérgio **Merlini**
UEM
- I Rita de Cássia Lima **Ribeiro**
- I Luciana Kazue **Otutumi**
UNIPAR
- I Pollyana Linhares **Sala**
- I Thaís Camaso de **Sá**
- I Ana Maria **Quessada**
UNIPAR

RESUMO

Os suínos são a segunda proteína animal mais consumida do mundo, sendo que o Brasil é o quarto produtor mundial deste tipo de carne. Uma das técnicas utilizadas para melhorar a palatabilidade e a aceitação pelo consumidor da carne suína é a castração de machos. Além de melhorar o sabor e palatabilidade da carne, a castração em suínos machos também é realizada para facilitar o manejo. Diante do exposto, o objetivo desta revisão é discorrer sobre as principais técnicas utilizadas para castrar suínos machos. Para isso, foi realizada uma busca em sites acadêmicos com palavras chave que versam sobre o tema. Após a análise dos textos, observou-se que, no Brasil, a castração de machos suínos é realizada principalmente por métodos cirúrgicos (orquiectomia), geralmente aos sete dias de vida do animal e é praticada sem anestesia. Dessa forma, a orquiectomia em suínos, da maneira que é realizada, fere os princípios de bem-estar animal. No entanto, para praticar essa técnica com bem-estar e segurança, o custo é alto para o pequeno produtor, que é maioria no Brasil. Uma das alternativas à castração cirúrgica de suínos machos e que atende às normas de bem-estar animal é a imunocastração. Apesar de apresentar muitas vantagens, a imunocastração também é um procedimento oneroso. Na suinocultura brasileira, produzir de forma economicamente eficiente passou a ser pré-requisito para a sobrevivência no setor. Nesse contexto, a castração química é uma alternativa promissora. Tal técnica é um processo no qual substâncias químicas produzem lesão definitiva no aparelho reprodutor masculino. Este método é considerado irreversível e possibilita redução nos níveis de dor e maior velocidade de recuperação quando comparados aos procedimentos tradicionais. Em suínos, o gluconato de zinco, associado ao DMSO, apresentou bons resultados em castração química, mas outras substâncias utilizadas em outras espécies têm potencial para serem empregadas em suínos, não sendo ainda estudadas nesta espécie. Novos estudos são necessários sobre o tema, o que pode ampliar as opções para os produtores suinícolas.

Palavras-chave: Bem-Estar Animal, Castração Química, Imunocastração, Orquiectomia, Suinocultura.

INTRODUÇÃO

Os suínos são a segunda proteína animal mais consumida do mundo, estando atrás apenas dos pescados. Além disso, o consumo de carne suína tem crescido e apresenta boas perspectivas para o Brasil, no mercado internacional (GUIMARÃES et al., 2017). Sabe-se que o Brasil é o quarto produtor mundial desse tipo de carne (FÁVERO e FIGUEIREDO, 2009). Diversos indicadores econômicos demonstram tal crescimento e, entre eles, incluem-se geração de empregos diretos e indiretos. O consumo de carne suína, a nível mundial, é expressivo, porque tal carne é rica em nutrientes, fonte de minerais e vitaminas com baixo nível de gordura, contribuindo para uma alimentação balanceada e saudável (COLONI, 2011).

As perspectivas para a suinocultura brasileira são muito boas, podendo, até 2024, crescer 21% (CANAL RURAL, 2016). Tal crescimento se deve, em parte, a mudanças tecnológicas nas últimas décadas, que proporcionaram avanços dessa cultura na cadeia do agronegócio (COLONI, 2011).

Embora seja a segunda carne mais consumida no mundo, a criação de suínos exige algumas técnicas para melhorar o sabor, palatabilidade e aceitação pelos consumidores. O mercado consumidor está cada vez mais exigente com relação à qualidade dos produtos cárneos que devem conter propriedades que determinem sua utilidade para o comerciante, a atração para o consumidor e a adequação para processamento posterior (ATHAYDE, 2013).

Uma das técnicas utilizadas para melhorar a palatabilidade e a aceitação pelo consumidor da carne suína é a castração de machos. O odor sexual presente na carne suína, causado principalmente pelo acúmulo de androstenona e escatol no tecido adiposo, é um problema significativo na qualidade da carne de machos inteiros. A androstenona é um ferormônio esteróide produzido nos testículos e o escatol é um subproduto da degradação do triptofano pelas bactérias lácticas no trato digestivo que cai na corrente sanguínea, sendo absorvido pelo tecido adiposo e eliminado nas fezes e na urina. Ambas as substâncias, altamente lipofílicas, são sequestradas pelo tecido adiposo dos suínos e, devido à alta volatilidade, são liberadas durante aquecimento e o cozimento, liberando odor e sabor indesejáveis (ATHAYDE, 2013). Além de melhorar o sabor e palatabilidade da carne, a castração em suínos machos também é realizada para facilitar o manejo, pois animais inteiros apresentam agressividade devido à ação da testosterona (THUN et al., 2006).

O objetivo desta revisão é discorrer sobre as principais técnicas utilizadas para castrar suínos machos na suinocultura brasileira. Para tanto, foi realizada uma busca nos sites Google acadêmico, Pubmed e Scielo, utilizando-se palavras chave em português (castração, suínos, castração química, imunocastração) e combinação de tais palavras. Nos sites internacionais, usou-se as palavras *swine*, *pig*, *castration*, *immunocastration*, *chemical castration*

e combinação destas palavras. Selecionou-se artigos cuja metodologia pudesse ser reproduzida e aqueles que apresentaram técnicas viáveis e seguras para castração de suínos.

DESENVOLVIMENTO

CONSIDERAÇÕES SOBRE BEM-ESTAR EM SUÍNOS

O aumento da preocupação da sociedade com a forma como os alimentos são produzidos tem promovido debates e gerado uma inquietação no sentido de que os sistemas de produção contemplem cada vez mais condutas voltadas para o bem-estar animal (BEA) (DIAS et al., 2018). Em 2016, em pesquisa realizada no Brasil, 91% dos brasileiros consultados declararam que animais criados sob adequado bem-estar produzem uma carne de melhor qualidade (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2016).

O Brasil é signatário do código sanitário para os animais terrestres da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), portanto o país deve cumprir o referido código. Nesse documento, afirma-se que o BEA se refere ao modo como o animal se ajusta às condições nas quais vive. O código define que o animal está em boas condições de bem-estar, caso evidências científicas indiquem que ele se encontra saudável, confortável, bem nutrido, em segurança, capaz de expressar seu comportamento inato e isento de sensações desagradáveis como dor, medo ou angústia (OIE, 2010).

Na suinocultura brasileira, predomina o sistema de confinamento intensivo com o objetivo de otimizar o desempenho econômico e produtivo. Por outro lado, os produtores sofrem a pressão da sociedade para que se valorize o BEA, sendo necessários mais conhecimentos científicos na área. A União Europeia (UE) destaca-se na adoção de medidas relacionadas ao BEA, tendo aprovado leis rigorosas em diversas áreas (MOLENTO, 2005), em especial, no sistema de produção de suínos. No Brasil, a questão do BEA, na suinocultura, vem ganhando espaço pelo interesse dos produtores em ampliar os mercados mais exigentes, tais como, China, Estados Unidos e a União Europeia (BAPTISTA et al., 2011).

Os suínos são expostos a alguns métodos de manejo agressivos que produzem dor como a caudectomia, castração e corte de dentes (DUNCAN, 2005). Tais procedimentos são considerados como padrão no ciclo produtivo dos estabelecimentos suinícolas (CORDEIRO et al., 2018).

A castração cirúrgica, como é realizada atualmente no Brasil, prejudica a exportação de carne brasileira, uma vez que os consumidores internacionais estão cada vez mais exigentes sobre bem-estar animal. Empresas suinícolas que forem capazes de implementar sistemas de produção que permitam a rastreabilidade do produto desde a granja até o consumidor e que possam demonstrar que está protegendo ao meio ambiente, observando a legislação

do bem-estar em toda a sua cadeia produtiva, terão maiores margens de lucro, produtos de alta qualidade e uma maior facilidade na venda de seus produtos nos mercados externo e interno (COSTA et al., 2005). Nos dias atuais, as pessoas passaram a desejar comer carne oriunda de animais que sejam criados, tratados e abatidos em sistemas que promovam bem-estar, definida como qualidade ética e que o sistema de produção seja sustentável sob condições ambientalmente corretos (WARRISS et al., 2006).

São necessárias mudanças, na suinocultura brasileira, para que o BEA possa ser maximizado e, conseqüentemente, agregar valor à carne suína, possibilitando exportação para mercados exigentes.

CASTRAÇÃO CIRÚRGICA (ORQUIECTOMIA)

A castração de machos suínos é tradicionalmente realizada por métodos cirúrgicos, sendo denominada de orquiectomia. Na suinocultura brasileira, tal prática é realizada geralmente aos sete dias de vida do animal e é praticada sem anestesia (VON BORELL et al., 2009; SANTOS et al., 2016).

Na indústria suinícola, a orquiectomia é realizada por meio de duas incisões verticais na bolsa escrotal (uma incisão para cada testículo) compreendendo 2-3cm. (BATES et al., 2014; BONASTRE et al., 2016; PRADO et al., 2018), na dependência do tamanho desse órgão (PRADO et al., 2018). As incisões escrotais são realizadas o mais ventralmente possível para facilitar a drenagem de fluidos das feridas e reduzir os riscos de infecção (PRADO et al., 2018). Após a incisão cutânea, os testículos são pressionados por pressão manual até rompimento do cordão espermático (BATES et al., 2014) ou é realizada ligadura bilateral dos cordões espermáticos. Pode ser utilizada braçadeira de nylon em substituição ao fio de sutura na ligadura dos cordões espermáticos (PRADO et al., 2018). Esse procedimento é realizado sem anestesia ou analgesia no Brasil (SANTOS et al., 2016), especialmente por razões econômicas, uma vez que a atividade suinícola brasileira é uma atividade familiar (ITO et al., 2016).

Em relação ao bem-estar animal, a castração cirúrgica, com anestesia ou analgesia, pode ser considerada uma solução de curto prazo na produção de suínos machos. No entanto, é uma técnica de difícil implementação e de difícil fiscalização. Para criadores, essa prática requer esforço extra, em termos de trabalho, custo e complexidade. Além disso, tal técnica não pode ser realizada apenas pelo criador, já que a aplicação de anestesia é uma prática exclusiva do médico veterinário (ALUWÉ et al., 2015).

Apesar da administração de analgesia e anestesia antes da castração cirúrgica consumir tempo e dinheiro, a demanda por essas técnicas, durante a castração de leitões, tem aumentado, porque reduz a dor e o sofrimento (BARTICCIOTTO et al., 2016).

Um protocolo analgésico adequando para diminuir a dor e o estresse na castração de suínos até sete dias de idade inclui a aplicação de meloxicam associada à anestesia local (intratesticular) com lidocaína (BONASTRE et al., 2016). A anestesia local intratesticular, antes da orquiectomia, em leitões, é prática, auxilia na manutenção das boas práticas de bem-estar animal e melhora o ganho de peso em curto prazo em leitões submetidos à castração cirúrgica (BARTICCIOTTO et al., 2016).

Devido aos problemas éticos de bem-estar animal, a castração cirúrgica vem sendo abandonada nos países da União Europeia. No final de 2010, em encontro realizado em Bruxelas a Comissão Europeia, foi anunciado que diversos participantes da cadeia de produção de carne suína concordaram voluntariamente a diminuir a castração cirúrgica, abandonando-a completamente no dia 1 de janeiro de 2018. Como um primeiro passo, desde 2012, a castração cirúrgica, nos países da União Europeia, só deve ser realizada com anestesia e analgesia prolongada (ALUWÉ et al., 2015).

A castração cirúrgica, da forma que é praticada no Brasil (sem anestesia e analgesia) (SANTOS et al., 2016), fere frontalmente os princípios de bem-estar animal por produzir intensa dor, inclusive dor prolongada (PRUNIER et al., 2006; KLUIVERS-POODT et al., 2013). A castração cirúrgica pode ainda provocar infecções e perda de peso (PRUNIER et al., 2006).

Para que a orquiectomia em suínos seja realizada com dor mínima, sem estresse e dentro dos princípios de bem-estar animal, o paciente a ser submetido ao procedimento precisa ser anestesiado (KLUIVERS-POODT et al., 2013; COMASSETTO et al., 2014) com anestésico local (KLUIVERS-POODT et al., 2013) ou até mesmo geral. (COMASSETTO et al., 2014).

Em protocolos com anestesia local, é necessária a administração de anti-inflamatório não hormonal para complementar a analgesia (KLUIVERS-POODT et al., 2013). Além disso, realização de anestésias e procedimentos cirúrgicos em animais é prerrogativa do médico veterinário (CFMV, 2008). Dessa maneira, torna-se inviável para o pequeno produtor (maioria no Brasil), devido aos custos, realizar a orquiectomia dentro dos princípios de bem-estar animal e legislação pertinente.

IMUNOCASTRÃO

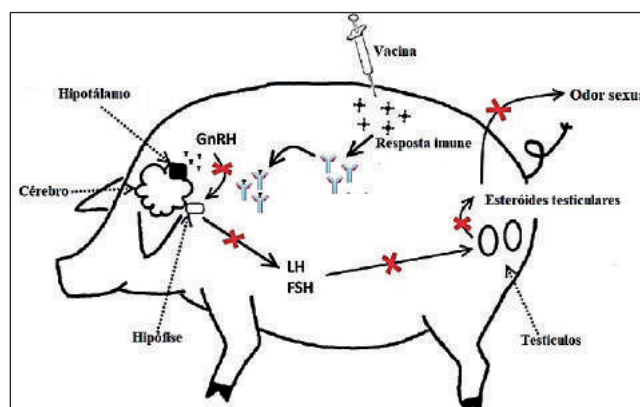
Diante de pressões dos consumidores em relação ao bem-estar dos animais e das preferências quanto às características da carne, novas tecnologias têm sido adotadas para evitar a castração cirúrgica e viabilizar a produção de suínos machos inteiros. A imunocastração destaca-se como uma dessas opções (DEMORI et al., 2015). Essa técnica atende às normas de bem-estar animal, sendo utilizada para aliviar a dor em suínos (MARTINS, et al., 2013; BRUNO et al., 2013; LUCAS et al., 2016).

A imunocastração significa a administração de uma vacina que inibe a função testicular por meio da imunização ativa contra o hormônio liberador de gonadotropina (GnRH) (BAUMGARTNER et al., 2010). Tal técnica não causa dor, possibilitando a redução do estresse nos animais (MARTINS et al., 2013). A vacina da imunocastração induz à formação de anticorpos contra GnRH, neuropeptídeo, que é liberado pelo hipotálamo, estimulando a secreção de hormônio luteinizante (LH) e o Hormônio folículo-estimulante (FSH) que regulam a produção de esteroides testiculares (RYDHMER Et al., 2010). Tais anticorpos se ligam ao GnRH endógeno, evitando a secreção de LH e FSH pela hipófise, reduzindo a secreção de esteroides testiculares (WEILER et al., 2013) (Figura 01). Foi comprovado que a vacina contra GnRH reduz a concentração de esteroides testiculares, diminuindo o tamanho dos órgãos reprodutivos e a quantidade de esperma (JAROS et al., 2005; EINARSSON et al., 2009; BATOREK et al., 2012). Em estudo sobre a imunocastração em suínos, concluiu-se que essa técnica aumenta o ganho de peso diário, reduz a espessura de toucinho e não afeta as características qualitativas de carcaças (FERNANDES et al., 2017).

A imunocastração utiliza o sistema imune natural do animal para alcançar os efeitos da castração. Essa vacina contém um análogo fisiologicamente inativo do GnRH, conjugado por covalência a uma proteína carreadora imunogênica. Tal análogo não apresenta atividade hormonal, mas possui os epítomos (determinantes antigênicos) necessários para estimular uma resposta efetiva de anticorpos anti-GnRH, bloqueando o estímulo do eixo hipotálamo-hipófise-gônadas. Consequentemente, impede-se a formação de hormonais esteroides gonadais, ocorrendo regressão dos órgãos reprodutivos e algumas alterações metabólicas que levam a alterações no comportamento do animal como redução da agressividade, aumento do apetite e da ingestão alimentar e aumento da performance de crescimento (ŠKRLEP et al., 2014). Machos imunocastrados apresentam melhor conversão alimentar, maior ganho de peso e maior percentual de carne magra na carcaça que os machos castrados cirurgicamente (DEMORI et al., 2015).

Na imunocastração, para se conseguir a efetiva imunização, são necessárias pelo menos duas aplicações da vacina com um intervalo mínimo de duas semanas. As injeções subcutâneas são administradas na base da orelha por um vacinador designado pelo produtor da vacina para evitar autoaplicação acidental. A primeira dose ativa o sistema imune do suíno e pode ser administrada a qualquer tempo após 8-9 semanas de vida. A segunda dose deve ser administrada 4-5 semanas antes do abate. Esse protocolo considera a produção suína padrão, ou seja, os animais são abatidos aos seis meses de idade. Como a primeira aplicação aplicação não tem impacto aparente nos hormonais esteroidais, esse protocolo possibilita que o animal tenha desenvolvimento completo do potencial de crescimento de machos inteiros até a segunda aplicação (ČANDEK- POTOKAR et al., 2017).

Figura 01. Resposta fisiológica à imunocastração em suínos machos. A vacina consiste de um antígeno (análogo a GnRH), que ativa o sistema imune para produzir anticorpos que neutralizam o GnRH endógeno. Consequentemente não há estímulo para a hipófise liberar LH e FSH, impedindo os testículos de produzirem testosterona e androsterona, evitando assim que ocorra o desenvolvimento do odor sexual. Fonte: Čandek-Potokar et al., (2017).



Após a imunização, os animais imunocastrados alteram rapidamente seu metabolismo semelhantemente aos castrados cirurgicamente, com aumento do consumo alimentar e deposição de gordura. Quanto mais longo o período desde a segunda vacinação até o abate, mais evidentes são as diferenças entre os suínos imunocastrados e os machos inteiros ou castrados cirurgicamente. Em animais mais velhos pode ser necessária uma terceira aplicação para assegurar inativação de GnRH e eliminação do odor sexual. Em animais que não respondem ao tratamento (detectados por testículos maiores ou comportamento sexual prolongado), uma dose adicional também deve ser aplicada (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017).

O cenário atual da atividade suinícola evidencia uma redução significativa nas margens de lucro e, por isso, produzir de forma economicamente eficiente passou a ser pré-requisito para a sobrevivência no setor, pois, nos últimos anos, a suinocultura tem se caracterizado pela alternância entre bons e maus momentos.

CASTRAÇÃO QUÍMICA

A busca por métodos de castração de suínos mais acessíveis ao produtor brasileiro deve ser uma constante. Nesse contexto, a castração química é uma alternativa promissora.

A castração química é um processo no qual substâncias químicas produzem inflamação, fibrose e lesão definitiva nas estruturas do aparelho reprodutor masculino, levando à redução da espermatogênese e nível sérico de andrógenos

(KUTZLER e WOOD, 2006). Tais métodos são considerados irreversíveis e possibilitam redução nos níveis de dor e maior velocidade de recuperação quando comparados aos procedimentos tradicionais (COHEN et al., 1990; EMIR et al., 2008; AHMED e AL-BADRANY, 2009).

Em suínos, foram registrados alguns artigos que descrevem castração química. A primeira menção sobre a castração química nesse grupo de animais é um registro de patente nos Estados Unidos, datado de 1994. Para castração química, foi utilizado acetato de zinco. O autor relata que o procedimento é mais humano e não tem os efeitos colaterais da castração cirúrgica (hemorragia, hérnia, infecção e algumas vezes óbito). Neste caso, os suínos castrados quimicamente apresentaram crescimento e a qualidade da carcaça é tão boa ou melhor do que o macho inteiro, sendo que o odor sexual é reduzido (FAHIM, 1994).

Em um estudo foi utilizado um composto de substâncias incluindo permanganato de potássio, ácido acético glacial e água destilada estéril para castrar quimicamente suínos. O composto foi injetado na dose de 2 ml em cada testículo. Comparada à castração cirúrgica, afirmou-se que a técnica foi simples, econômica e mais fácil de ser empregada. Além disso, o ganho de peso foi maior nos animais castrados quimicamente, tornando o método benéfico ao produtor (GIRI et al., 2002).

Em outra pesquisa foram apresentados bons resultados, utilizando o gluconato de zinco associado ao DMSO (dimetil sulfóxido) (LUCAS et al., 2016), sendo que o gluconato de zinco é bastante empregado na castração química de outras espécies como o cão e o gato (OLIVEIRA et al., 2012; FAGUNDES et al., 2014; LOPES e SILVA, 2014).

A castração química em suínos é realizada na mesma idade em que é realizada a castração cirúrgica, ou seja, na primeira semana de vida. A técnica é simples e rápida, podendo ser realizada em campo com material simples como seringas e agulhas (Figura 02). Geralmente o animal é contido por contenção manual e o fármaco empregado para a castração química é administrado no interior do testículo (Figura 02). Para evitar desconforto e dor, deve ser administrado anestésico local intratesticular, geralmente lidocaína (ABSHENAS et al., 2013; ANDRADE NETO et al., 2014; ABU-AHMED, 2015; BARTICCIOTTO et al., 2016).

A castração química é um procedimento realizado apenas uma vez e a dose do fármaco varia com o tamanho testicular (ANDRADE NETO et al., 2014). Em castração química de cães com óleo essencial de cravo da Índia, os autores utilizaram dose única (1ml em cada testículo) para todos os animais (ABSHENAS et al., 2013; ABU-AHMED, 2015).

Além do gluconato de zinco, outras substâncias são empregadas com sucesso em outras espécies na castração química por meio de injeção intratesticular. Tais substâncias apresentam potencial para serem aplicadas em suínos. Entre estes bioativos destacam-se o óleo essencial de cravo da Índia utilizado em cães (ABSHENAS et al., 2013; ABU-AHMED, 2015) e a solução hipertônica de cloreto de sódio que foi empregada com sucesso para esterilizar ratos (KWAK e LEE, 2011)³ e bovinos (ANDRADE NETO et al., 2014).

Figura 02. Suíno macho, quatro dias de idade, 2,5kg, sendo submetido à castração química. Fonte: Arquivo Pessoal



Não foram encontrados artigos comparando substâncias utilizadas para castração química em suínos. Em estudo comparando-se a utilização de óleo de cravo com cloreto de cálcio em cães, o óleo mostrou-se superior ao cloreto de cálcio por provocar menos dor e menor irritação (ABU- AHMED, 2015). Tal resultado estimula estudos sobre a utilização de tal produto na espécie suína.

CONCLUSÃO

No Brasil, ainda é amplamente utilizada a castração cirúrgica em suínos machos por meio de métodos tradicionais sem utilização de anestesia e analgesia. Provavelmente, isso ocorre principalmente por questões financeiras.

Uma opção viável e de custo mais baixo para castrar suínos machos é a castração química. No entanto, novos estudos são necessários sobre o tema, o que pode ampliar as opções para os produtores suinícolas, em especial, os pequenos produtores que são maioria no Brasil.

■ REFERÊNCIAS

1. ABSHENAS, J.; MOLAEI, M.M.; DERA KHSHNFAR, A.; GHAELEKHANI, N. Chemical sterilization by intratesticular injection of eugenia caryophyllata essential oil in dog: a histopathological study. **Iranian Journal of Veterinary Surgery**, v.8, n.2, p. 9-16, 2013.
2. ABU-AHMED, H.M. Chemical sterilization of dogs using single bilateral intra-testicular injection of calcium chloride or clove oil. **Alexandria Journal of Veterinary Sciences**, v. 45, n.1, p. 26-32, 2015.

3. ALUWÉ, M.; TUYTTENS, F.A.M; VAN DEN BROEKE, A.; HEYRMAN, E.; MILLET, S. Alternatives for surgical castration: report on the state of the art and ILVO Research. 15ème **Journée Productions porcines et avicoles**, p. 40-48. 2015.
4. ANDRADE NETO, O.; GASPERIN, B.G.; ROVANI, M.T.; ILHA, G.F.; NÓBREGA JR, J.E.; MONDADORI, R.G.; GONÇALVES, P. B.D.; ANTONIAZZI, A.Q. Intratesticular hypertonic sodium chloride solution treatment as a method of chemical castration in cattle. **Theriogenology**, v. 82, n.7, p. 1007–1011, 2014.
5. ATHAYDE, N.B. **Susceptibilidade ao estresse, desempenho e qualidade de carne de suínos de diferentes categorias de castração e níveis de ractopamina**. 2013. 91p. (Tese em Zootecnia)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
6. BAPTISTA, R.I.A.A.; BERTANI, G.R.; BARBOSA, C.N. Indicadores do bem-estar em suínos. **Ciência Rural**, v.41, n.10, p.1823-1830, 2011.
7. BARTICCIOTTO, L.S.; LUNA, S.P.L.; LORENA, S.E.R.S.; TELLES, F.G.; BERTO, D.A. Weight gain, behavioral and cortisol changes after orchietomy with or without local anaesthesia in piglets. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 3, p. 1307-1316, 2016.
8. BATES, J.L.; KARRIKER, L.A.; STOCK, M.L; PERTZBORN, K.M.; BALDWIN, L.G.; WULF, L.W.; COETZEE, J.F. Impact of transmammary-delivered meloxicam on biomarkers of pain and distress in piglets after castration and tail docking. **Plos One**, v. 9, n.12, p.e113-678, 2014.
9. BATOREK, N.; ČANDEK-POTOKAR, M.; BONNEAU, M.; VAN MILGE, J. Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. **Animal**, v. 6, n. 8, p. 1330-1338, 2012.
10. BAUMGARTNER, J.; LAISTER, S.; KOLLER, M.; PFÜTZNER, A.; GRODZYCKI, A. M.; ANDREWS, S.; SCHMOLL, F. The behavior of male fattening pigs following either surgical castration or vaccination with GnRF vaccine. **Applied Animal Behavior Science**, v. 124, n. 1, p. 28-34, 2010.
11. BONASTRE, C.; MITJANA, O.; TEJEDOR, M.T.; CALAVIA, M.; YUSTE, A.G.; ÚBEDA, J.L.; FALCETO, M.V. Acute physiological responses to castration-related pain in piglets: the effect of two local anesthetics with or without meloxicam. **Animal**, v. 10, n.9, p.1474-1481, 2016.
12. BRUNO, H.V.; KIEFER, C.; BRUMATTI, R.C.; SANTOS, A.P.; ROCHA, G.C.; RODRIGUES, G.P. Avaliação técnico-econômica de suínos machos imuno e cirurgicamente castrados. **Ciência Rural**, v.43, n.11, p.2063-2069, 2013.
13. CANAL RURAL. **Até 2024, suinocultura brasileira vai crescer 21%**. 22/07/2016. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/suino/ate-2024-suinocultura-brasileira-vai-crescer-63110>>.
14. ČANDEK-POTOKAR, M.; ŠKRLEP, M.; ZAMARATSKAIA, G. Immunocastration as alternative to surgical castration in pigs. **Theriogenology** v. 6, p. 109-126, 2017.
15. CFMV. Conselho Federal de Medicina Veterinária. **Resolução nº 877**: de 15 de fevereiro de 2008. Disponível em: <<http://portal.cfmv.gov.br/lei/download-arquivo/id/508>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

16. COHEN, R.D.H.; KING, B.D.; THOMAS, L.R.; JANZEN, E.D. Efficacy and stress of chemical versus surgical castration of cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 70, n. 4, p. 1063-1072, 1990.
17. COLONI, R.D. Aspectos da suinocultura brasileira e a produção cárnea. **Jornal dia de campo**. 03/11/2011. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=25446&secao=Artigos%20Especiais>>.
18. COMASSETTO, F.; BEIER, S.L.; FARIAS, F.H.; MENEGASSO, R.B.; REGALIN, D.; TOCHETO, R.; OLESKOVICZ, N. Avaliação analgésica e sedativa de dois protocolos em suínos submetidos à orquiectomia. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.42, n.1, p. 1212, 2014.
19. CORDEIRO, A.F.S.; NÄÄS, I.A.; BARACHO, M.S.; JACOB, F.G.; MOURA, D.J. The use of vocalization signals to estimate the level of pain in piglets. **Engenharia Agrícola**, v.38, n.4, p.486-490, 2018.
20. COSTA, O.A.D; LUDKE, J.V.; COSTA, M.J.R. Aspectos econômicos e de bem estar animal no manejo dos suínos da granja até o abate. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 4., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2005.
21. DEMORI, A.B.; ANDRETTA, I.; KIPPER, M.; LANFERDINI, E.; LEHNEN, C.R. Produção de suínos machos em crescimento: uma meta-análise. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.1, p.130-138, 2015.
22. DIAS, C.P.; SILVA, C.A.; FOPPA, L.; CALLEGARI, M.A.; PIEROZAN, C.R. Panorama brasileiro do bem-estar de suínos. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 16, p.1-15, 2018.
23. DUNCAN, I.J.H. Science-based assessment of animal welfare: farm animals. **Revue scientifique et technique**, v.24, n.2, p. 483- 492, 2005.
24. EINARSSON, S. H.; ANDERSSON, K.; WALLGREN, M.; LUNDSTRÖM, K.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Short- and long-term effects of immunization against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac (TM), on sexual maturity, reproductive organs and sperm morphology in male pigs. **Theriogenology**, v. 71, n. 2, p. 302-310, 2009.
25. EMIR, L.; DADALI, M.; SUNAY, M.; EROL D.; CAYDERE, M.; USTÜN, H. Chemical castration with intratesticular injection of 20% hypertonic saline: a minimally invasive method. **Urologic Oncology: seminars and original investigations**, v.26, n.4, p.392- 396, 2008.
26. FAGUNDES, A.K.; OLIVEIRA, E.C.S.; TENORIO, B. M.; MELO, C.C. S.; NERY, L. T.B.; SANTOS, F.A.B.; ALVES, L.C.; DOUGLAS, R.H.; SILVA JUNIOR, V.A. Injection of a chemical castration agent, zinc gluconate, into the testes of cats results in the impairment of spermatogenesis: A potentially irreversible contraceptive approach for this species? **Theriogenology**, v. 81, n. 2, p. 230-236, 2014.
27. FAHIM, M.S. Chemical castration. United States Patent 5372822, Application No. 206469. **United States Patent and Trademark Office**. 1994. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/db/89/45/456bafd65249d0/US5372822.pdf>>.
28. FÁVERO, J.A.; FIGUEIREDO, E.A.P. Evolução do melhoramento genético de suínos no Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p.420-427, 2009.

29. FERNANDES, A.R.; PENA, M.S.; CARMO, M.A.; COUTINHO, G.A.; BENEVENUTO JUNIOR, A.A. Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de suínos sob castração cirúrgica ou imunológica. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.18, n.2, p.303-312., 2017.
30. GIRI, S.C.; YADAV, P.D.S.; PANDA, S.K. Chemical castration in pigs. **The Indian Journal of Animal Sciences**, v.72, n.6, p. 451-453, 2002.
31. GUIMARÃES, D.; AMARAL, G.; MAIA, G.; LEMOS, M.; ITO, M.; CUSTODO, S. Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no brasil e no mundo e o apoio do BNDES. **BNDES Setorial**, v. 45, p. 85-136, 2017.
32. ITO, M.; GUIMARÃES, D.D.; AMARAL, G.F. Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, n. 44, p. 125-156, 2016.
33. JAROS, P.; BÜRGI, E.; STÄRK, K.D.C.; NOEL, R.; HENNESSY, D.; THUN, R. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. **Livestock Production Science**, v. 92, n. 1, p. 31-38, 2005.
34. KLUIVERS-POODT, M.; ZONDERLAND, J.J.; VERBRAAK, J.; LAMBOOIJ, E.; HELLEBREKERS, L.J. Pain behaviour after castration of piglets; effect of pain relief with lidocaine and/or meloxicam. **Animal**, v. 7, n. 7, p. 1158-1162, 2013.
35. KUTZLER M, WOOD A. Non-surgical methods of contraception and sterilization. **Theriogenology**, v. 66, n. 3, p. 514-525, 2006.
36. KWAK, B.K.; LEE, S.H. Intratesticular injection of hypertonic saline: non-invasive alternative method for animal castration model. **Development & Reproduction**. v. 17, n.4, p.435~440, 2013.
37. LOPES, K.R.F.; SILVA, A.R. Castração química de mamíferos machos: revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.38, n.1, p.49-53, 2014.
38. LUCAS, D.S.; E.T.F. SIQUEIRA, E.T.F.; HAGUIWARA, M.M.H.; AZEVEDO, S.S.; YOTSUYANAG, S.E.; SILVA, T.J.P.; Effect of piglet castration with nonsurgical sterilant on the zootechnical performance and pork carcass quality. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, n.6, p.1487-1496, 2016.
39. MARTINS, P.C.; ALBUQUERQUE, M.D.; MACHADO, I.P.; MESQUITA, A.A. Implicações da imunocastração na nutrição de suínos e nas características de carcaça. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 237, p. 105-118, 2013.
40. MOLENTO, C.F.M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos: revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.1, p.1-11. 2005.
41. OIE. Organização Mundial de Saúde Animal. Código Sanitario para los Animales Terrestres. 19.ed. 2010. Disponível em: <https://www.oie.int/doc/ged/D7599.PDF>
42. OLIVEIRA, E.C.S.; MOURAB, M.R.P.; SÁ, M.J.C.; SILVA JÚNIOR, V.A.; KASTELICE, J.P.; DOUGLAS, R.H.; MARQUES JÚNIOR, A.P. Permanent contraception of dogs induced with intratesticular injection of a Zinc Gluconate-based solution. **Theriogenology**, v. 77, n. 6, p. 1056-1063, 2012.
43. PRADO, T.D.; COSTA, C.D.A.; AMARAL, A.S.Z.; TREICHEL, T.L. Nylon clamps for orchietomy hemostasis in swines. **Ciência Animal Brasileira**, v.19, 1-9, e-47546, 2018.

44. PRUNIER, A.; BONNEAU, M.; VON BORELL, E.H.; CINOTTI, S.; GUNN, M.; FREDRIKSEN, B.; GIERSSING, M.; MORTON, D.B.; TUYTTENS, F.A.M.; VELARDE, A. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. **Animal Welfare**, v. 15, n. 3, p. 277-289, 2006.
45. RYDHMER, L.; LUNDSTRÖM, K.; ANDERSSON, K. Immunocastration reduces aggressive and sexual behavior in male pigs. **Animal** v. 4, n. 6, p. 965-972, 2010.
46. SANTOS, R.K.S.; CALDARA, F.R.; MOI, M.; SANTOS, L.S.; NÄÄS, I.A.; FOPPA, L.; GARCIA, R.G.; BORQUIS, R.R.A. Behavior of immunocastrated pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, n.9, p.540-545, 2016.
47. ŠKRLEP, M.; BATOREK-LUKAČ, N.; MAJA PREVOLNIK-POVŠE M.; ČANDEK-POTOKAR, M. Teoretical and practical aspects of immunocastration. **S Stočarstvo: Časopis za unapređenje stočarstva**, v.68, n.2, p. 39-49, 2014.
48. THUN, R.; GAJEWSKI, Z.; JANETT, F. Castration in male pigs: techniques and animal welfare issues. **Journal of physiology and pharmacology**, v. 57, Suppl 8, p. 189-194, 2006.
49. VON BORELL, E.; BAUMGARTNER, J.; GIERSSING M.; JAGGIN, N.; PRUNIER A.; TUYTTENS F.A.M.; EDWARDS, S.A. Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. **Animal**, v.3, n.11, p 1488–1496, 2009.
50. WARRISS, P. D.; BROWN, S.N.; PAŚCIAK, P. The color of the adductor muscle as a predictor of pork quality in the loin. **Meat Science**, v. 73, n. 4, p. 565-569, 2006.
51. WEILER, U.; GÖTZ, M.; SCHMIDT, A.; OTTO, M.; MÜLLER, S. Influence of sex and immunocastration on feed intake behavior, skatole and indole concentrations in adipose tissue of pigs. **Animal**, v. 7, n. 2, p. 300-308, 2013.
52. World Animal Protection. Consumo às cegas: percepção do consumidor sobre o bem-estar animal. São Paulo:WAP Brasil; 2016.https://d31j74p4lpxrfp.cloudfront.net/sites/default/files/br_files/consumo_as_cegas_latam.pdf

“

Controle de endoparasitoses em galinhas no sistema orgânico de produção

- I Bruna **Poletti**
Departamento de Zootecnia - UFRGS
- I Maitê de Moraes **Vieira**
FAGRO - UFRGS
- I Denise **Iparraguirre**
FAVET/UFRGS
- I Edson Marcelo Gonçalves **Garcia**
- I Cláudia Bos **Wolff**
- I Andrea Troller **Pinto**
FAVET/UFRGS
- I João Fábio **Soares**
FAVET/UFRGS

RESUMO

Objetivo: Avaliar a eficácia de extrato de acácia negra ou *Cina* 200CH no controle de endoparasitas em aves de sistema orgânico de produção. **Métodos:** Foram utilizadas 40 poedeiras com 55 semanas de idade. Testou-se a inclusão de quatro níveis de extrato de acácia negra (0, 150, 300 e 450 mg/kg) na dieta durante 30 dias, e, posteriormente, durante 15 dias foi ministrado, via água, *Cina* 200CH na dosagem de 1mL/L de água. Foram coletadas amostras de excretas das aves no início e no final de cada experimento e posteriormente foi realizada a análise de contagem de ovos por grama de fezes (OPG). Os dados de OPG foram transformados em Log10 e calculou-se a eficácia de cada tratamento. **Resultados:** A adição de 300 e 450mg/kg de extrato de acácia negra apresentaram eficácia de 17,5% e 50,5% na redução de *Ascaris* spp., respectivamente, enquanto a *Cina200CH* obteve um eficácia de 61%. Nenhum tratamento foi eficaz no controle de *Eimeria* spp. **Conclusão:** A adição de 450 mg/kg de extrato de acácia negra na dieta e o uso homeopático da *Cina* 200CH apresentam eficácia acima de 50% no controle de nematódeos em galinhas no sistema orgânico de produção.

Palavras-chave: Homeopatia, Agroecologia, Parasitas Intestinais, Avicultura.

INTRODUÇÃO

A avicultura baseada em sistemas agroecológicos pressupõe a profilaxia como base da sanidade animal e práticas que favoreçam o bem-estar animal e proporcionem o mínimo de impacto ambiental. De acordo com a Regulamentação da Produção Animal Orgânica (BRASIL, 2003; REPAB, 2007), a utilização de produtos químicos e drogas sintéticas é restrita. As opções terapêuticas recomendadas para o manejo sanitário da criação de aves utilizadas em sistemas agroecológicos, orgânicos, caipiras ou alternativos, incluem o uso da fitoterapia, acupuntura e a homeopatia. Tais recomendações são também respaldadas por normas técnicas e diretrizes certificadoras de produção orgânica, e igualmente indicadas para a transição agroecológica (AMALCABURIO, 2008). A homeopatia proporciona a possibilidade de produção de alimentos cumprindo com o papel de promover o crescimento e preservar a saúde das aves, garantindo sua qualidade e quantidade (ALMEIDA, 2013). Esta medicina foi fundamentada em 1796, pelo médico alemão Samuel Hahnemann, e tem como base a experimentação das preparações altamente diluídas e sucussionadas (ANDRADE, 2011b). Todos os fenômenos da homeopatia são repetitivos, previsíveis, quantificáveis, descritíveis e tem relação causa-efeito, assim como, base teórica explicativa (CASALI, 2006). A inserção da homeopatia na agricultura, como prática geral, tem o objetivo de levar saúde ao meio rural; e seus princípios são coerentes com as bases epistemológicas que norteiam o desenvolvimento rural sustentável, sendo apontada como ferramenta à agroecologia (CUPERTINO, 2008). No Brasil, a homeopatia é uma tecnologia sustentável e sua utilização na agricultura orgânica é permitida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), conforme consta na Instrução Normativa nº 17 (IN 17 de 18/6/2014), sem restrição de uso.

O principal entrave associado ao sistema de produção animal orgânico ainda é em relação aos aspectos sanitários (ALMEIDA, 2013), e dentre os mais frequentes problemas que acometem as galinhas domésticas nos sistemas de criação extensiva, destacam-se as parasitoses intestinais. Existe uma variedade muito grande de helmintos que parasitam as aves (BACK, 2002), sendo que os dois grupos com maior importância são os nematódeos e os cestódeos. Os nematódeos são helmintos parasitos cilíndricos, enquanto os cestódeos são denominados vermes chatos pela sua forma de fita (RENNÓ, 2008). O parasitismo por nematóides gastrintestinais é considerado um obstáculo importante na produção animal, e as perdas causadas por esses parasitas estão relacionadas à baixa produtividade, diminuição do ganho de peso dos animais, altos custos com tratamento e profilaxia e também morte de animais (TARBIAT, 2016).

Os aditivos fitogênicos são produtos compostos por óleos essenciais e ou extratos vegetais utilizados nas rações para melhorar o desempenho animal, sem ação de medicamento (SARTORI, 2009). Diversas plantas estão sendo empregadas como fitoterápicas

e antioxidantes, e o extrato de acácia negra é uma delas, pois é rica em taninos condensados (STRINGHINI, 2013). Os taninos são compostos fenólicos altamente reativos quimicamente, formam pontes de hidrogênio intra e intermoleculares (MONTEIRO et al., 2005). Estudos recentes demonstraram que eles podem apresentar efeitos antibacterianos, antiparasitários e antioxidantes sem interferir na digestibilidade dos nutrientes e desempenho dos animais (OMER, 2019; YANG, 2015; KHAN, 2012). A atividade antimicrobiana e a atividade imunoestimulante são, provavelmente, os dois principais mecanismos pelos quais os polifenóis provocam seus efeitos benéficos à saúde dos animais (GRASHORN, 2010; FALLAH, 2013). A cina (*Artemisia cina* Berg) é uma planta originária do Irã, e suas diluições homeopáticas têm sido amplamente recomendadas contra doenças em humanos ou animais (CABARET, 1996). Em aves de postura não encontramos muitos trabalhos com a utilização desta planta, porém o uso de homeopatia e fitoterapia no setor avícola é alvo crescente das pesquisas e com resultados satisfatórios (DIAZ-SANCHES, 2015; ANDRADE, 2011a; BRIONES, 1987).

O uso de aditivos naturais e a administração homeopática na agricultura, já estão bastante difundidos na Europa e Estados Unidos, e começam a ganhar relevância no Brasil, onde ainda, tem grande potencial a ser explorado. Em ruminantes, o uso de aditivos fitoterápicos e homeopatia já vêm sendo utilizado há muitos anos, e apresentam resultados satisfatórios quanto a prevenção de doenças gastrointestinais e resistência aos anti-helmínticos (ANDRADE, 2011b; CABARET, 2002; CABARET, 1996; POLETTTO, 2009; SANTOS, 2016). Entre os principais desafios para que a utilização dessas técnicas avance e se consolide na avicultura, está a necessidade de pesquisa. Dessa forma, são necessários estudos que considerem a utilização de compostos fitoterápicos e/ou homeopáticos para proporcionar segurança sanitária em sistemas de produção como o sistema orgânico, onde os princípios ativos alopáticos não são permitidos.

OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficácia da adição de extrato de acácia negra na dieta e da administração homeopática de *Cina* 200CH no controle de endoparasitas em galinhas de postura criadas em sistema orgânico de produção.

MÉTODOS

Os procedimentos utilizados neste experimento atenderam a todos os princípios éticos e legais para experimentação animal, sendo aprovado na Comissão de Ética no Uso de

Animais (CEUA) da UFRGS sob número 29826 e respeitou as normas e instruções estabelecidas vigentes de produção de ovos orgânicos (BRASIL, 2008; IN 64; BRASIL, 2014 IN 17).

O experimento foi conduzido na Granja Quinta da Passiflora, na cidade de Viamão –RS. A granja possui registro e certificação de produto orgânico, estando vinculada à Associação Agroecológica do Rio Grande do Sul, seguindo todas as normas e instruções estabelecidas, fazendo com que o experimento respeite as legislações vigentes de produção de ovos orgânicos. O experimento não interferiu no sistema de produção da propriedade e nem descaracterizou o sistema orgânico.

Foram utilizadas 40 aves de postura marrons, da linhagem Isa Brown, com 55 semanas de idade e peso inicial de $1,815\text{kg} \pm 0,135\text{kg}$. As aves foram mantidas em galpão com controle de ventilação e luz, alojadas em gaiolas durante 45 dias. Cada gaiola, com dimensões de 90x40cm, posicionada à uma altura de 1,3 m do chão, conteve uma ave. O espaço disponibilizado para cada animal foi acima do recomendado, $375\text{cm}^2/\text{ave}$, no protocolo de Bem-estar de Poedeiras, da União Brasileira de Avicultura (UBA, 2008) e dentro do permitido no sistema de produção de ovos orgânicos, $1666,66\text{ cm}^2/\text{ave}$, de acordo com a IN 17 de junho de 2014. As aves foram selecionadas aleatoriamente em um grupo de aves com a mesma idade da granja, após a seleção elas foram pesadas e alojadas em gaiolas sorteadas. Todas as gaiolas possuíam comedouro e bebedouro individual. A dieta dos animais foi à base de milho e farelo de soja, isoprotéica, isoenergética, baseada nas exigências nutricionais das aves de acordo com as recomendações de Rostagno (2017).

Foram realizados dois experimentos. No experimento I, com duração de 30 dias, as aves foram divididas em quatro tratamentos composto por 10 aves cada. No tratamento 1 as aves receberam dieta controle, nos demais tratamentos as aves receberam a mesma dieta controle adicionada com 150mg/kg, 300mg/kg e 450mg/kg de extrato de acácia negra, respectivamente, on top. O nível de tanino condensado analisado no extrato de acácia negra foi de 78,41%. No Experimento II, as aves foram mantidas em gaiolas, uma ave por gaiola, e foi administrada a *Cina* 200CH através da água de bebida dos animais, em diluição de 1mL para cada 10L de água, durante 15 dias, para todas as aves.

As coletas das excretas foram individuais para cada ave, no início e no final de cada experimento. A coleta foi feita com o auxílio de um saco plástico que foi preso na parte inferior de cada gaiola, e em seguida as amostras foram acondicionadas em potes plásticos com tampa, devidamente identificados, e levadas até o Laboratório de Protozoologia e Rickettsioses Vetoriais da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para análise. A técnica utilizada para contagem de ovos por grama de fezes (OPG) foi a de Gordon & Withlock (1939).

Os dados de ovos por gramas de fezes foram transformados para Log10. Com os dados obtidos, calculou-se a eficácia (%) do uso da *Cina* através da fórmula:

$$EF = \left(\frac{\text{médiaLog10Controle} - \text{médiaLog10Teste}}{\text{médiaLog10Controle}} \right) * 100$$

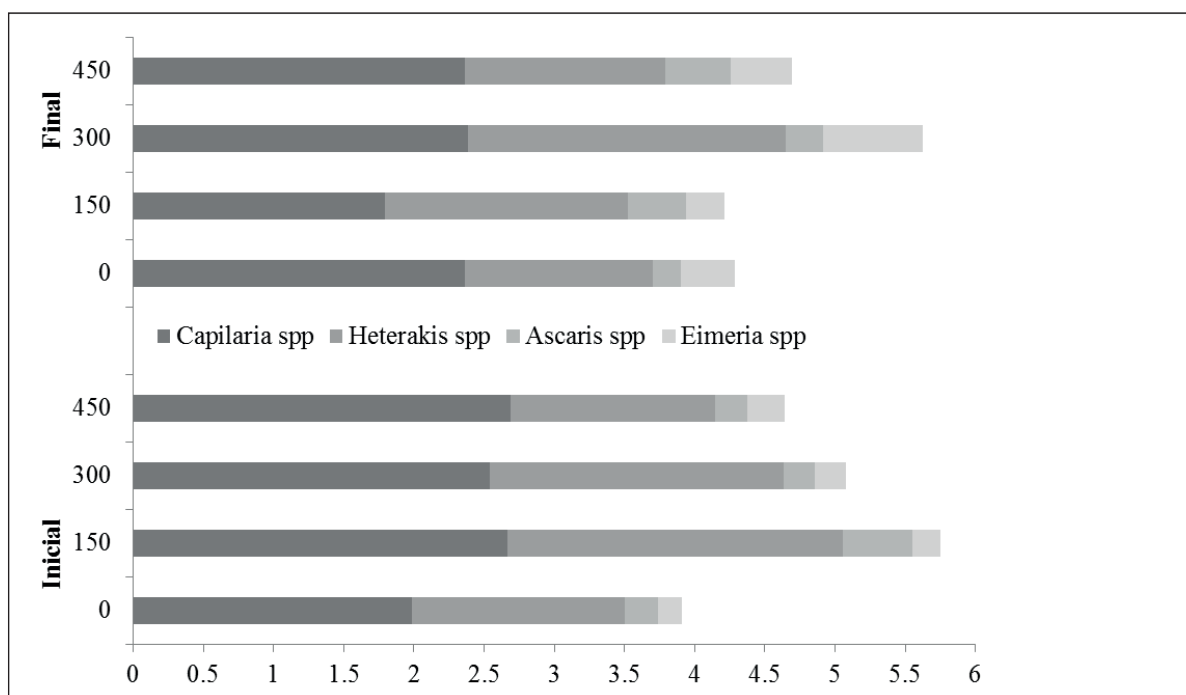
onde o grupo controle foram as amostras coletadas no início de cada experimento, e o grupo teste, as amostras coletadas no final de cada período experimental.

O delineamento experimental foi completamente casualizado e foi realizada a análise de variância utilizando o Software SAS. Os resultados de OPG foram testados a uma probabilidade de 5%.

RESULTADOS

No Experimento I, não houve diferença significativa ($P>0.05$) na contagem de ovos por gramas de fezes com a inclusão de diferentes níveis de extrato de acácia negra na dieta das aves (Figura 1). Os parasitos encontrados pertenciam aos gêneros *Ascaris* spp, *Cappilaria* spp, *Heterakis* spp e *Eimeria* spp. As aves apresentaram-se parasitadas por helmintos (*Ascaris*, *Cappilaria*, *Heterakis*) e protozoários (*Eimeria*) gastrintestinais, sendo helmintos em maior quantidade.

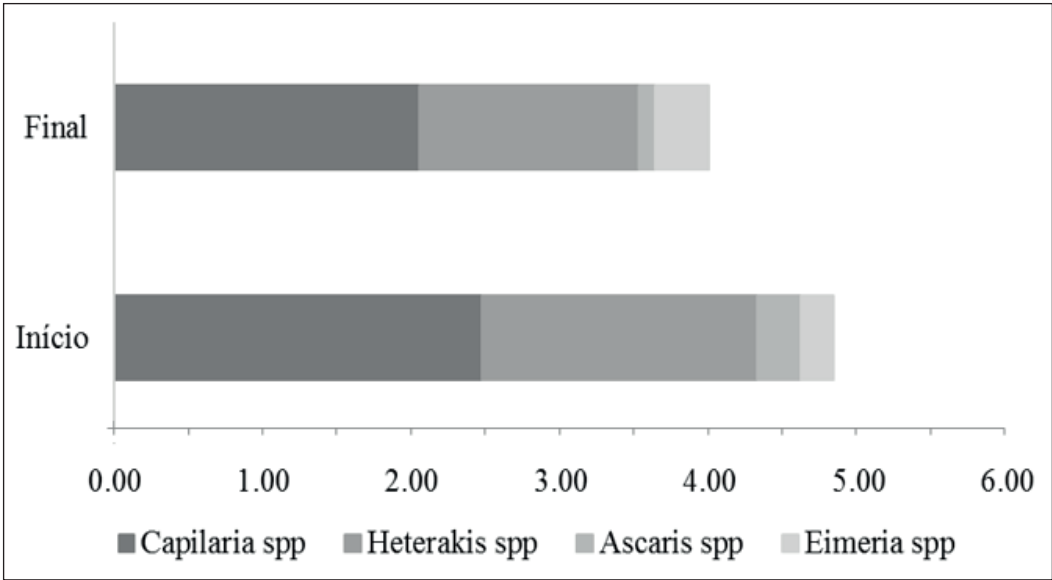
Figura 1. Log10 das médias de ovos por grama de fezes (OPG) de galinhas (n=40) em sistema orgânico de produção, recebendo extrato de acácia negra na dieta para o controle de endoparasitose ($P>0,05$).



No experimento II, não houve diferença significativa ($P>0,05$) na contagem de ovos por gramas de fezes com administração homeopática de *Cina* 200CH (Figura 2). Os parasitos

encontrados pertenciam aos gêneros *Ascaris* spp, *Cappilaria* spp, *Heterakis* spp e *Eimeria* spp. As aves apresentaram-se parasitadas por helmintos (*Ascaris*, *Cappilaria*, *Heterakis*) e protozoários (*Eimeria*) gastrintestinais, sendo helmintos em maior quantidade.

Figura 2. Log10 das médias de ovos por grama de fezes (OPG) de galinhas (n =40) em sistema orgânico de produção, recebendo administração homeopática de Cina200CH para o controle de endoparasitose (P>0,05).



Os cálculos de eficácia nos experimentos I e II resultaram em eficácia positiva no controle de algumas espécies de endoparasitos. No experimento I, a adição de 300mg/kg do extrato de acácia negra na dieta resultou em eficácia 17,5% na redução de infestação por *Ascaris* spp. e 4,5% na redução de infestação por *Heterakis* spp. A adição de 450 mg/kg de extrato de acácia negra na dieta resultou em eficácia de 50,5% na redução de infestação por *Ascaris* spp. Não houve eficácia da adição de extrato de acácia negra na dieta quanto à redução de *Cappilaria* spp. e *Eimeria* spp.. No experimento II, a administração homeopática de *Cina* 200CH foi capaz de reduzir a infestação por *Ascaris* spp em 62,0%, *Heterakis* spp. em 21,0% e *Cappilaria* spp. em 17,0%, no entanto não foi eficaz na redução de *Eimeria* spp (Tabela 1).

Tabela 1. Eficácia(%) de diferentes níveis de inclusão de extrato de acácia negra na dieta e da administração homeopática de Cina200CH na redução de endoparasitoses em aves de postura no sistema orgânico de produção.

		Eficácia (%)			
		Cappilaria spp	Heterakis spp	Ascaris spp	Eimeria spp
Extrato de Acácia Negra	150 mg/kg	15,9	0	0	0
	300 mg/kg	0	0	17,5	0
	450 mg/kg	0	7,5	50,5	0
Artemisia cina	Cina200CH	0	0	61,0	0

DISCUSSÃO

Dentre todos os endoparasitos existentes e que acometem as aves, os principais são aqueles com ciclo direto, via transmissão horizontal (aves para aves) através da ingestão de larvas, ou pelo ciclo indireto requerendo um hospedeiro intermediário como insetos e moluscos (MATTOS, 2019). Os helmintos (*Ascaris*, *Capillaria*, *Heterakis*) são os principais responsáveis pelas infecções intestinais, causando perda de peso, crescimento retardado, diminuição da absorção alimentar entre outros prejuízos (PIRES, 2016). Protozoários do gênero *Eimeria* são causadores da coccidiose aviária, esta doença causa diminuição da postura e despigmentação da pele. Estes prejuízos são maiores quando se refere a galinhas de postura, do que em outras categorias de aves, devido ao tempo de vida no sistema produtivo ser mais longo, pois o período de infestação e aparecimento das formas do parasita se completa entre 5 a 8 semanas, tendo como principais efeitos atraso na produção de ovos e redução no peso do ovo. Estes parasitas adquiriram estratégias evolutivas de maneira a favorecer o sucesso reprodutivo, entre elas a alta capacidade de resistência dos seus ovos às condições do meio ambiente. Nesse sentido, a principal medida profilática é tratar os animais com estratégias anti-helmínticas apropriadas ao sistema de produção orgânico, entre elas fitoterapia, homeopatias, manutenção da higiene de bebedouros, comedouros e realização da remoção das fezes do local onde os animais circulam (DIAS, 2020).

Os gêneros *Ascaridia*, *Capillaria*, *Heterakis*, encontrados na presente pesquisa, também foram observados por Carneiro (2001), Giovannoni (2001), Fernandes et al. (2004), Gomes et al. (2009), Sobral (2010) e Lima et al. (2011), em aves domésticas, sempre em quantidades superiores a outros, levando a considerá-los como os de maior ocorrência nas doenças parasitárias intestinais de aves. Alguns desses autores afirmam que a ocorrência de endoparasitos em galinhas provavelmente está ligada à criação das aves em regime extensivo ou semi-extensivo, em contato direto com o solo, todavia, conforme resultados encontrados nesses estudos, a suspensão dos animais em gaiolas não acarretou em diminuição de infestação de parasitos nos animais que não receberam nenhum tipo de tratamento, e em alguns casos até aumentou a contagem de ovos por grama de fezes.

A fitoterapia e a homeopatia vêm sendo utilizadas em sistemas de criação destinados à produção orgânica e agroecológica, substituindo com êxito a conduta terapêutica alopática, também chamada de convencional (GUELBER SALES, 2005). Aditivos fitogênicos, extratos herbais e homeopatia são conhecidos como moderadores da flora bacteriana do trato digestivo e têm demonstrado bons resultados na produção de frangos de corte e suínos, porém estes aditivos têm sido estudados em menor escala em aves de postura (VASCONCELOS, 2016). Eles atuam como agentes tróficos e como equilibradores da mucosa intestinal, favorecendo o desenvolvimento de bactérias benéficas e reduzindo a colonização das espécies

patogênicas (MAIORKA, 2004), o que explica resultados encontrados neste estudo da redução de endoparasitas nas aves. Bonato et al. (2008) estudando a inclusão de acidificantes e extrato vegetal (óleos essenciais e extratos de plantas contendo saponinas) isolados ou em combinação em dietas para poedeiras comerciais, constataram que os aditivos atuaram melhorando a qualidade do trato gastrointestinal.

São muito escassos os trabalhos que utilizam extrato de acácia negra ou *Cina* no controle de endoparasitoses em aves, sejam domésticas ou silvestres, como fitoterapia e homeopatia, mas existem outros que confirmam seu efeito anti-helmíntico concordando com o presente trabalho, tais como Minho (2006) e Lôbo (2016) que encontraram eficácia de 76% e 81%, respectivamente, utilizando extrato de acácia no controle de endoparasitas em ovinos. Em estudo realizado por Vita (2014) com galinhas domésticas, o autor encontrou alta eficácia da planta *Chenopodium ambrosioides*, seja na forma homeopática ou fitoterápica, na inibição in vitro da eclosão de ovos, com valores variando entre 90,0% a 100%.

Na avicultura de postura, existem diversos trabalhos com a avaliação de aditivos fitoterápicos considerando características de desempenho e qualidade de ovos, porém os trabalhos não envolvem o controle de endoparasitoses. Ainda é pequeno o número de trabalhos com rigor científico suficiente que comprovem a efetividade zootécnica de compostos homeopáticos na avicultura de postura. Considerando a importância da qualidade intestinal das poedeiras para o desempenho e longevidade produtiva das mesmas, informações sobre aditivos fitoterápicos e homeopáticos são convenientes para o fortalecimento do segmento avícola.

A adição de extrato de acácia negra e a administração homeopática de *Cina200CH* foram eficazes na redução de helmintose em galinhas de postura, porém sem efeito para coccidiose. Produtos fitoterápicos e homeopáticos que contenham estes princípios ativos podem ser considerados como uma alternativa para a produção, principalmente em sistemas orgânicos ou caipiras no controle de endoparasitoses.

CONCLUSÃO

A adição de 450 mg/kg de extrato de acácia negra na dieta e a administração homeopática de *Cina 200CH* apresentam eficácia acima de 50% no controle de nematódeos em aves de postura no sistema orgânico de produção.

O extrato de acácia negra e a *Cina200CH* não apresentaram eficácia para o controle de *Eimeria* spp. em aves de postura no sistema de produção orgânico.

AGRADECIMENTOS

À Granja Quinta da Passiflora, por fornecer os animais e as instalações para o experimento.

À empresa Seta, por disponibilizar o extrato de acácia negra.

■ REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, L.R. Manejo de parasitoses em sistema orgânico de produção de leite. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.80, n.1, p.129-134, 2013.
2. AMALCABURIO, R. Homeopatia em frangos de corte criados em sistema de Semi-confinamento alternativo. **Dissertação (Mestrado)**, Programa de PósGraduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.
3. ANDRADE, F.C., CASALI, V.W.D. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.6, n.1, p.49-56, 2011a.
4. ANDRADE, G.M., MOURA, M.S., BARBOSA, F.C. Eficácia do produto homeopático Verm 100® no controle da verminose ovina: resultados parciais. *PUBVET, Londrina*, V. 5, N. 8, Ed. 155, Art. 1046, 2011b.
5. BACK, A. Manual de Doenças de Aves. 1ª edição. Cascavel, p. 190 -191, 2002.
6. BONATO, M.A. Efeito de acidificantes e extratos vegetais sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **Arquivos de Veterinária**, v.24, n.3, 186-192, 2008.
7. BRASIL. Instrução Normativa n. 64 de 18 de dezembro de 2008. Regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal e as listas de substâncias permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção animal e vegetal. Brasília, 19 dez. 2008b. Seção 1, p.21-26.
8. BRASIL. Lei nº 10,831 de 23 de dezembro 2003. Dispõe sobre o sistema orgânico de produção agropecuária. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, 23 dez. 2003. Seção 1, pág.8.
9. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 out. 2011. Seção 1, p.4.
10. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 17 de 18 de junho de 2014. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 jun. 2014. Seção 1, p.32.
11. BRIONES, S. F. Ensayos en pollos “broiler”. **Estudios sobre la Aplicación de Homeopatía en Producción Animal**. Santiago de Chile, 1987.
12. CABARET, J. The homeopathic Cina does not reduce the egg output of digestive-tract nematodes in lambs. **Revue de Medecine Veterinaire**, v.147, n.6, p.445-446, 1996.
13. CABARET, J., BOUILHOL, M., MAGE, CH. Managing helminths of ruminants in organic farming. *Veterinary Research.*, 33(5): 625 – 640, 2002..

14. CARNEIRO, V. S. Composição e estrutura da comunidade de helmintos parasitos de galinhas, *Gallus domesticus* (L.), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. 69 f. **Dissertação (Mestrado em Parasitologia Veterinária)** – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2001.
15. CASALI, V. W. D., CASTRO, D. M., ANDRADE, F. M. C., LISBOA, S. P. **Homeopatia: bases e princípios**. Viçosa: UFV, 140 p., 2006.
16. CUPERTINO, M.C. O conhecimento e a prática sobre homeopatia pela família agrícola. 116f. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)** - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2008.
17. DIAS, A.G.F., et al. Performance, egg quality and ectoparasite control in laying hens at advanced ages supplemented with homeopathic product. *Research, Society and Development*, 9(7): 1-15, 2020.
18. DIAZ-SANCHEZ, S.; D'SOUZA, D.; BISWAS, D.; HANNING, I. Botanical alternatives to antibiotics for use in organic poultry production. **Poultry Science**, v.94, n.6, p.1419–1430, 2015.
19. FALLAH, R., KIANI, A., AZARFAR, A. A review of the role of five kinds of alternatives to in-feed antibiotics in broiler production. **Journal of Veterinary Medicine and Animal Health**, v.5, p. 317-321, 2013.
20. FERNANDES, R.M., et al. Ausência da atividade anti-helmíntica de plantas em frangos de corte naturalmente infectados com *Heterakis gallinarum* (Schranck, 1788) Madsen, 1949. **Ciência Rural** v.34, n.5, p.1629-1632, 2004.
21. GIOVANNONI, M., KUBIAK, G.V.L. Fauna parasitológica paranaense. IV. Lista prévia da ocorrência de helmintos em animais domésticos. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.2, n.4, p.289-292, 2001.
22. GOMES, F.F., et al. Principais parasitos intestinais diagnosticados em galinhas domésticas criadas em regime extensivo na municipalidade de Campos dos Goytacazes -RJ. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 818-822, 2009.
23. GORDON, H.M.; WHITLOCK, H.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of the Council of Scientific and Industrial Research**, v. 12, n.1, p. 50-52, 1939.
24. GRASHORN, M. A. Use of phytobiotics in broiler nutrition - an alternative to in-feed antibiotics? **Journal Animal Feed Science**, v. 19, p.338-347, 2010.
25. GUELBER SALES, M. N. **Criação de galinhas em sistemas agroecológicos**. Vitória, ES: Incaper, 284 p., 2005.
26. KHAN, R.U., et al. Garlic (*Allium sativum*) supplementation in poultry diets: effect on production and physiology. **World Poultry Science**, v.68, p. 417–424, 2012.
27. LIMA, E.M., et al. Perfil parasitológico intestinal de frangos caipiras criados em diferentes sistemas de criação. **Anais 9o Seminário Anual de Iniciação Científica**, Parapuapabas, AM, 2011.
28. LÔBO, I.C.P.D. Eficiência in vitro e in vivo de extratos de duas plantas forrageiras (*gliricidia sepium*, *acacia mearnsii*) sobre nematoides gastrintestinais de caprinos. **Dissertação (Mestrado)** – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Maranhão, 2016.
29. MAIORKA, A.; et al. Utilização de prebióticos, probióticos ou simbióticos em dietas para frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, p.75-82, 2004.

30. MATTOS, P.M., ROSSATO, M.R., ANTONUCCI, A.M. Principais parasitos em aves industriais (frangos, galinhas e perus) – revisão de literatura. **Revista Científica De Medicina Veterinária**, v.16, n. 32, 2019.
31. MINHO, A.P. Efeito anti-helmíntico de taninos condensados sobre nematódeos gastrintestinais em ovinos. **Tese (Doutorado)** – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.
32. MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U. O.; ARAÚJO, E.L. Taninos: uma abordagem da química a ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.
33. OLIVEIRA, I.M.S. et al. A importância dos endoparasitas e ectoparasitoides em animais domésticos: revisão. **Pubvet**, v.10, n.3, p.281-284, 2017.
34. OMER, H.A.A., et al. Impact of adding natural bioactive mixture composed of lemon, onion, and garlic juice at different levels on productive performance, egg quality, and some blood parameters of commercial laying hens. **Bull Natl Res Cent**, v.43, p.137, 2019.
35. PIRES, M. F. Desempenho, qualidade de ovos e parâmetros intestinais de poedeiras leves alimentadas com rações contendo butirato de sódio protegido. 74 f. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.
36. POLETTO, E.J., et al. Uso do Medicamento Homeopático Cina maritima no Controle de Parasitose em Ovinos. *Revista Brasileira De Agroecologia*, v.4, n.2, p 882-885, 2009.
37. RENNÓ, P. P. et al. Endoparasitoses em aves –Revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.6, n. 11, 2008.
38. REPAB. Règlement Européen des Productions Animales Biologiques. Cahier des Charges concernant le mode de production Biologique des Animaux. **Direction des politiques économiques et internationale**, Ministère de l'Agriculture et la Pêche, France. 2007.
39. ROSTAGNO, H.S.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. UFV – Viçosa-MG – 4ª edição, 488p., 2017.
40. SANTOS, S.K., et al. Homeopathy as an Alternative to Control of Verminosis Ewes. *Asian Journal Animal Veterinary Advances*, v.11, n.4, p.235-241, 2016.
41. SARTORI, J. R.; FASCINA, V. B.; CARVALHO, F. B.; GONZALES, E. Atualidades em aditivos: óleos essenciais, prebióticos e probióticos. In: **SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA**, Goiânia. Anais... Goiânia: Associação Goiana de Avicultura, p.54, 2009.
42. SOBRAL, F. E., BRANDÃO, P. A., ATHAYDE, A. C. R. Utilização de fitoterápicos no tratamento de parasitoses em galinhas caipira criadas em sistema semi-extensivo. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 6, n. 1, 1–6, 2010.
43. STRINGHINI, J. H.; MOREIRA, J. S.; SANTOS, B. M.; OLIVEIRA, E. M.; CARVALHO, F. B.; MELLO, H. H. C. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo extrato de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). In: Congresso sobre nutrição de animais jovens - aves e suínos – Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Campinas, 2013(a). **Anais do Congresso sobre Nutrição de Animais jovens – aves e suínos**, Campinas, CBNA, 2013.
44. TARBIAT, B., JANSSENB, D.S., TYDÉNA, S., HÖGLUNDA, J. Comparison between anthelmintic treatment strategies against *Ascaridia galli* in commercial laying hens. **Veterinary Parasitology**, v.226, p. 109-115, 2016.

45. VITA, G. F., et al. Eficácia de *Chenopodium ambrosioides* (erva-de-santa-maria) no controle de endoparasitos de *Gallus gallus* (galinha caipira). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.34, n.1, p. 39–45, 2014.
46. YANG, C.; et al. Phytogenic compounds as alternatives to in-feed antibiotics: potenciales and challenges in application. **Pathogens**, v. 4, p. 137-156, 2015.

“

Crescimento corporal, particularidades e importância econômica das galinhas caipiras: uma revisão

- ▮ Abigail Araújo de **Carvalho**
- ▮ Artur Oliveira **Rocha**
- ▮ Débora Araújo de **Carvalho**
- ▮ Marcos Jacob de oliveira **Almeida**
- ▮ Bruna Lima **Barbosa**
- ▮ Francisco Albir **Lima Júnior**
- ▮ José dos Santos de **Moura**
- ▮ José Lindenberg Rocha **Sarmento**

RESUMO

Este manuscrito foi produzido visando realizar uma revisão de literatura que contemple uma visão geral da importância das galinhas nativas no papel sociocultural, econômico, destacando o seu potencial de mercado, características fenotípicas e curva de crescimento. A esse respeito, o conhecimento das características fenotípicas e produtivas colaboram para um manejo mais eficiente, potencializando a produção e contribuindo positivamente para a conservação e utilização de recursos genéticos animais. Sendo destacado o exemplo das galinhas nativas Canela-Preta, que são bastante difundidas nos estados do Piauí e Maranhão. O conhecimento do padrão de crescimento das galinhas caipiras, é indispensável para se conhecer o desempenho das aves, influenciando diretamente no manejo e no sucesso da produção, sendo um fator crucial na lucratividade do produtor e importante para programas de melhoramento genético. Ao se conhecer a curva de crescimento tem-se um subsídio importante que pode direcionar na escolha dos melhores animais e demonstrar as necessidades nutricionais em cada fase do crescimento animal, possibilitando o estabelecimento de programas alimentares específicos, podendo mostrar também a definição da melhor idade para o abate, sendo este crescimento determinado por modelos não-lineares.

Palavras-chave: Crescimento Corporal, Galinhas Nativa, Melhoramento Genético, Mercado de Aves Caipira, Modelos não-Lineares.

INTRODUÇÃO

Tem-se avançado nas discussões a respeito da importância da conservação e utilização dos recursos genéticos no Brasil. A ótica de que raças de outros países eram melhores que as raças brasileiras vêm perdendo forças a cada dia. Os profissionais brasileiros, mais conscientes das suas capacidades científicas, já ousam na utilização dos recursos genéticos brasileiros como objeto de estudo e como escolha viável para a exploração de raças com maior poder de produção e adaptada ao ambiente em que vive.

O meio rural é visto como portador de soluções para os problemas de desemprego e melhoria da qualidade de vida e minimização da fome no Brasil. Uma das medidas tomadas para a diminuição da fome nacional foi o investimento governamental na agricultura familiar (FAO, 2016). A criação de galinhas caipiras está presente em mais de 90% das propriedades rurais do Brasil (SILVA et al., 2015).

O consumo da carne do frango de corte é o terceiro maior do mundo (GUIMARÃES et al., 2017), ressaltando assim a necessidade de produção de aves em larga escala. É importante deixar em evidência que as raças nativas desempenham o papel de gerar as linhagens industriais, considerando que o frango de corte veio bem depois da existência das raças tradicionais (CARVALHO et al., 2020b). Ao se comparar a existência das raças de galinhas nativas com a seleção de linhagens especializadas essa última trata-se de uma tecnologia relativamente moderna. Essa afirmativa corrobora com a relevância da conservação dessas raças e de seu papel para a avicultura de subsistência e industrial.

A criação de galinhas caipiras é uma atividade laboral produtiva, porém exige planejamento e administração. No Brasil, a procura por carne e ovos dessas galinhas é maior que a produção existente, tornando-se uma atividade de mercado promissor. A exemplo temos as galinhas Canela - Preta, estas são bastante difundidas nos estados do Piauí e Maranhão, o conhecimento de suas características proporciona uma produção mais eficiente, melhorando a produtividade e o alcance para o mercado. Assim as galinhas caipiras não concorrem com o frango industrial em escala de produção e preço de mercado, competindo então pelo sabor e qualidade dos produtos (CARIOCA JUNIOR et al., 2015).

O crescimento é um fenômeno de grande relevância, e a resposta de estudos do desempenho das aves é indispensável para o produtor planejar o desenvolvimento da atividade com maior segurança (LOPES et al., 2011).

A curva de crescimento é aplicada como um auxílio importante na seleção dos melhores animais e a prática de manejo adequados para cada população. O conhecimento da curva de crescimento possibilita priorizar as necessidades nutricionais de cada fase de crescimento, com programas alimentares específicos, e a definição da melhor idade para o abate (LOPES et al., 2011). As curvas de crescimento são estimadas através de equações

matemáticas por meio de modelos não lineares (OLIVEIRA et al., 2000). Assim o objetivo deste estudo é realizar uma revisão de literatura que contemple uma visão geral da importância das galinhas nativas no papel sociocultural, econômico, destacando o seu potencial de mercado, características fenotípicas e curva de crescimento.

DESENVOLVIMENTO

Galinhas crioulas e suas características

Descobertas arqueológicas evidenciam que as primeiras galinhas domésticas datam aproximadamente desde 5.400 a.C., na China. Neste período as galinhas eram criadas com objetivos sagrados, considerando que era proibido o consumo de sua carne. Posteriormente, as aves difundiram-se pela Pérsia e Grécia antiga consequência da cultura de lutas de galos que era comum na época. Com a chegada da invasão romana, essas aves foram introduzidas em todo o seu império, incluindo os países da Península Ibérica (CARVALHO et al., 2020b).

Boa parte dos pesquisadores defendem que as galinhas caipiras chegaram no Brasil no período colonização trazidas da Península Ibérica (Portugal e Espanha), em meados do ano de 1500. Contudo, outra parte dos pesquisadores acreditam que as galinhas crioulas provavelmente tenham sido introduzidas antes da colonização, quando corsários franceses abasteciam seus navios com pau-brasil a partir do escambo, onde as galinhas que sobravam de suas dispensas eram um de seus produtos de troca para com os índios. Porém ambas as correntes de pesquisa acreditam que essas aves foram introduzidas no país pelos europeus (MESQUITA, 1970; FONTEQUE et al., 2014; CARVALHO, 2016). Estudos genéticos realizados recentemente por Carvalho et al., 2020a apontam que as galinhas da raça Canela-Preta têm maior relação genética com aves da região norte da África do que com galinhas europeias.

As galinhas crioulas são popularmente conhecidas como galinhas caipiras, estas por sua vez podem ser definidas como aquelas produzidas soltas a campo com acesso ao verde (vegetação), insetos e que exercem seus hábitos naturais de caçar e ciscar. Essas aves podem ser caracterizadas por serem boas forrageadoras, eficientes na incubação natural e por apresentarem baixa exigência de manejo e controle sanitário, são animais resistentes, criados em estrutura com baixa complexidade, sendo sua alimentação o mais natural possível (CARVALHO et al., 2017; NASCIMENTO 2017)

Nascimento (2017) relata que quase 100% das atividades laborais da agricultura familiar apresenta a criação de galinhas crioulas como principal fonte de renda, onde estas são utilizadas para consumo do produtor e/ou para venda de seus produtos (carne e ovo) como renda.

A carne e ovos da galinha caipira são bastantes aceitos culinariamente em todo o país, com preço comercial diferenciado, com uma demanda crescente por seus produtos, em evidência por consumidores que procuram por uma alimentação produzida em sistemas naturais (CARVALHO, et. al., 2015). Entretanto, a maioria dos pequenos produtores não dispõem de condições para competir com a produção avícola industrial. Assim, deve-se visualizar a avicultura familiar como uma atividade diferenciada e os produtos oriundos da produção tradicional. (CAVALCANTE NETO, 2010).

O mercado das aves e a galinha caipira

Entre os anos de 1930 e 1940 ocorria o “período romântico” da produção de aves, nesta época os criadores começaram a separar as aves de acordo com as suas características e raças, levando em consideração a plumagem, postura, tamanho da carcaça e formato das cristas (MALAVAZZI, 1978).

Após o ano de 1960 foram introduzidos novos sistemas para uma produção de galinhas industrial, que atualmente ainda são utilizados (HELLMEISTER FILHO, 2002). Desde então houve o início da “Especialização de Raças”, ocorrendo a produção em sistema de confinamento em galpões. De 1970 a 1975 ocorreu o período “Super Industrial”, as aves que apresentavam características comerciais, com modelo de produção em confinamento. De 1975 a 1988 surgiu o período de “Exportação” cujo a ave inteira era o principal produto, após este período, surgiu o conhecido como “Processamento” por causa das exigências do mercado internacional e nacional para produzir carne de frangos e seus derivados com grande aceitação de mercado. (HELLMEISTER FILHO, 2002).

Atualmente, a criação intensiva das aves apresenta excelente rendimento de produção e com preço diferenciado no mercado, no entanto o sistema de produção a campo vem atraindo clientes que estão a procura alimentos mais saudáveis, com produção semelhante ao sistema orgânico (PEREIRA, 2019). A carne e o ovo de galinhas crioulas vem sendo cada vez mais aceita na população e a sua procura vem aumentando, sendo então necessário estudos que visem conhecer seus padrões de crescimento e qualidade, para uma melhor direção do manejo na produção de galinhas nativas.

Esse seguimento de mercado assegura ao agricultor familiar uma boa oportunidade de vender seus produtos por um preço diferenciado. A carne da galinha caipira pode ser caracterizada por apresentar sabor, cor e textura mais intensa (GALVÃO JUNIOR et al., 2010). Os produtos dessas aves podem ser comercializados diretamente para o consumidor, em feiras ou supermercados, vivas ou abatidas.

Galinhas Canela-Preta: Histórico e padrão fenotípico de coloração da plumagem

A galinha brasileira Canela-Preta, cujos primeiros exemplares, a nível de pesquisa, foram observados no ano de 2008, na cidade de Curral Novo – Piauí (Latitude: 7° 49' 30" Sul, Longitude: 40° 53' 41" Oeste), que se encontra localizado no Semiárido Piauiense. Essas aves podem ser localizadas em comunidades quilombolas, indígenas e em pequenas propriedades rurais em todo estado do Piauí e em determinados municípios do Maranhão (CARVALHO, 2016).

As galinhas da raça Canela-Preta são caracterizadas por apresentarem carne de coloração diferenciada quando comparadas às demais galinhas caipiras. Essas aves apresentam duplo propósito: produção de carne e ovos. São animais dóceis, de modo a facilitar o manejo, com plumagem de coloração predominantemente preta, algumas aves podem apresentar chuvilhamento na região do pescoço nas cores branca e dourado (no caso das fêmeas) e branco, prata e vermelho (no caso dos machos). Esse chuvilhamento pode se estender em toda plumagem das aves (Figura 01), o que caracteriza dimorfismo sexual. Ambos os sexos possuem coloração da canela predominantemente preta (CARVALHO et al., 2020).

Figura 01. Galinhas caipiras da raça Canela-Preta (Fonte: Débora Araújo de Carvalho)



Determinação genética da cor da plumagem

A galinha foi domesticada principalmente com o objetivo de lazer e o consumo de seus produtos, ovos e carne. O isolamento regional das populações acompanhada com

a seleção de características de plumagem era atraente, o que possivelmente gerou grande variação na coloração e padronização da plumagem observada hoje nas galinhas (MAKAROVA et al., 2019).

A cor da plumagem consiste em uma característica importante nas aves, podendo ser uma característica que determina uma espécie ou raça. A cor da plumagem foi indispensável para o desenvolvimento de referências em biologia, a exemplo a teoria da especiação (MAKAROVA et al., 2019). Essa coloração apresenta um importante papel na adaptação às condições ambientais.

A coloração da plumagem resulta de dois inter-processos relacionados: o mecanismo químico, a coloração como resultado de substâncias que absorvem um determinado comprimento de onda formando as cores do pigmento e o óptico, que se trata do mecanismo com interferência da luz refletindo as microestruturas biológicas das penas, criando as cores estruturais. O mecanismo óptico permite a criação de cores, que não é possível que estas sejam formadas apenas por pigmentos (D'ALBA et al., 2012). Assim, o pigmento e a estrutura das cores não são resultado de dois processos independentes, porém são interligados, sendo a base responsável por toda a variedade de cores.

Loci variantes para a pigmentação da plumagem podem agir modificando a intensidade do pigmento e o outro inibe por completo a produção de pigmentos. O locus branco que é dominante (I), remove completamente a pigmentação preta (HURST, 1905), ou a mutação missense que é responsável por diluir a pigmentação escura pode estar atuando (VAEZ et al., 2008, MAYERSON e BRUMBAUGH, 1981). As galinhas apresentam dimorfismo sexual, assim os machos e fêmeas apresentam diferenças na coloração da plumagem, podendo ser alterado por variantes genéticas (MATSUMINE et al., 1991). A esse respeito é desafiador estudar a distribuição de melanina em todo o corpo, assim como também penas individuais, provavelmente mecanismos moleculares com nível de complexidade maior do que aqueles que definem a simples presença ou ausência de pigmento.

A cor da plumagem pode ser usada como um marcador genético morfológico, sendo útil para a identificação de raças, populações e grupos de reprodução com suas características específicas (MOISEYEVA et al., 2012; MITROFANOVA et al., 2017). O mecanismo genético molecular do surgimento de um certo tipo de cor ainda não é totalmente conhecido, ressaltando que vários genes podem influenciar na mesma característica. Determinados genes ocasionam efeitos primários de cor, outros por sua vez desempenham o papel de modificadores e reguladores afetando a distribuição de zona e região do pigmento, sendo sua distribuição apenas individual (faixas, manchas e outros padrões) (YURCHENKO et al., 2015). A esse respeito a manifestação do pigmento pode ser distinto na cor da plumagem juvenil e adulta de galinhas.

O locus E de extensão polialélicos (MC1R) estabelece o básico da distribuição de eumelanina negra pelo corpo de uma galinha (MAKAROVA et al., 2019). Ressaltando que o seu efeito está sujeito ao alelo específico em MC1R, bem como do sexo e da presença de outros loci interagindo.

Apesar da atuação do MC1R na formação de uma plumagem mais escura seja muito importante, tem outros fatores que intensificam a expressão da eumelanina, como consequência desempenham um papel importante na origem de padrão primário e secundário. O locus eumelanizante descrito com maiores detalhes é o melanótico, este é um autossômico, variante de dominância incompleta, que expande o pigmento escuro em áreas geralmente vermelhas, porém afeta a coloração dos pintinhos (MAKAROVA et al., 2019). Seu efeito concreto, depende do respectivo alelo em MC1R.

O padrão de plumagem secundário é definido por manchas brancas ou a distribuição de eumelanina em penas individuais (SMYTH, 1990).

Grande parte dos padrões geralmente pode ser observado nas versões prata ou ouro, de acordo com a cor de fundo, branca (prata) ou feomelanina marrom-avermelhada (ouro) ou preto.

Crescimento corporal

De acordo Demuner (2016) múltiplos fatores interferem na eficiência do crescimento dos animais, entre eles: a genética, sexo, nutrição, hormônios, ambiente e a sanidade animal. Os animais crescem em função do tempo, podendo ser representado por uma curva sigmoide. Geralmente o crescimento é acompanhado por uma sequência ordenadas de variantes na mutação envolvendo a deposição de proteína e o aumento em comprimento e diâmetro, de forma que não se deve considerar apenas o ganho de peso (GOUS, 2007).

A curva de crescimento animal é dividida em três fases, são elas: ascendente, estabilização e descendentes. No caso das aves a primeira fase é prolongada por um período considerável após a eclosão. A esse respeito, com o passar do tempo a taxa de crescimento sai de acelerada para desacelerada, assim a cada dia que passa o ganho de peso ou de tecido diminui. O ponto de inflexão é a modificação do padrão entre a ascendência e a descendência da curva (BRITO, 2007). Deste modo as primeiras fases de crescimento procedem principalmente do aumento do número de células (hiperplasia), nas fases posteriores advém principalmente do aumento no tamanho das células (hipertrofia) (DEMUNER, 2016).

Na fase da ave mais jovem, o crescimento é notado pelo aumento da proteína corporal o que inclui a deposição de gordura do ganho de peso. Todavia, na galinha adulta também ocorre a deposição de gordura, vale ressaltar que a taxa relativa de síntese proteica é maior na galinha jovem, assim a deposição de gordura aumenta com o passar da idade

do animal. O crescimento dos tecidos inicia no tecido nervoso, ósseo, muscular e adiposo (GONZALES; SARTORI, 2002).

A relevância de se pesquisar o aumento dos músculos está baseada na obtenção do conhecimento dos processos de crescimento corporal, uma vez que a produção de músculo é proporcional a produção de carne. O desenvolvimento muscular ocorre adequadamente pela necessidade de boa sustentação, que a estrutura óssea proporciona. Assim o desenvolvimento dos ossos e músculos necessitam estar associado, para que ocorra o crescimento animal apropriado (MARCATO et al., 2009).

O acúmulo de tecido ósseo ocorre mais rapidamente no tecido ósseo, seguido pelo muscular e o adiposo, a distinção é dada por uma maior ou menor taxa específica de crescimento animal (GONZALES; SARTORI, 2002). Observando essa sequência é possível observar o destino final dos nutrientes no corpo, o que ressalta a relevância do conhecimento do peso e da idade em que as taxas de crescimento corporal diminuem, de modo que, a maior parte dos nutrientes passa a ser enviada para o tecido adiposo, em decorrência do aumento da necessidade de gasto energético (DEMUNER, 2016).

Determinação da curva de crescimento em aves

Cada raça e/ou linhagem animal apresenta uma curva de crescimento específica, devendo então ser observadas em suas condições ideais. As diferentes raças, linhagens e sexo podem apresentar diferença em diversos aspectos, a exemplo o peso, maturidade, composições e taxas de deposição de nutrientes corporais. A esse respeito é necessário o emprego de modelos matemáticos para determinar com melhor precisão a curva de crescimento das aves (DEMUNER, 2016).

Grande parte dos modelos empregados na experimentação avícola se enquadra em modelo linear, porém muitos fenômenos biológicos são mais complexos e melhor descritos por modelos não-lineares, que é o caso da curva de crescimentos nas aves (RONDÓN; MURAKAMI; SAKAGUTIL, 2002).

Antever o crescimento das galinhas, de modo a identificar a taxa máxima de crescimento é de extrema importância para a rentabilidade da produção desses animais. O conhecimento limitado dessa característica produtiva, restringe a implementação de programas com potencial de melhorar a produtividade na criação das aves (MARTÍNEZ et al., 2010).

A curva de crescimento animal pode ser aplicada em: Resumir em poucos parâmetros, as características de crescimento de uma determinada população, uma vez que os principais parâmetros dos princípios não-lineares são de interpretação biológica; calcular o perfil de resposta ao longo do tempo; pesquisar as interações das respostas de tratamento com o tempo; visualizar em uma população os animais com maior peso com menor idade, que

pode ser determinado avaliando a relação entre o parâmetro “K” das curvas de crescimento, uma vez que este mostra a taxa de declínio na taxa de crescimento relativo, e o parâmetro “a”, que refere-se ao peso limite do animal; determinar as variâncias entre e dentro dos indivíduos que é de interesse nas avaliações genéticas (FREITAS, 2005).

As funções de crescimento são classificadas em três categorias: as que descrevem o comportamento apresentando rendimento decrescente; o comportamento sigmoide com um ponto fixo de inflexão, que é o caso dos modelos logístico, Gompertz e Von Bertalanffy; e o com comportamento sigmoide com um ponto de inflexão flexível, a saber Richards, López, weibull (THORNLEY; FRANCE, 2007). Geralmente as funções flexíveis são modelos mais completos, de modo a englobar modelos mais simples para valores particulares de certos parâmetros adicionais (KUHl et al., 2010).

Machado, 2018 estudando a respeito da curva de crescimento nas galinhas Canela-Preta apresentou achados de que, existe diferença na taxa de crescimento entre machos e fêmeas, o que corrobora com o fato da presença do dimorfismo sexual nessa raça de galinha, assim os machos apresentam maior taxa de crescimento. Essa pesquisa também indica que nos sistemas de confinamento e semi-confinamento pode-se alcançar o mesmo peso adulto, todavia existe a possibilidade de que o sistema semi-confinado apresente maior taxa de crescimento em relação ao confinado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção das galinhas caipiras vai além da importância cultural, desempenha importante papel na economia, sendo indispensável para o melhoramento genético de linhagens comerciais, com boa aceitação de mercado.

Existe a necessidade de mais pesquisas a respeito da curva de crescimento de aves caipiras, para auxiliar na potencialização da produção, de modo a melhorar o rendimento econômico do produtor, e suprir as expectativas dos consumidores que estão cada vez mais exigentes. O crescimento das galinhas, pode ser determinado como uma curva sigmoide, por meio de ajustes a modelos não lineares, onde o conhecimento do crescimento corporal das aves contribuem para uma produção mais eficiente e direcionamento da nutrição para cada fase destes animais.

■ REFERÊNCIAS

1. Brito, C. O. 2007 **Avaliação de dietas formuladas com aminoácidos totais e digestíveis e estimativas do crescimento e da deposição de nutrientes em frangos de corte**. 169p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
2. Carioca Júnior, H. R.; Freitas, H. J.; Cordeiro, M. B.; Gomes, F. A. 2015. Efeito da granulometria do milho sobre o desempenho zootécnico e rendimento de carcaça de frangos de corte de linhagem caipira. **Centro Científico Conhecer**. v.11, n.21, p.851- 860.
3. Carvalho, D. A. et al. 2020a. Diversity and genetic relationship of free-range chickens from the northeast region of Brazil. **Animals**. v. 10, 1857.
4. Carvalho, D. A. et al. 2020b. Importância socioeconômica e genética das raças nativas de galinhas caipiras: uma revisão. **Editora Atena**. P, 01-09. Disponível em: <https://www.finersistemas.com/atenaeditora/index.php/admin/api/ebookPDF/3139>.
5. Carvalho, D. A.; Bonafé, C. M.; Almeida, M. J. O.; Rodriguez-Rodriguez, M. P.; Sarmiento, J. L. R.; Silva, M. A.; Oliveira, M. B.; Sousa, P.R.; Carvalho, A.A. 2017. Padrão racial fenotípico de galinhas brasileiras da raça Canela-Preta. **Archivos de Zootecnia**. v. 66 (254), p. 195-202.
6. Carvalho, D. A. 2016. **Caracterização fenotípica e genotípica de galinhas nativas canelas-preta**. 75p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG.
7. Carvalho, D. A., et. al. Caracterização Fenotípica de galinhas caipiras comercializadas como nativas no Ceasa de Teresina-PI. I Simpósio Internacional de Raças Nativas: Sustentabilidade e Propriedade Intelectual. **Anais**. Teresina, 2015.
8. Cavalcante Neto, A. 2010. **Origem do suíno casco-de-burro e sua relação genética com populações ibéricas e americanas**. 291p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal- SP.
9. D'Alba, L., Kieffer, L., Shawkey, M. D. 2012. Relative contributions of pigments and biophotonic nanostructures to natural color production: a case study in budgerigar (*Melopsittacus undulatus*) feathers. **The Journal of Experimental Biology**. v. 215, p. 1272-1277.
10. Demuner, L. F. 2016. **Ajustes de curvas de crescimento e deposição de nutrientes em linhagens de corte com análise econômica**. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. FAO. **Superação da fome e da pobreza rural iniciativas brasileiras**. 2016.
11. Freitas, A. R. 2005. Curva de crescimento na produção animal. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p. 786-795.
12. Fonteque, G.V.; Battilana, J.; Paludo, E. and Lima-Rosa, C.A.V. 2014. Genetic polymorphism of fifteen microsatellite loci in Brazilian (Blueegg Caipira) chickens. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.34, p. 98-102.
13. Galvão Júnior, J. G. B.; Bento, E. F.; Souza, A. F. 2010. Sistema alternativo de produção de aves. **Editora IFRN**. 45p.

14. Gonzales, E.; Sartori, J. S. 2002. Crescimento e metabolismo muscular. In: MARCARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Eds). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 279-298.
15. Gous, R. M. 2007. Methodologies for modelling energy and amino acid responses in poultry. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, p. 263-274.
16. Guimarães, D. D.; Amaral, G. F.; Maia, G. B. S.; Lemos, M. L. F.; Ito, M.; Custódio, S. 2017. **Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 45, p. 85-136.
17. Hellmeister filho, P. 2002. **Efeitos de Fatores Genéticos e do Sistema de Criação Sobre o Desempenho e o Rendimento de Carcaça de Frangos Tipo Caipira**. 77p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – SP.
18. Lopes, F. B.; Silva, M. C.; Marques, E. G.; Ferreira, J. L. 2011. Ajustes de curvas de crescimento em bovinos Nelore da região Norte do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.12, n.3, p.607-617.
19. Kuhl, H. D. et al. 2010. A review of mathematical functions for the analysis of growth in poultry. **World's Poultry Science Journal**. v.66, p. 227-239.
20. Machado, L. P. M. 2018. **Curva de crescimento e características de carcaças de galinhas Canela-Preta em diferentes sistemas de criação**. 67p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus – PI.
21. Malavazzi, G. **Avicultura: Manual prático**. São Paulo: Nobel, 1978. 156 p. Marcato, S. M.; Sakomura, N. K.; Batista, J. K. F.; Nascimento, D. C. N.; Furlan, R. L.; Piva, G. H. 2009. Crescimento e deposição de nutrientes nas penas, músculos, ossos e pele de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 33, n. 4, p. 1159 – 1168.
22. Makarova, A. V.; Mitrofanova, O. V.; Vakhrameev, A. B.; Dementieva, N. V. 2019. Molecular-genetic bases of plumage coloring in chicken. **Journal of Genetics and Breeding**. v. 23 (3), p. 343-354.
23. Martínez, C. A.; Rodríguez, A. P.; Jiménez, A.; Manrique, C. 2010. Descripción matemática de la función gompertz aplicada al crecimiento de animales. **Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia**. v. 57, p. 76-80.
24. Matsumine, H.; Herbst, M. A.; Ou, S. H.; Wilson, J. D.; McPhaul, M. J. 1991. Aromatase mRNA in the extragonadal tissues of chickens with the henry-feathering trait is derived from a distinctive promoter structure that contains a segment of a retroviral long terminal repeat. Functional organization of the Sebright, Leghorn, and Campine aromatase genes. **Journal of Biological Chemistry**. v. 266, 1990-7.
25. Mayerson, P. L.; Brumbaugh, J. A. 1981. Lavender, a chick melanocyte mutant with defective melanosome translocation: a possible role for 10 nm filaments and microfilaments but not microtubules. **Journal of Cell Science**. v. 51, p.25-51.
26. Mesquita, M.B. 1970. **Subsídios para a história da avicultura no Brasil**. Avicultura Industrial. Chácara e Quintais, n. 61. p. 726-729.

27. Mitrofanova O.V.; Dementeva N.V.; Krutikova A.A.; Yurchenko O.P.; Vakhrameev A.B.; Terletskiy V.P. 2017. Association of polymorphic variants in MSTN, PRL, and DRD2 genes with intensity of young animal growth in pushkin breed chickens. **Citologia e Genética**. v, 51(3), p.179- 184
28. Moiseyeva I. G.; Romanov M. N.; Nikiforov A. A.; Avrutskaya T. B. 2012. Studies in chicken genetics. Commemorating the 120th anniversary of the outstanding soviet geneticist A.S. Se-rebrovsky (1892–1948). Russ. **Journal of Genetics**. v. 48(9), p. 869- 885.
29. Nascimento, J. F. 2017. **A criação de galinhas caipiras pelas mulheres do tabuleiro de Muqueim–Areia-PB**. Monografia (Zootecnia) Centro de Ciências -Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
30. Oliveira, H. N.; Lobô, R. B.; Pereira, C. F. 2000. Comparação de modelos não lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.35, n.9, p.1843-1851.
31. Oviedo-Rondón, E. O.; Fritts, C. A.; Waldroup, P. W. 2002. Accuracy of Omnipro II Estimations for Amino Acid Requirements of Broilers. **International Journal of Poultry Science**. v. 1, n. 5, p. 119 – 126.
32. Pereira, T. A. C. 2019. **Panorama da produção e comercialização da galinha caipira em São José do Bonfim na paraíba**. Monografia (Administração) - Universidade Estadual da Paraíba.
33. Silva, R. J.; Silva, M. S.; Filho, A. M. S. 2015. Apoio à autonomia financeira e à promoção social de mulheres e jovens rurais no município de Inhapi, semiárido alagoano. **Extital**. v. 1, n. 1, p. 29-34.
34. Smyth, J. R. 1990. Genetics of Plumage, Skin and Eye Pigmentation in Chickens. In: Crawford R.D. (Ed.). Poultry Breeding and Genetics. Ser.: Developments in Animal and Veterinary Sciences. **Elsevier**. v. 22, p. 109-168.
35. Thornley, J. H. M.; France, J. 2007. Mathematical models in agriculture: quantitative methods for the plant, animal and ecological sciences. 2th ed. Wallingford, **UK: CABI Publishing**.
36. Vaez, M., Follett, S. A., Bed'hom, B., Gourichon, D., Tixier-Boichard, M.; Burke, T. 2008. A single point-mutation within the melanophilin gene causes the lavender plumage colour dilution phenotype in the chicken. **BMC Genet**, 9, 7.
37. Yurchenko O.P.; Vakhrameev A.B.; Makarova A.V. 2015. Additive interactions of genes in the formation of plumage colors in chickens. **Genetika i Razvedenie Zhivotnykh = Genetics and Animal Breeding**. v. 4, p. 41-45.

“

Efeito de ácidos orgânicos na dieta de reprodutores suínos sobre a viabilidade espermática

■ Carlos Augusto Rigon **Rossi**
UFSM

■ Rodrigo Dalmina **Rech**
UFSM

■ Vladimir de **Oliveira**
UFSM

■ Bruno Neutzling **Fraga**
UNIPAMPA

■ Marcos Speroni **Ceron**
UNIFENAS

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de um *blend* de Ácidos Orgânicos (AO) na dieta de reprodutores suínos sobre as características espermáticas. Foram utilizados quatro reprodutores suínos, os quais receberam uma dieta comercial balanceada para reprodutores enriquecida ou não com *blend* de ácidos orgânicos: T1: RC - Ração Comercial específica para machos reprodutores suínos (RC); T2: RC + 200mg kg⁻¹ de AO; T3: RC + 400mg kg⁻¹ de AO; T4: RC + 800mg kg⁻¹ de AO. O número de membranas íntegras do T3 foi 11,78%, 2,65% e 2,99% superior ($p < 0,05$) a T1, T2 e T4, respectivamente. Em relação aos espermatozoides normais, o T4 foi 16,12% superior ($p < 0,05$) ao T1. Os defeitos de cauda e gota citoplasmática do T1 foram 48,44%, 38,00% e 20,74% superior ($p < 0,05$) a T2, T3 e T4, respectivamente. A Motilidade Espermática Total do T1 foi 12,85% superior ($p < 0,05$) ao T3. Já em relação ao Vigor, o T3 foi 14,18% superior ($p < 0,05$) ao T2. As variáveis de cinética espermática não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) entre os tratamentos avaliados. A inclusão de ácidos orgânicos na dieta melhorou a viabilidade espermática das doses inseminantes, aumentou o número de membranas íntegras, a percentagem de espermatozoides íntegros e reduziu a percentagem de alterações nas células espermáticas.

Palavras-chave: Cinética Espermática, Espermatozoide, Morfologia Espermática, Motilidade Espermática.

INTRODUÇÃO

A suinocultura tem se destacado pela utilização de biotecnologias para produzir com maior eficiência e de forma cada vez mais sustentável. Os avanços nas áreas de nutrição, ambiência, melhoramento genético, sanidade e reprodução contribuíram para que a produção de suínos adquirisse caráter industrial, além de uma importante atividade geradora de divisas (MARTINS et al., 2018). Porém, no dia a dia de campo, a identificação de problemas reprodutivos, com precisão e de forma rápida, ainda continua deficiente, o que pode resultar em perdas econômicas ao produtor.

A eficiência reprodutiva em rebanhos suínos é cada vez mais dependente da capacidade fecundante dos espermatozoides dos doadores de sêmen nas Centrais de Inseminação Artificial (CIAs) (ALMOND et al., 1994). Nesse sentido, a avaliação espermática dos reprodutores é uma técnica que pode gerar valiosas informações sobre a qualidade do macho utilizado como doador de sêmen. Assim, ao identificar problemas de fertilidade dos machos eliminam-se os questionamentos atribuídos às fêmeas, o que evita descartes desnecessários e perdas econômicas.

O uso do resfriamento de Doses Inseminantes (DI) de suínos auxilia na preservação das células espermáticas em decorrência da desaceleração dos processos metabólicos celulares (ALMOND et al., 1994). No entanto, o espermatozoide suíno é particularmente sensível ao resfriamento e pouco resistente a baixas temperaturas (DE LEEUW et al., 1991). Por este motivo, o sêmen utilizado na biotécnica da Inseminação Artificial (IA) é, em geral, diluído e armazenado a uma temperatura entre 15 a 18°C (GLOSSOP, 1996). Portanto, muitos estudos são concentrados na melhoria da qualidade seminal através da inclusão de antioxidantes tanto na ração quanto no diluente de sêmen para prevenir os danos causados pelas Espécies Reativas ao Oxigênio (ROS). Esses quando em excesso podem provocar danos que afetam a qualidade espermática tais como a perda da motilidade de forma irreversível, a inibição da respiração espermática, as lesões ao DNA espermático e mitocondrial e as perdas de enzimas intracelulares, o que interfere na capacidade fecundante do espermatozoide (TONIOLLI, 2012).

Os antioxidantes, ácido ascórbico e tocoferol, utilizados nas dietas de reprodutores suínos, estimulam os mecanismos de defesa das células espermáticas na prevenção de danos causados por radicais livres das várias estruturas, tais como testículos, epidídimo e, principalmente, no sêmen, inclusive no processamento (AUDET et al., 2004; ESKENAZI et al., 2005; SÖNMEZ et al., 2005; AKMAL et al., 2006; EID et al., 2006; MANSOUR et al., 2006). Na mesma linha de pensamento, o uso de fitoquímicos, como os flavonoides e compostos fenólicos apresentam atividades antioxidantes e mostram efeitos protetores contra

o cloreto de alumínio, responsável por disfunção testicular, deterioração da qualidade do sêmen e redução da concentração de testosterona (YOUSEF & SALAMA, 2009).

No entanto, na maioria das vezes, o uso desses compostos antioxidantes é efetivo quando utilizado diretamente no sêmen criopreservado (LUÑO et al., 2014; LUÑO et al., 2015). Além disso, grande parte dos trabalhos existentes na literatura utilizam os antioxidantes de forma isolada no processo de criopreservação em meios de congelamento e descongelamento.

OBJETIVO

Avaliar a inclusão de um *blend* (composto) de ácidos orgânicos na dieta de suínos reprodutores para melhorar a viabilidade espermática.

MÉTODOS

Delineamento experimental

O estudo foi realizado no Laboratório de Andrologia Veterinária (ANDROLAB) do Departamento de Clínica de Grandes Animais da Universidade Federal de Santa Maria - RS (DCGA UFSM), no período de outubro de 2019 a setembro de 2020, onde foram utilizados quatro reprodutores suínos de linhagem comercial MS 115. Todos os procedimentos envolvidos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sob protocolo número 7311050517.

Os animais foram alojados em baias individuais de doze metros quadrados (12 m²), alimentados com 2,3 kg d⁻¹ de ração comercial balanceada, específica para reprodutores suínos (Tabela 1), a qual foi enriquecida ou não com o *blend* de Ácidos Orgânicos (AO). Os tratamentos (T) foram elaborados de modo a considerar o consumo de ração semanal, perfazendo quatro tratamentos: T1 - Ração Comercial (RC) específica para suínos reprodutores; T2 - RC + 200 mg kg⁻¹ de AO; T3 - RC + 400 mg kg⁻¹ de AO; T4 - RC + 800 mg kg⁻¹ de AO. O *blend* era constituído de ácido láctico (180 g kg⁻¹), vitamina C (5.200 g kg⁻¹), flavonoides (344 mg kg⁻¹), ácido cítrico (400 g kg⁻¹), ácido fosfórico (15 g kg⁻¹) e ácido fumárico (20 g kg⁻¹).

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4x4, onde todos os animais passaram por todos os tratamentos. O tempo de espermatogênese foi fixado em 45 dias, período ao qual os animais receberam a inclusão do *blend* na dieta. Neste período, foram coletados dados basais e, nos dias subsequentes (45 dias seguintes), coletou-se os dados reais para avaliação dos possíveis efeitos do *blend*, sendo estes dados considerados.

Tabela 1. Composição centesimal e calculada da ração comercial para reprodutores suínos.

Ingrediente	Quantidade (%)
Milho	68,221
Farelo de soja	28,22
Óleo vegetal	0,747
Fosfato bicálcico	1,361
Calcário calcítico	0,812
Sal comum	0,329
Mistura mineral ¹	0,100
Mistura vitamínica ²	0,100
L-lisina-HCl	0,100
BHT	0,01
Total	100,00
Composição calculada³	
Proteína bruta	17,50
ED (kcal kg ⁻¹)	3,340
Sódio	0,20
Cloro	0,33
Fósforo disponível	0,50
Lisina total	0,950
Lisina digestível	0,80

¹Conteúdo/kg (Content/kg): I - 1.500 mg, Co - 1.000 mg, Cu - 10.000 mg, Zn - 10.000 mg, Mn - 40.000 mg. ²Conteúdo/kg (Content/kg): Vit. A - 8.500.000 UI, Vit. D3 - 1.300.000 UI, Vit. E - 20.000 mg, Vit. K3 - 2.000 mg, Tiamina (Tiamine) 2.000 mg, Riboflavina (Riboflavine) - 5.000 mg, Piridoxina (Piridoxine) - 1.600 mg, Vit. B12 - 25.000 mcg, Niacina (Niacine) - 40.000 mg, Pantotenato de cálcio (Calcium panthotenic) - 15.000 mg, Biotina (Biotin) - 120 mg, Selênio (Selenium) - 150 mg, Antioxidante (Antioxidant) - 30.000 mg. ³Composição calculada de acordo com tabelas de Rostagno et al., 2017.

Coleta, avaliação e produção das doses inseminantes

Os ejaculados foram coletados pelo método de mão enluvada, no período da manhã (HANCOCK & HOWELL, 1959). Os ejaculados dos reprodutores cumpriram os requerimentos mínimos para uso em inseminação artificial, conforme a literatura preconiza: 70% de motilidade total e máximo 20% de defeitos morfológicos (BORTOLOZZO et al., 2005).

O sêmen *in natura* foi pesado e analisado, depositando uma gota entre lâmina/lâminula, previamente aquecidas a 38°C, sob aumento de 400 vezes em microscópio de contraste de fases.

Avaliou-se a Motilidade espermática Total (MT%) e o Vigor Espermático (VIG (0-5)). Com uma diluição inicial de 1:1000 (sêmen / solução formol-salina tamponada), em microtubo tipo *ependorf*, a concentração espermática foi ajustada para 30×10^7 espermatozoides mL^{-1} , através da técnica de contagem em câmara hemocitométrica. Prosseguindo, diluiu-se o ejaculado em *Beltville Thawing Solution* (BTS) (Minitub, Alemanha), considerado diluente de curta duração (3 dias de conservação). Essas foram diluídas de modo a conter $1,5 \times 10^9$ espermatozoides por DI de 45 mL de volume total e, posteriormente, armazenadas em conservadora, sob temperatura de 17°C, como descrito na literatura (CBRA, 2013).

Análises microscópicas

Avaliou-se MT e VIG, da forma já descrita, bem como por meio do *software ImageJ* as variáveis de Velocidade Curvilínea (VCL - $\mu\text{m/s}$), Velocidade Linear Progressiva (VSL - $\mu\text{m/s}$), Velocidade Média da Trajetória (VAP - $\mu\text{m/s}$), Amplitude de Deslocamento Lateral da Cabeça (ALH μm), Frequência de Batimento Flagelar Cruzado (BCF - Hz), Oscilação do Caminho Real (Wobble WOB), Retilinearidade (STR - %) e Linearidade (LIN - %), conforme descrito por Wilson-Leedy & Ingermann (2007), através de uma câmera Erekam 5.0 Plus (Monza, Itália), acoplada ao microscópio. Estas análises foram realizadas nas horas 0, 24 e 72 após a produção das DI. A avaliação da viabilidade espermática foi prolongada além do período de conservação do BTS, a fim de observar o comportamento da DI até seu limite de conservação.

A morfologia espermática foi avaliada empregando-se a técnica de esfregaço com corantes eosina-nigrosina, a partir da seguinte técnica: em uma lâmina desprezou-se uma alíquota do sêmen pré-diluído, seguida por outra fração dos corantes eosina/nigrosina, na proporção 1:1, realizando o esfregaço. A lâmina produzida foi analisada sob imersão, a um aumento de 1000 vezes em microscópio óptico, onde foram contadas 200 células, estas classificadas morfolologicamente de acordo com a literatura (CBRA, 2003).

Análise estatística

Os dados foram analisados usando o SAS Studio (SAS, 2015). Primeiramente os dados foram submetidos ao teste de normalidade. Após esta etapa, confirmada a normalidade, procedeu-se à ANOVA, teste de Tukey (5%) e análise de regressão. Variáveis que não apresentaram normalidade foram analisadas pelo teste de Kruskal Wallis a 5% de significância.

RESULTADOS

O volume espermático diferiu entre tratamentos ($p < 0,05$), sendo o T3 o que resultou em menor quantidade de ejaculado (Tabela 2). A concentração espermática do T1 foi 38,96% superior ($p < 0,05$) em relação ao T2. O volume espermático diferiu entre tratamentos ($p < 0,05$), sendo o tratamento com 400mg de inclusão do *blend* que resultou em menor quantidade de ejaculado. Em relação ao número de doses, o T1 foi 33,02% e 48,00% superior ($p < 0,05$) se comparado aos T2 e T3, respectivamente.

O número de membranas íntegras do T3 foi 11,78%, 2,65% e 2,99% superior ($p < 0,05$) a T1, T2 e T4, respectivamente (Tabela 3). Em relação aos espermatozoides normais, a inclusão dos AO na dieta, resultou em um aumento 16,12% ($p < 0,05$) de células normais no T4, se comparado ao T1. Os defeitos de cauda e gota citoplasmática do T1 foram 48,44%, 38,00% e 20,74% superior ($p < 0,05$) a T2, T3 e T4, respectivamente.

Nos parâmetros de velocidades espermáticas, a suplementação de ácidos orgânicos influenciou a MT e o Vigor (Tabela 4). A MT do T1 foi 12,85% superior ($p < 0,05$) ao T3. Já em relação ao Vigor, o T3 foi 14,18% superior ($p < 0,05$) ao T2. As variáveis de movimentos espermáticos VCL, VAP, VSL, WOB, LIN e STR não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) entre os tratamentos avaliados.

Tabela 2. Produção espermática e pH dos tratamentos com diferentes concentrações de Ácidos Orgânicos suplementados na dieta de reprodutores suínos (média $\pm$ erro padrão da média).

Variáveis	Tratamentos				CV (%)
	T1	T2	T3	T4	
Volume	255,58 $\pm$ 19,66 ^a	292,45 $\pm$ 9,26 ^a	162,90 $\pm$ 15,25 ^b	255,05 $\pm$ 18,24 ^a	23,10
Conc.	382833333 $\pm$ 17331147,78 ^a	233670833 $\pm$ 16261494,97 ^b	315583333 $\pm$ 17294445,62 ^{ab}	351100000 $\pm$ 58414610,04 ^a	35,30
Nº SPTZ	1.015739e ⁻¹¹ $\pm$ 1.115205161e ^{-10a}	6.803577e ⁻¹⁰ $\pm$ 4661814749 ^b	5.280780e ⁻¹⁰ $\pm$ 6599194406 ^b	7.918223e ⁻¹⁰ $\pm$ 8913742560 ^{ab}	37,68
Nº DI	33,85 $\pm$ 3,71 ^a	22,67 $\pm$ 1,55 ^b	17,60 $\pm$ 2,19 ^b	26,39 $\pm$ 2,97 ^{ab}	37,68
pH	7,00 $\pm$ 0,04 ^{ab}	6,92 $\pm$ 0,03 ^b	7,03 $\pm$ 0,01 ^a	7,10 $\pm$ 0,03 ^a	1,70

Conc. = concentração espermática do ejaculado por mL; Nº SPTZ = número de espermatozoides totais estimados no ejaculado; Nº DI = número de doses inseminantes produzidas; CV (%) == coeficiente de variação; ^{a,b} Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey e Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Tabela 3. Parâmetros de viabilidade espermática entre diferentes concentrações de Ácidos Orgânicos suplementados na dieta de reprodutores suínos (média $\pm$ erro padrão da média).

Variáveis	Tratamentos				CV (%)
	T1	T2	T3	T4	
Mem. Íntegras	73,38 $\pm$ 3,04 ^{bc}	80,97 $\pm$ 1,35 ^{ab}	83,18 $\pm$ 1,74 ^a	80,69 $\pm$ 1,64 ^b	37,18
SPTZ normais	72,04 $\pm$ 1,85 ^b	82,67 $\pm$ 1,64 ^a	80,64 $\pm$ 1,65 ^a	85,89 $\pm$ 0,95 ^a	18,44
D. Ter	0,08 $\pm$ 0,03	0,04 $\pm$ 0,02	0,02 $\pm$ 0,01	0,06 $\pm$ 0,02	308,89

Tratamentos					
Variáveis	T1	T2	T3	T4	CV (%)
D. de PI	6,75±1,09	5,35±0,60	4,78±0,52	4,58±0,47	77,11
D. de GC	19,92±1,33 ^a	10,27±1,18 ^b	12,35±1,46 ^b	8,14±0,58 ^b	65,42
D. de Cabeça	1,20±0,22	1,06±0,21	0,78±0,13	0,90±0,14	122,38

Mem. Íntegras = membranas íntegras; SPTZ normais = espermatozoides normais; D. Ter = defeitos teratológicos; D. de PI = defeitos de peça intermediária; D. de GC = defeitos de gota citoplasmática; D. de Cabeça = defeitos de cabeça; CV (%) = = coeficiente de variação; ^{a,b}Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey e Kruskal- Wallis (p < 0,05).

Tabela 4. Parâmetros de cinética espermática entre diferentes concentrações de Ácidos Orgânicos suplementados na dieta de reprodutores suínos (média ± erro padrão da média).

Tratamentos					
Variáveis	T1	T2	T3	T4	CV (%)
MT	80,33±0,02 ^a	75,83±0,01 ^a	70,0±0,01 ^b	74,56±0,01 ^{ab}	13,88
VCL	117,52±5,22	118,59±4,81	122,71±4,90	114,85±3,81	25,68
VAP	50,92±1,34	51,39±1,28	52,17±1,25	52,94±1,23	16,21
VSL	30,60±2,07	31,55±1,38	31,95±1,41	30,42±1,36	31,15
WOB	0,45±0,02	0,46±0,01	0,46±0,02	0,48±0,02	29,32
LIN	0,28±0,02	0,29±0,01	0,28±0,01	0,28±0,01	39,96
STR	0,60±0,03	0,60±0,01	0,59±0,01	0,56±0,01	24,77
Vigor	2,83±0,20 ^{ab}	2,54±0,10 ^b	2,96±0,10 ^a	2,80±0,11 ^{ab}	28,02

MT = motilidade espermática total (%); VCL (µm/s) = velocidade curvilínea; VSL (µm/s) = velocidade linear progressiva; VAP (µm/s) = velocidade média da trajetória; ALH (µm) = amplitude de deslocamento lateral da cabeça; BCF (Hz) = frequência de batimento flagelar cruzado; WOB (Wobble) (%) = oscilação do caminho real; STR (%) = retilinearidade; LIN (%) = linearidade. CV (%) = coeficiente de variação; ^{a,b} Letras diferentes entre colunas diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal Wallis (p < 0,05).

DISCUSSÃO

A biotecnologia da inseminação artificial atingiu o estágio de ser um componente indispensável e integral das tecnologias de reprodução animal (BELLO & IDRIS, 2019). Na produção suína moderna é constante o aprimoramento dos meios e técnicas de conservação de sêmen suíno. Apesar da disponibilidade de numerosos extensores de sêmen, uma maior proteção antioxidante dos gametas masculinos é altamente necessária, o que pode ser alcançado pela suplementação de biomoléculas naturais, como os bioflavonoides ĎURAČKA et al., (2019), TVRDÁ et al., (2020) e ácido ascórbico (BELLO & IDRIS, 2019).

Alguns estudos acrescentando 300mg de ácido ascórbico na dieta LIN et al. (2000), apresentaram menor percentagem de anormalidades espermáticas em condições de estresse pelo calor, fato que pode ser explicado, pois, em tais condições, a resposta ao ácido ascórbico é aumentada (MAHAN et al., 2004). Em condições de deficiência nutricional de ácido ascórbico, a produção de sêmen, a motilidade espermática e a morfologia podem ser

afetadas negativamente (MAHAN et al., 2004; BELLO et al., 2019). Isto pôde ser observado neste estudo para os tratamentos com menor inclusão do *blend* a dieta. Já, a inclusão de 1.000mg dia⁻¹ AUDET et al. (2004), e de 350mg dia⁻¹ WILSON et al. (2001), respectivamente, na dieta, os autores não observaram diferenças entre os tratamentos e parâmetros avaliados. Outros autores analisando dados e resultados, consideram desnecessária e pouco conclusiva a adição da vitamina C na dieta (MAHAN et al., 2004). Ao contrário, THIELE et al. (1995), afirmam que os níveis de ácido ascórbico seminal se correlacionam positivamente com a percentagem de espermatozoides morfolologicamente normais e negativamente com o índice de fragmentação de DNA. BELLO et al. (2019), ao utilizar ácido ascórbico na dieta de humanos, observaram que a concentração de ácido ascórbico no plasma seminal resultou em um baixo nível de contagem espermática, motilidade espermática reduzida e maiores taxas de espermatozoides morfolologicamente anormais e de aglutinação espermática. Neste estudo foi observado que a percentagem de células espermáticas morfolologicamente normais foi maior no tratamento com maior adição do *blend* de AO em relação a dieta sem o aditivo. Além disso, os defeitos morfológicos (defeitos de gota citoplasmática) foram menores em relação ao grupo que não recebeu o *blend* de AO na dieta.

A capacidade de preservação relativamente alta dos diluentes de sêmen, pode ser perdida devido ao estresse oxidativo decorrente do processamento e armazenamento das doses e, conseqüentemente, uma parte substancial dos espermatozoides. Esses possuem uma capacidade limitada de neutralizar as conseqüências deletérias da superprodução de espécies reativas de oxigênio (ROS) (TVRDÁ et al., 2020). As conseqüências são danos excessivos aos lipídios, às proteínas e ao DNA da célula espermática que podem prejudicar a atividade funcional e o potencial de fertilização dos gametas masculinos (ĎURAČKA et al., 2019). Nesse sentido, os espermatozoides de suínos são frequentemente afetados pela ocorrência de gotículas citoplasmáticas proximais ou distais, que foram estabelecidas como fontes primárias de ROS intracelular no sêmen e associado a graves alterações oxidativas na qualidade do espermatozoide (RODRÍGUEZ, et al., 2013). Além disso, um número relativamente alto de leucócitos e macrófagos como uma fonte adicional de ROS é frequentemente encontrado no sêmen de cachorros (TVRDÁ et al., 2020).

Outros estudos sugerem que os flavonoides têm a capacidade de proteger a membrana plasmática da célula espermática, assim como as estruturas acrossomais, a função mitocondrial e a estabilidade do DNA em espermatozoides de coelho JOHINKE et al. (2014), e bovino TVRDÁ et al. (2016), submetidos ao estresse oxidativo induzido. Neste estudo, os dados coletados indicam que a presença da combinação de ambas as biomoléculas de ácido ascórbico e bioflavonoides no extensor BTS resultou em uma melhoria significativa da integridade estrutural do espermatozoide e da sua atividade funcional.

O *blend* de AO, de modo geral, não influenciou a MT, o que pode ser atribuído a baixa influência da liberação de energia no meio diluente. Resultados diferentes foram obtidos por GIARETTA et al. (2015), ao utilizarem ácido ascórbico como aditivo em meio de congelamento e descongelamento com maiores valores de motilidades e viabilidades espermáticas. PARRILLA et al. (2005), demonstram que o período de 10h a 18°C reduz significativamente a motilidade e a viabilidade dos espermatozoides de suínos, enquanto a capacidade de fertilização é significativamente limitada após 5h de armazenamento. Portanto, a adição de antioxidantes não aumentou a percentagem de células espermáticas viáveis. Nesse contexto, de acordo com a literatura, deve-se lembrar que a manutenção da motilidade espermática satisfatória é um pré-requisito primordial para uma IA bem sucedida e subsequente prenhez nos sistemas de produção de suínos (TVRDÁ et al., 2020).

Neste estudo as variações de pH, no diluente, permaneceram dentro dos valores recomendados na literatura (6,8 a 7,2) (GADEA, 2003). Em relação ao número de doses inseminantes possíveis de serem elaboradas, observamos que houve redução conforme a maior percentagem do *blend* de AO nas dietas. Este fato foi observado ao se comparar os dados de concentração espermática, a qual é favorável a dieta que não recebeu o *blend* de AO. De acordo com BORTOLOZZO et al. (2005), a concentração e motilidade espermáticas são talvez as avaliações mais frequentemente realizadas antes do processamento de um ejaculado, pois demandam pouco tempo e são imprescindíveis para o cálculo do número de doses a serem produzidas por ejaculado. Em vista dos argumentos apresentados podemos estimar, efetivamente, que há poucos benefícios ao incluir o *blend* de ácidos orgânicos na dieta de cachacos.

Um dos principais objetivos da espermatologia é desenvolver métodos para correlacionar as características espermáticas com fertilidade e tentar simplificar o processo de avaliação e seleção dos reprodutores. Portanto, devemos ter em mente que a maioria dos testes não permite a análise simultânea de todas as características espermáticas essenciais para a fecundação. Nesse sentido, mais estudos são necessários para elucidar os mecanismos e sinergismos entre componentes da mistura e suas influências na dose inseminante.

CONCLUSÃO

A inclusão de ácidos orgânicos na dieta melhorou a viabilidade espermática das doses inseminantes, aumentou o número de membranas íntegras, a percentagem de espermatozoides íntegros e reduziu a percentagem de alterações nas células espermáticas.

■ REFERÊNCIAS

1. AKMAL, M. et al. Improvement in human semen quality after oral supplementation of vitamin C. *Journal of Medicinal Food*, v. 9, n. 3, p. 440-442, 2006.
2. ALMOND, G. W. **The swine AI book: a field and laboratory technician's guide to artificial insemination in swine**. 2 ed. Minitube of America, 1994. 108p.
3. AUDET, I. et al. Effect of vitamin supplements on some aspects of performance, vitamin status, and semen quality in boars. *Journal of Animal Science*, v. 82, n. 2, p. 626-633, 2004.
4. BELLO, T.; IDRIS, S. Y. Antioxidative roles of ascorbic acid and tocopherol in semen preservation a review. *Journal of animal production research*, v. 31, n. 2, p. 65-72, 2019.
5. BORTOLOZZO, F. P. et al. Exame do ejaculado. In: Bortolozzo, F. P.; Wentz, I. **Suinocultura em ação: inseminação artificial na suinocultura tecnificada**. Porto Alegre: Pallotti, 2005, cap. 2, p. 69- 90.
6. Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 3 ed. Belo Horizonte: CBRA, 2013.
7. DE LEEUW, F. E.; COLENBRANDER, B.; VERKLEIJ, A. J. The role membrane damage plays in cold shock and freezing injury. *Reproduction in Domestic Animal*, v. 1, n. 9, p. 95-104, 1991.
8. DONADEU, M. Advances in male swine artificial insemination (AI) techniques. *The Pig Journal*, v. 54, p. 110-122, 2004.
9. ĎURAČKA, M. et al., The effect of kaempferol and naringenin may improve the in vitro quality of stored boar semen. *Journal of Central European Agriculture*, v. 20, n. 4, p. 1069-1075, 2019.
10. EID, A. et al. Vitamin E supplementation reduces dexamethason-induced oxidative stress in chicken semen. *British Poultry Science*, v. 47, n. 3, p. 350-356, 2006.
11. ESKENAZI, B. et al. Antioxidant intake is associated with semen quality in healthy man. *Human Reproduction*, v. 20, n. 4, p. 1006-1012. 2005.
12. FRASER, L.; GORSZCZARUK, K.; STRZEŻEK, J. Relationship between motility and membrane integrity of boar spermatozoa in media varying in osmolality. *Reproduction in Domestic Animals*, v. 36, n. 6, p. 325-329, 2001.
13. GADEA, J. Review: semen extenders used in the artificial insemination of swine. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v. 1, n. 2, p. 17-27, 2003.
14. GIARETTA, E. et al. Combining reduced glutathione and ascorbic acid has supplementary beneficial effects on boar sperm cryotolerance. *Theriogenology*, v. 83, n. 3, p. 399-407, 2015.
15. GLOSSOP, C. Semen collection, evaluation and handling. In: SWINE REPRODUCTION SYMPOSIUM, 1996. Proceedings. American College of Theriogenologists and Society for Theriogenology and American Association of Swine Practitioners, 1996. p. 7-14.
16. HANCOCK, J. L.; HOVELL, F. J. R. The collection of boar sêmen. *The Veterinary Record*, v. 71, n. 1, p. 664-665, 1959.
17. JOHINKE, D. et al. Quercetin reduces the in vitro production of H₂O₂ during chilled storage of rabbit spermatozoa. *Animal Reproduction Science*, v. 151, n. 3-4, p. 208-219, 2014.

18. LIN, H. K. et al. Studies on improving semen quality of working boars fed diets with addition of vitamin C in summer. In: WENK C.; FENSTER, R.; VOLKER, L. **Ascorbic acid in domestic animals**, Hoffmann-La Roche Ltd., Kartause, Ittingen, Switzerland, p. 456-461, 1990.
19. LUÑO, V. et al. Antioxidant effect of lemon balm (*Melissa officinalis*) and mate tea (*Ilex paraguensis*) on quality, lipid peroxidation and DNA oxidation of cryopreserved boar epididymal spermatozoa. *Andrologia*, v. 47, n. 9, p. 1004-1011, 2015.
20. LUÑO, V. et al. Rosmarinic acid improves function and in vitro fertilising ability of boar sperm after cryopreservation. *Cryobiology*, v. 69, n. 1, p. 157-62, 2014.
21. MAHAN, M. C.; CHING, S.; DABROWSKI, K. Developmental aspects and factors influencing the synthesis and status of ascorbic acid in the pig. *Annual Revision of Nutrition*, v. 24, p. 79-103, 2004. MANSOUR, N.; MCNIVEN, M. A.; RICHARDSON, G. F. The effect of dietary supplement with blueberry, alpha-tocopherol or astaxanthin on oxidative stability of Arctic char (*Salvelinus alpinus*) semen. *Theriogenology*, v. 66, n. 6, p. 373-382, 2006.
22. MARTINS, F. M.; FILHO, J. I. dos S.; TALAMINI, D. J. D. Conjuntura econômica da suinocultura brasileira. *Anuário 2019 da suinocultura industrial*, v. 1, n. 6, p. 22-27, 2018.
23. PARRILLA, I. et al. Influence of storage time on functional capacity of flow cytometrically sex-sorted boar spermatozoa. *Theriogenology*, v. 64, n. 1, p. 86-98, 2005.
24. RODRÍGUEZ, A. L. et al. Boar seminal plasma components and their relation with semen quality. *Systems Biology in Reproductive Medicine*, v. 59, n. 1, p. 5-12, 2013.
25. ROSTAGNO, H. S. Tabelas brasileiras para aves e suínos. *Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais*, 4 Edição, p. 451- 488, 2017.
26. SÖNMEZ, M. et al. The effect of ascorbic acid supplementation on sperm quality, lipid peroxidation and testosterone level of Wistar rats. *Theriogenology*, v. 63, n. 7, p. 2063-2072, 2005.
27. THIELE, J. J. et al. Acid ascorbic and rate human seminal plasma: determination and interrelationships with chemiluminescence in washed semen. *Human Reproduction*, v. 10, n. 1, p. 110-115, 1995.
28. TONIOLLI R. Utilização de antioxidantes na preservação seminal em suínos. *Ciência Animal*, v. 22, n. 1, p. 365-375, 2012.
29. TVRDÁ, E. et al. Protective effects of quercetin on selected oxidative biomarkers in bovine spermatozoa subjected to ferrous ascorbate. *Reproduction Domestic Animal*, v. 51, n. 4, p. 524- 537, 2016.
30. TVRDÁ, E. et al. Quercetin and naringenin provide functional and antioxidant protection to stored boar semen. *Animals*, v. 10, n. 10, p. 1930, 2020.
31. WILSON, M. E. et al. Feeding the boar for optimum performance. In: **The 22nd Western Nutrition Conference Proceedings**. Saskatoon, Canada, 2001.
32. WILSON-LEEDY, J. G.; INGERMANN, R. L. Development of a novel CASA system based on open-source software for characterization of zebrafish sperm motility parameters. *Theriogenology*, v. 67, n. 3, p. 661-672, 2007.
33. YOUSEF, M. I.; SALAMA, A. F. Propolis protection from reproductive toxicity caused by aluminium chloride in male rats. *Food and Chemical Toxicology*, v. 47, n. 6, p. 1168-1175, 2009.

“

Fatores que predispõe a ocorrência de enfermidades em suínos na fase de creche

- Marina Patrícia **Walter**
- Natalha **Biondo**
- Paulo Eduardo **Bennemann**
- Djane **Dallanora**
- Bruno Teixeira **Marimon**

RESUMO

A fase de creche consiste no período da cadeia produtiva que inicia logo após o desmame dos leitões, indo até o início da fase de crescimento e terminação. Sendo assim, é uma fase crítica para os leitões, que precisam responder de forma eficiente a desafios sanitários, ambientais, nutricionais e de manejo, para desempenhar seu potencial. Os resultados das fases subsequentes, a recria e terminação, dependerão diretamente do desempenho dos animais na creche (KUMMER et al., 2009). Neste período diversos fatores causadores de estresse levam à queda da imunidade e redução do consumo alimentar, culminando com a manifestação de doenças e redução na taxa de crescimento. Dessa forma, estar atento a todos os fatores que podem predispor a ocorrência de enfermidades é um ponto chave para garantir um lote de bons resultados.

Palavras-chave: Creche, Enfermidades, Suínos.

INTRODUÇÃO

A suinocultura vem evoluindo de forma permanente, o que no decorrer dos anos levou à adoção de métodos mais confinados. Consequentemente houve aumento da densidade de animais nas instalações, maior número de prédios nas granjas, maior número de origens em um mesmo lote e maior concentração de instalações em determinadas áreas geográficas. Coletivamente, essas mudanças ampliaram em muito o risco de problemas sanitários devido ao aumento na pressão de infecção, acarretando um conjunto de prejuízos.

A suinocultura moderna, como atividade zootécnica, é desenvolvida com atividades que viabilizam e preconizam o melhor desempenho produtivo dos animais (SOUZA et al., 2004). Além do emprego dessas técnicas de manejo e melhoramento genético, a eficiência reprodutiva tem papel fundamental, uma vez que, é um fator determinante para a lucratividade, sendo indispensável à ampliação e aperfeiçoamento de técnicas que permitam um maior desempenho reprodutivo dos animais (STEVERINK et al., 1998).

A fase produtiva dos animais, desde a creche até abate, tem importância para eficiência econômica da atividade. Na creche o animal passa por intensos desafios, exposto às condições ambientais do local onde está alojado, sem a proteção materna e inserido em um meio social coletivo e desconhecido. No final desta fase, o animal deve estar apto para expor sua capacidade de desenvolvimento subsequente na terminação. Tendo em vista este complexo de fatores inter-relacionados faz-se necessária uma visão macro do sistema, mas, ao mesmo tempo focada em cada detalhe dessa fase de produção (AMARAL e MORES, 2008; KUMMER et al., 2009).

DESENVOLVIMENTO

FATORES PREDISPOANTES AO APARECIMENTO DE ENFERMIDADES

Nutrição

No período pós desmame dentre os diversos fatores causadores de estresse que levam à queda da imunidade e redução do consumo alimentar, os fatores dietéticos se destacam, que se mal manejado culminam com a manifestação de doenças e redução na taxa de crescimento (QUADROS et al., 2002).

A transição da alimentação à base de leite materno para dieta sólida deve ser iniciada o mais breve possível na maternidade, de maneira que, ao desmame, os leitões sejam capazes de se adaptarem rapidamente à dieta sólida como única fonte de nutrientes (LIMA et al., 2009). Logo nas primeiras 24 horas após o desmame, ocorrem alterações

funcionais e estruturais no intestino delgado que compreendem a diminuição na altura das vilosidades e redução da atividade específica de enzimas digestivas e absorptivas dos leitões (DONZELE et al., 2002).

Existe uma correlação positiva entre o consumo de matéria seca e o aumento da altura das vilosidades ao longo do intestino delgado, com o consumo de ração sendo responsável por 68% da variação na altura das vilosidades (PLUSKE, 1993 apud KUMMER et al., 2009). Logo, a baixa ingestão de ração nesta fase é um dos principais problemas a serem contornados. Como estratégias nutricionais para contornar esse problema deve-se implementar o preparo de rações com matérias primas de alta digestibilidade e de boa palatabilidade, que possam estimular o consumo dos animais (DONZELE et al., 2002).

Assim, novos aditivos nutricionais têm sido estudados com o objetivo de melhorar a adaptação dos leitões a troca de uma alimentação líquida (leite) para sólida (ração) (HAUSCHILD et al., 2011).

Fernandes e Miranda (2013) avaliaram a influência da adição do soro de leite sobre o desempenho de suínos nas três semanas iniciais da fase creche e a ocorrência de diarreia. Os resultados observados demonstraram que os animais submetidos aos tratamentos 10% e 20% de inclusão de soro de leite apresentaram menor percentagem de escore fecal considerado como diarreico, quando comparados àqueles do tratamento controle. Não foram verificadas diferenças entre os dois níveis de adição de soro de leite. A inclusão do soro de leite à dieta de leitões em início da fase creche acarreta aumento no consumo médio diário de ração o que, por sua vez, aumenta o valor de conversão alimentar dos animais, no entanto, é eficaz na redução de ocorrência de diarreias nos leitões.

Outros ingredientes que têm sido utilizados na melhora do desempenho dos leitões são o zinco e o cobre. Na fase de creche, podemos elencar basicamente dois tipos de diarreia: nutricional e patogênica. A diarreia nutricional é decorrente do fornecimento ao leitão de dietas com a presença de ingredientes de difícil digestão. A diarreia patogênica, por sua vez, ocorre por ocasião de microrganismos oportunistas do meio, que diminuem a imunidade e provocam algum efeito deletério no desempenho (TSE, 2012).

Estudos revelam que a inclusão de 3.000 a 4.000 ppm de zinco na forma de óxido de zinco na dieta de leitões ajuda a controlar a diarreia e a melhorar o desempenho (HILL et al., 2001). Esse mineral é benéfico ao leitão, pois interfere, na resposta do sistema imune do animal e na integridade e permeabilidade da barreira epitelial (TSE, 2012). Porém, o uso indiscriminado de antimicrobianos, somado a falhas de administração, determinou a seleção de bactérias resistentes a uma ampla variedade de princípios ativos. Com isso, o uso de antimicrobianos como promotores do crescimento vem sendo progressivamente restringido, é uma prática recente que vem sendo incorporada aos poucos. Alguns substitutos vêm sendo

estudos, cita-se probióticos, os prebióticos, os ácidos orgânicos, as enzimas e os extratos vegetais (COSTA et al., 2007).

A propriedade antisséptica das plantas medicinais, aromáticas e de seus extratos tem sido observada desde a antiguidade. Com o passar dos anos o conhecimento evoluiu e hoje é uma prática bem difundida em humanos. Algumas pesquisas têm demonstrado benefícios do uso de extratos vegetais em animais, incluindo esses micro ingredientes nas rações. Os relatos são associados a atividade antioxidante, modificação da microbiota intestinal, melhora na digestibilidade e na absorção dos nutrientes, além de modificações morfo-histológicas do trato gastrointestinal e de melhora da resposta imune. Os resultados mostram-se interessantes, e uma das observações é que os extratos parecem trabalhar melhor de forma associada do que de forma individual. Ainda são necessárias mais pesquisas para entender a fundo a atuação de cada um e de que forma podemos utilizá-los para obter as melhores respostas.

Fatores ambientais e de manejo

Proporcionar um ambiente de qualidade, com controle sanitário apropriado e confortável é fundamental para um adequado desenvolvimento dos leitões na fase de creche (KUMMER et al., 2009).

No momento em que os animais são alojados na creche, a instalação deve estar quente e seca. O controle de temperatura não serve apenas para diretrizes, mas sim para evitar possíveis perdas. É importante observar os leitões em repouso, eles sentem-se confortáveis deitando de lado, encostando uns nos outros, porém não se acumulam (FARRELL e TEMPLETON, 2007). Leitões amontoados demonstram desconforto e sensação de frio, já leitões ofegantes e espalhados demonstram sensação de calor excessivo.

Qualquer estresse de temperatura nos primeiros dias em particular, pode ser decisivo para problemas entéricos principalmente (KUMMER et al., 2009). À medida que os leitões crescem, as exigências térmicas variam, o que se busca são temperaturas entre 23 – 30°C dependendo a semana de alojamento. É necessário o controle da temperatura através do acompanhamento diário com termômetro de máxima e mínima em cada sala de creche, além da observação do comportamento dos animais.

O manejo de cortinas é fundamental para manter a temperatura adequada a cada fase, permitindo a renovação de ar das salas e impedindo a incidência direta de correntes de ar frio sobre os leitões. Em regiões mais frias, o uso de cortinas duplas auxilia significativamente na manutenção do conforto térmico, também nesses locais faz-se necessário o uso de campânulas que podem utilizar energia elétrica (resistências ou lâmpadas infravermelhas) ou gás (GLP ou biogás). As campânulas são móveis, podendo ser transferidas de uma sala para outra. O uso de lonas ou escamoteadores móveis nos primeiros dias de alojamento na

creche também pode auxiliar na melhor utilização do calor produzido pelos leitões e pelas campânulas, já que promovem a redução no ambiente a ser aquecido (ABCS, 2011).

A umidade relativa do ar assume importante papel como facilitador ou como complicador dos mecanismos de dissipação de calor por via evaporativa. Umidades altas demais prejudicam o trânsito de muco no trato respiratório (por torná-lo excessivamente fluido) e umidades muito baixas prejudicam por torná-lo excessivamente viscoso. Para permitir um deslocamento adequado do tapete mucoso sobre os cílios do trato respiratório, uma umidade relativa do ar entre 60-80% é considerada adequada (BARCELLOS et al., 2008).

Segundo SCHMIDT et al. (2002), os gases mais presentes nas instalações para suínos são amônia, sulfeto de hidrogênio e dióxido de carbono. No inverno, quando a ventilação é reduzida para manter o calor, a concentração desses gases aumenta dentro das instalações. Esses gases podem causar uma depressão ou inativação dos mecanismos de defesa do trato respiratório, podendo ser reduzidos através de uma ventilação adequada. A amônia causa uma inibição na ação dos cílios, que possuem grande importância no mecanismo de limpeza do trato respiratório (CARR et al., 1998).

No que diz respeito ao ar, um fluxo inadequado pode ser considerado como fator predisponente para doenças do trato respiratório. As correntes de ar são diferentes de um fluxo adequado, as correntes podem causar grandes problemas e estresses para os leitões. Portas mal fechadas e cortinas que não estão em boas condições são razões clássicas de correntes de ar (CARR et al., 1998).

Fatores sanitários

O desmame antecipado dos leitões é frequentemente acompanhado de atraso no crescimento, às vezes até com perda de peso e diarreia. Este processo tem origem multifatorial (LALLÉZ et al., 2004). Contudo, os cuidados com os leitões, principalmente nos primeiros dias após o desmame, são imprescindíveis para evitar diarreia e outras enfermidades, queda no desempenho e mortes (LIMA et al., 2009). Em trabalho realizado por Mores et al. (2000) observou-se três indicadores (média de peso baixo ao desmame, ocorrência de inflamação do umbigo e de artrite) de 10 fatores de risco identificados como associados aos problemas dos leitões na fase de creche são consequência de problemas existentes na fase de maternidade, com reflexos negativos no período pós-desmame. Skirrow et al. (1992), Mores et al. (1993) e Madec (1997), em estudos ecopatológicos, encontraram variáveis da maternidade como fatores de risco para a fase de creche. Portanto, para solucionar os problemas com os leitões na fase de creche, várias medidas corretivas deverão ser direcionadas para a fase de maternidade, para que os leitões sejam desmamados sem problemas de saúde e com bom peso.

Múltiplas origens

Uma observação descrita para suínos é a de que granjas de ciclo completo apresentam menos problemas respiratórios do que sistemas de múltiplos sítios, principalmente quando ocorre mistura de animais de múltiplas origens nas creches e até mesmo terminações (BARCELLOS, et al., 2008). Para administrar adequadamente um lote com múltiplas origens, estas devem possuir níveis sanitários compatíveis e, mesmo assim, não significa que o lote irá se desenvolver com qualidade (HARDING, 2006).

Ainda na região ocidental do Canadá Harding (2006), aponta o fator múltiplas origens como o mais importante dentre os oito fatores básicos citados que contribuem diretamente para a estabilidade futura de uma creche. A região se difere muito do que acontece no Brasil, onde os crechários recebem animais de várias propriedades com situações sanitárias totalmente diferentes. Harding (2006) demonstra que por uma série de razões, a indústria ocidental Canadense desenvolveu unidades de produção maiores que suportam manter os animais até a terminação. Em geral, para gerenciar corretamente múltiplas origens, o estado de saúde de cada animal e granja devem ser compatíveis e isso não é de forma alguma uma tarefa fácil.

Instalações

Quanto às instalações no momento em que é feito o alojamento é necessário agrupamento correto dos leitões e adequação de espaço para os animais, é importante que nesta fase inicial de crescimento, o leitão tenha condições de temperatura e renovação de ar compatíveis com as suas exigências. Recomenda-se a construção de baias para 4 a 5 leitegadas, respeitando-se a uniformidade dos leitões nas baias, em salas com um sistema de renovação de ar, preferencialmente com ventilação natural (ARNAIZ et al., 2007).

As instalações podem ser abertas, com cortinas para permitir uma boa ventilação amenizando o estresse calórico. É indispensável o uso de forro como isolante térmico e cortinas laterais para proporcionar melhores condições de conforto.

Ainda é imprescindível que haja um Programa de Limpeza e Desinfecção (PLD) das instalações em uso na granja, sendo um conjunto de atividades que visam eliminar das instalações todos os agentes capazes de causar doenças. Um PLD é uma técnica de produção e não um substituto para outras medidas de biossegurança tais como banho, troca de roupa ao entrar na granja, proibição da entrada de veículos, crematório para cadáveres e um sistema de eliminação de dejetos, entre outros (SESTI, et al., 1998).

Como objetivo primário das práticas de higiene a intenção é diminuir a pressão de infecção do ambiente sobre os animais. Felizmente, a maioria dos patógenos sobrevive por pouco

tempo quando estão fora do hospedeiro ou na ausência de matéria orgânica. Sob condições experimentais, observou-se que mais de 99% das bactérias podem ser removidas apenas pela limpeza de forma adequada. No entanto, segundo a eliminação dos microorganismos ocorre 90% através da remoção da matéria orgânica, 6 a 7% através de desinfetantes, e 1 a 2% através da fumigação (MORGAN-JONES, 1987 apud KUMMER, et al., 2009).

MEDIDAS PROFILÁTICAS

Uma das principais medidas para evitar as enfermidades em qualquer fase são as vacinas. Existem muitas vacinas disponíveis no mercado para atender a demanda da suinocultura. A decisão de quais vacinas utilizar depende de uma avaliação individual da granja e dos riscos e perdas econômicas que representam as doenças que se deseja prevenir. Portanto é necessário que haja uma boa imunização. Algumas vacinas podem ser altamente eficazes, induzindo uma imunidade que não apenas previne os sinais clínicos da doença, mas pode também prevenir a infecção e reduzir a multiplicação e disseminação do agente causador da doença. Outras vacinas podem prevenir a doença clínica, mas não previnem a infecção e o desenvolvimento de portadores. Em outros casos, a imunização pode ainda ser completamente inefetiva ou apenas produzir redução da severidade da doença. Um grau determinado grau de reação pós-vacinal pode ser aceitável dependendo dos benefícios de ganho pelo uso do produto para prevenção de perdas da doença (SOBESTIANSKY; BARCELLOS, 2007).

De acordo com Morés (2000) nessa fase, as diarreias, a doença do edema e a infecção por estreptococos são os principais problemas. Muitos fatores de risco que favorecem a ocorrência dessas patologias foram identificados. Como medidas profiláticas o autor sugere que se preconize o vazio sanitário de cinco dias para granjas médias e grandes, realizar o desmame dos leitões com peso mínimo de 7,3 kg e com idade não inferior a 25 dias, o que ainda é rotineiro do sistema intensivo.

Ainda que se evitem fatores de estresse como mistura de animais, variações térmicas superiores a 6°C, correntes de ar frio, mas manter boa ventilação no interior dos galpões pelo manejo correto das aberturas, evitar a superlotação das baias e das salas, incentivar o consumo de ração durante o período de aleitamento, a partir dos 10 dias de idade, usar dieta adequada a idade de desmame dos leitões e usar bebedouros adequados para leitões de creche (tipo concha ou chupeta), de fácil acesso, na altura correta e com vazão de 1,0 –1,5 litros/minuto).

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um bom desempenho na creche, assim como nas demais fases da suinocultura depende de uma série de fatores que estão relacionados e devem estar em equilíbrio. O primeiro passo é garantir um leitão desmamado de qualidade, um leitão com bom desempenho é indicativo de que não passou por enfermidades na maternidade. Esse animal deve chegar em uma creche limpa e com manutenção adequada de acordo com as exigências dos leitões (temperatura, gases). O fornecimento de ração e água de qualidade e em quantidades adequadas somam como fatores chave para que os animais atinjam o potencial genético (KUMMER ET AL., 2009). Além disso, deve-se diminuir o máximo possível os fatores estressantes, são eles que favorecem o aparecimento das enfermidades.

■ REFERÊNCIAS

1. ABCS. **Manual Brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos**. Associação Brasileira dos Criadores de Suínos. Brasília. DF: ABCS; MAPA; Concórdia: Embrapa suínos e aves, 2011.
2. AMARAL, A.L.; MORES, N. Planejamento da produção de suínos em lotes com vazio sanitário. *Acta Scientiae Veterinariae*. 36 (Supl 1): s143-s154. 2008.
3. ARNAIZ, V. P. **Efeito da temperatura ambiental, do nível energético da dieta e do peso à desmama no desempenho e metabolismo de leitões recém desmamados**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 146 p. 2007.
4. BARCELLOS, D.E.S.N.; BOROWSKI, S.M.; GHELLER, N.B.; SANTI, M.; MORES T.J. Relação entre ambiente, manejo e doenças respiratórias em suínos. *Acta Scientiae Veterinariae*. v. 36 (Supl 1): s87-s93. 2008.
5. CARR J., M. M. R.; KINGSTON, N.G.; THOMPSON, P.; JAQUES, F.; PEMBERTON, P.; SERA, J. Post-weaning respiratory and enteric syndromes of the pig. In: Wiseman J., Varley M.A. & Chadwick J.P. (Eds). **Progress in Pig Science**. Nottingham: University Press, pp.141-176. 1998.
6. COSTA, L. B.; TSE, M. L. P.; MIYADA, V. S. Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.3, p.589-595, 2007.
7. DONZELE, J., ABREU, M.L.T., HANNAS, M.I. Recentes avanços na nutrição de leitões. In: **Anais do Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia da Produção de Rações** (Campinas, Brasil). pp.103-161. 2002.
8. FARELL, C., TEMPLETON, C. Management practices that optimize productivity in the nursery – case studies on what works! **London Swine Conference**. pp. 195. 2007.

9. FERNANDES, A.; MIRANDA, A.P. P. Desempenho e ocorrência de diarreia em leitões alimentados com soro de leite. **Arch. Zootec.** 62 (240): 589-594. 2013.
10. HARDING, J. New approaches for controlling nursery disease... or back to the basics? In: **Proceedings of the 6 th London Swine Conference (London, Canada)**. pp.109-112. 2006.
11. HAUSCHILD, L., LOVATTO, P.A.M LEHNEN, C.R.; AANDRETTA, I., GARCIA, G.G., DANIEL, E. Alimentação de leitões com dietas contendo soro de leite fermentado mais zinco e cobre orgânico. **Archivos de Zootecnia**. v. 61: 71-77. 2011.
12. HILL, G. M. et al. Effect of pharmacological concentrations of zinc oxide with or without the inclusion of an antibacterial agent on nursery pig performance. **Journal of Animal Science**. Champaign, n. 79, p. 934-941, 2001.
13. KUMMER, R.; GONÇALVES, M. A. D.; LIPPKE, R. T.; MARQUES, B.; MORES, T. Fatores que influenciam o desempenho dos leitões na fase de creche. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 37, n. Supl 1, p. s195-s209, 2009.
14. LALLÉS, J.P.; BOULDRY, G.; FAVRIER, C.; LE FIOC'H, N.; LURON, I.; MONTAGNE, L.; OSWALD, I.P.; PIÉ, S.; PIEL, C.; SÉVE, B. Gut function and dysfunction in young pigs: physiology. **Animal Research**. 53: 301-316. 2004.
15. LIMA, G. J. M. M.; MORES, N.; SANCHES, R. L. As diarréias nutricionais na suinocultura. **Acta Scientiae Veterinariae**. 37 (Supl 1): s17-s30. 2009.
16. MADEC, F. Les diarrhées en pos-sevrage. Les solutions sont d'abord dans l'élevage. **Porc Mag**. n.301, p.34-35, 1997.
17. MORÉS, N. Estudos ecopatológicos na prevenção de doenças multifatoriais em suínos. In: ENCONTRO TÉCNICO DA ABRAVES - SC, 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa CNPSA. p.37. 2000.
18. MORES, N.; BARIONI Jr. W.; SOBESTIANSKY, J. Fatores de risco associados a diarreia pós-desmame em leitões em Santa Catarina – Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 6, 1993, Goiânia. **Anais...** Concórdia: EM-BRAPA-CNPSA, p.80. 1993.
19. MORGAN-JONES, S. 1987. Practical aspects of disinfection and infection control. In: Linton A.H., Hugo W.B. & Russell A.D. (Eds). **Disinfection in Veterinary and Farm Animal Practice**. Oxford: WileyBlackwell, 190p.
20. QUADROS, A. B.; KIEFER, C.; HENN, J. D.; SCARIOT, G. SILVA, J. H. S. Dietas simples e complexa sobre o desempenho de leitões na fase de creche. **Ciência Rural**, v. 32, p. 109-114. 2002.
21. PLUSKE, J.R., 1993. **Psychological and nutritional stress in pigs at weaning: production parameter, the stress response, and histology and biochemistry of the small intestine**. 97f. Perth, Australia. PhD Thesis, University of Western Australia.
22. SCHMIDT, D.R.; JACOBSON, L.D.; JANNI, K.A. **Continuous monitoring of ammonia, hydrogen sulfide and dust emissions from swine, dairy and poultry barns**. St. Joseph: ASAE, 2002. 14 p.

23. SESTI, L.A.C. Biossegurança: políticas e metodologias para a implantação e manutenção de sistemas de produção de suínos com alto nível de saúde. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, IVO; SILVEIRA, P.R.S. da; SESTI, L.A.C. **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 388p. 1998.
24. SKIRROW, S.Z.; MERCY, A.R.; BUDDLE, J. R. Assessing risk factors for post-weaning diarrhea problems in western Australian pig herds. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 12, 1992, The Hague. **Proceedings...** The Hague: IPVS. p.551. 1992.
25. SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. E. **Doenças dos suínos**. 2. ed. Goiania: Cãnone,. 936p. 2007.
26. SOUZA, J. C.; WOLF, J., MALHADO, C. H. M.; NASCIMENTO, L. R. Estudo do peso ao nascimento, desmame e ganho de peso de suínos criados no Oeste do Estado do Paraná. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**. Curitiba, v.2, n.1, p. 35-40, jan./mar. 2004.
27. STEVERIN, K, D.W.B.; SOEDE, N. M.; BOUWM, A. N. E. G.; KEMP, B. Semen bakflow after insemination and its effect on fertilizations in sows. **Animal Reproduction Science**. v. 54. p. 109-119,1998.
28. TSE, M. **Nutrição de Leitões de Creche: Uma fase de investimento**. Disponível em:<<http://pt.engormix.com/MA-uinocultura/nutricao/artigos/nutricaoleitoe-creche-fase-t865/141-p0.htm>>. 2012. Acesso em: 2 de janeiro de 2021.

“

Frequência híbrida: uma nova abordagem no abate humanitário de frangos de corte

┆ Leonardo Thielo de **La Vega**
F&S CONSULTING

┆ Denis **Sato**
USP

┆ Luciana Vieira **Piza**
USP

┆ Ernane **Costa**

RESUMO

Novos métodos de atordoamento, bem como novas tecnologias na indústria animal vêm sendo alvo de estudos científicos, uma vez que a qualidade da carne juntamente com conscientização em relação a importância do bem-estar animal durante o abate se torna exigências, tanto de consumidores quanto de grandes corporações. Dentro desse contexto, este estudo analisou o eletroencefalograma (EEG) e o eletrocardiograma (ECG) de frangos de corte durante o abate utilizando corrente elétrica de frequência híbrida. Considerando uma onda quadrada com corrente de 220 mA e frequência de 1100 Hz (ciclo de trabalho 50%), a forma de onda de frequência híbrida é obtida gerando pulsos a 6.600 Hertz na fase de largura de pulso. Para o estudo, sessenta frangos de 42 dias foram amostrados aleatoriamente; no qual trinta foram usados para obtenção dos sinais de EEG e trinta para o ECG. Para medições de EEG, anestesia local foi realizada na parte subcutânea do escalpo occipital, enquanto para o ECG, foram utilizados eletrodos de superfície não invasivo. Os eletrodos foram conectados a um sistema digital de EEG / ECG. Os resultados mostraram que a utilização de frequência híbrida gerou formas epilépticas nos EEGs das aves. Sendo assim, o emprego de frequência híbrida mostrou-se uma alternativa promissora para alcançar melhores resultados de qualidade de carcaça e preservação do bem-estar das aves, quando comparado ao uso de um sistema de frequência única.

Palavras-chave: Frango de Corte, Corrente Elétrica, Frequência Híbrida, Bem-Estar Animal.

INTRODUÇÃO

O atordoamento elétrico, apesar de ser o método mais comum e o mais praticado pela indústria durante o abate de frango de corte, tem sido amplamente questionado em relação ao bem-estar animal e consequentemente, a qualidade da carcaça. Esse sistema baseia-se na passagem de uma corrente elétrica pelo cérebro das aves, suficiente para causar hiperpolarização descontrolada dos neurônios, causando inconsciência (Berg e Raj, 2015). O Regulamento 1099/2009 da União Europeia (Conselho da União Europeia, 2009) é o responsável pela proteção dos animais, estabelecendo regras mínimas de bem-estar. Esse regulamento permite o uso de diferentes sistemas de atordoamento elétrico com parâmetros comprovados cientificamente. De acordo com a norma, o atordoamento em banho de água deve ser realizado por pelo menos quatro segundos e com as correntes mínimas indicadas na Tabela 1. A Organização Mundial da Saúde Animal (OIE) em seu Código Sanitário para Animais Terrestres (OIE 2019), também recomendou os mesmos parâmetros elétricos.

Table 1. Requisitos elétricos para equipamentos de atordoamento

Frequência	Aves	Perus	Pato e ganso	Codorna
<200	100 mA	250mA	130mA	45mA
200 a 400 Hz	150 mA	400mA	Não permitido	Não permitido
400 a 1500 Hz	200 mA	400mA	Não permitido	Não permitido

O equipamento utilizado no atordoamento elétrico para atender às recomendações designadas pelos órgãos competentes deve possuir um circuito gerador capaz de fornecer diferentes formas de onda, frequências e amplitudes de correntes elétricas. O equipamento também deve possuir um circuito de compensação automática de acordo com as variações de impedância de uma ave na linha de abate, com o objetivo de oferecer corrente elétrica constante para cada ave, garantindo homogeneidade no processo. No entanto, devido à alta velocidade das linhas, essa compensação pode não ser realizada com muita precisão (Berg e Raj, 2015).

O experimento foi conduzido no frigorífico COPACOL, localizado no município de Cafelândia, estado do Paraná, Brasil. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA / USP-FZEA) sob o Protocolo CEUA nº 4042150818.

OBJETIVO

Investigar os padrões de eletroencefalograma (EEG) e eletrocardiograma (ECG) de frangos de corte atordoados com corrente elétrica de frequência híbrida para avaliar o seu impacto no bem-estar animal.

MÉTODOS

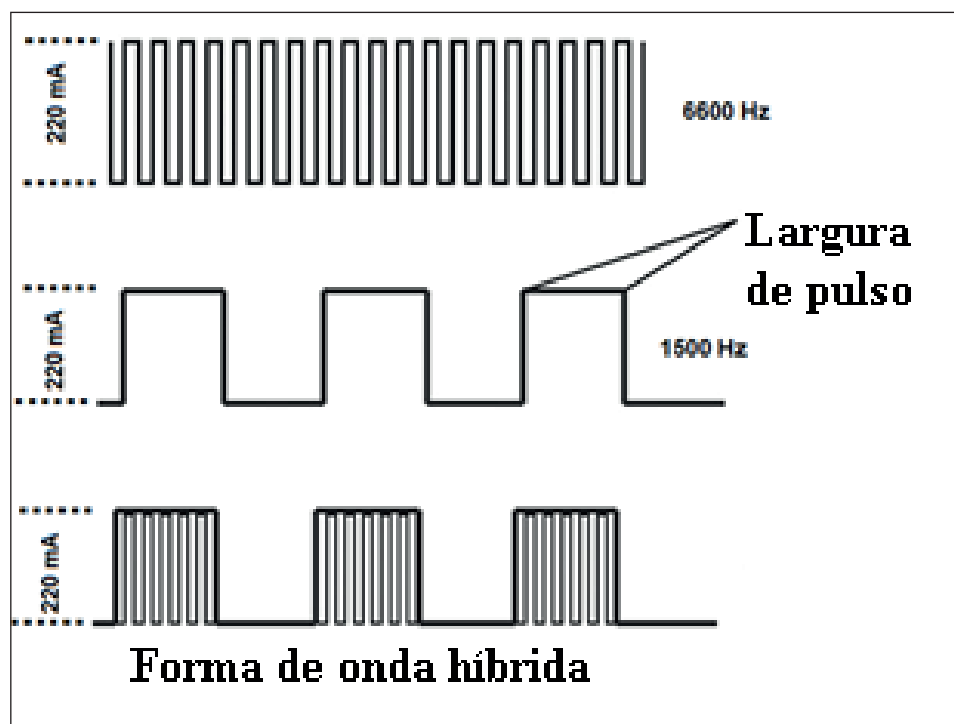
Para a realização dos experimentos, 60 frangos de corte da linhagem Ross, machos, com peso médio de 2,96 kg (desvio padrão = 0,02) foram abatidos com 42 dias de idade. 30 frangos foram utilizados para análise de EEG e 30 para análise do ECG. As aves foram retiradas da linha, durante o processo de abate convencional da unidade da Copacol, e conduzidos a um local destinado para a realização dos experimentos, seguindo recomendações higiênico-sanitárias recomendadas. O processo de amostragem das aves não interferiu no processo operacional da unidade.

O atordoamento elétrico dessas aves, durante a fase de insensibilização, foi realizado utilizando o equipamento da empresa Fluxo® Eletrônica Industrial – SC/Brasil, modelo UFX 7. Esse equipamento permite a seleção de correntes elétricas diretas ou alternadas, frequência variável de 20 a 3000 Hz, regulação do *duty cycle* de 10 a 90%, tensão de saída de 10 a 350 Volts (RMS – Raiz quadrada média) e algumas alternativas de frequência híbrida. Para o registro da amplitude da corrente elétrica foi utilizado um multímetro digital *True RMS*, modelo U125B (*Keysight Technologies*® -EUA). Para o monitoramento das formas de onda foi utilizado um osciloscópio portátil modelo H110-037 (HOMIS® – Brasil).

Forma de onda de frequência híbrida

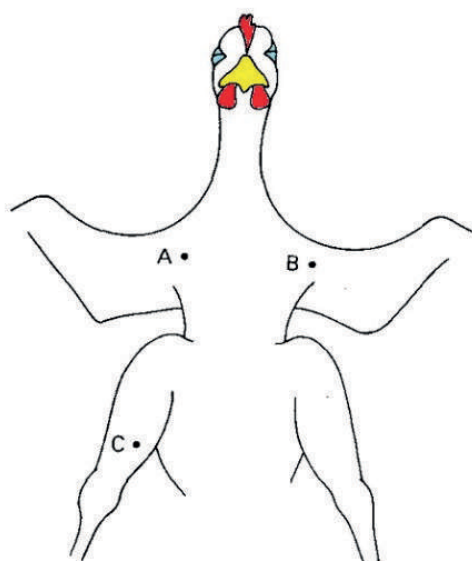
A forma de onda de frequência híbrida é obtida a partir da aplicação de pulsos de 6600 Hz na metade de cada ciclo de uma onda quadrada, de corrente contínua com amplitude de $220 \text{ mA} \pm 10 \text{ mA}$ e frequência de 1100 Hz (*duty cycle* de 50%), durante o intervalo de tempo que compreende a largura do pulso. Uma representação gráfica que demonstra a forma de uma onda híbrida, utilizada nesse estudo, pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1. Representação gráfica da forma de onda de frequência híbrida



Para obter os dados de ECG, eletrodos autoadesivos para eletrocardiograma (modelo 2223BRQ 3M®), disponíveis comercialmente, foram colados no músculo peitoral do lado direito e esquerda do esterno da ave. Esses sinais foram obtidos por meio de uma frequência de amostragem de 200 Hz. O eletrodo de aterramento foi colado no pé direito, conforme pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2. Disposição dos eletrodos cardíacos para obtenção dos dados de ECG



Para obter os dados de EEG, eletrodos de agulha com dimensões de 10 mm x 1,5 mm de diâmetro (55% prata, 21% cobre, 24% zinco) da Neurosoft® modelo NS-NE-P-250/13/04 foram posicionados sob superfície craniana até os lobos do cérebro, sendo 0,3 cm à esquerda

e à direita da sutura sagital e 0,5 mm em direção a uma linha transversal imaginário na margem caudal dos olhos, além de um eletrodo de referência situado a direita ou a esquerda da perna. Esses sinais foram obtidos por meio de uma frequência de amostragem de 120 Hz. Previamente, as aves foram anestesiadas com lidocaína (0,5 mL) aplicada por via subcutânea nas mesmas regiões dos eletrodos utilizando seringas ultra finas de calibre 31 da BD Ultra-Fine™. Por meio de botões de pressão que permitem a conexão elétrica, os eletrodos foram conectados aos frangos.

Tanto para as medidas de EEG quanto de ECG, as aves foram imobilizadas com tecido de lycra e preso por velcro, a fim de evitar movimentos que pudessem desconectar os eletrodos durante o processo de insensibilização. O tecido para contenção possuía um bolso para acomodar os fios e os leitores de EEG e ECG. Aproximadamente 60 segundos de ambos os sinais foram coletados antes do atordoamento. Finalizados os processos de colocação dos eletrodos, contenção das aves e captação dos sinais as mesmas foram alocadas na linha de abate, já em andamento, e seguiram o processo convencional de abate da unidade, passando pelo atordoamento em banho de água com outras 11 aves, uma vez que o banho tinha capacidade máxima para 12 aves por vez. Ao término do processo de atordoamento, os equipamentos para as coletas de EEG e ECG foram ligados, a ave foi retirada da linha e reposicionada em uma superfície para análise e mais 60 segundos de sinal, pós atordoamento, foram coletados tanto para EEG quanto para ECG.

Os sinais digitais obtidos foram processados por transformada rápida de Fourier (FFT) e implementada pela ferramenta MATLAB® para obter o espectro de frequência de diferentes trechos dos sinais (De Sousa Silva et. al, 2005). Alguns trechos sem artefatos sucessivos também foram analisados e filtrados utilizando filtros elípticos integrados a uma ferramenta visual desenvolvida na mesma plataforma.

RESULTADOS

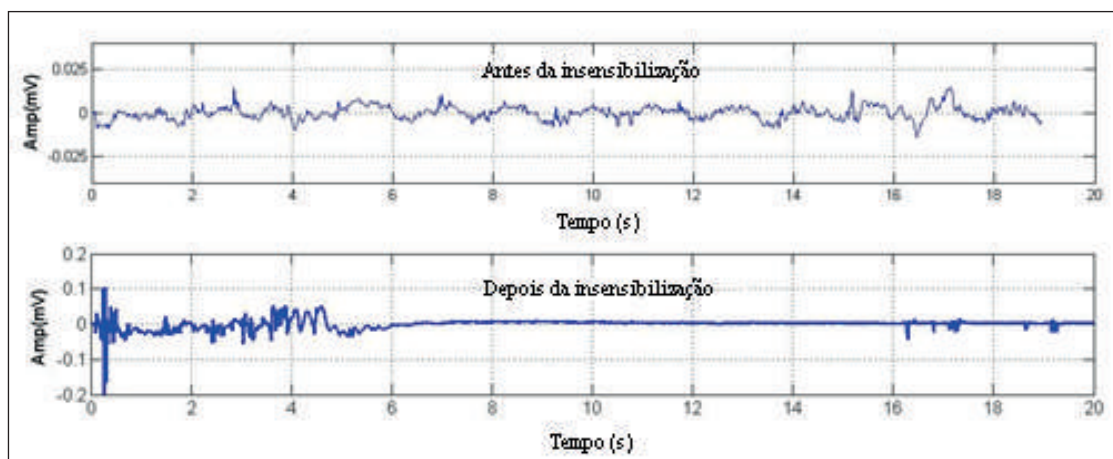
As aves foram insensibilizadas com padrões de corrente de $220 \text{ mA} \pm 10 \text{ mA}$, frequência 1100 Hz e Duty Cycle 50%.

Sinais de EEG

O processamento digital dos sinais de EEG mostrou que 100% das aves foram insensibilizadas de forma eficiente, uma vez que apresentaram padrão epiléptico e quiescência na saída da cuba. Esse padrão foi constatado até o momento da sangria e nenhuma ave apresentou retorno de consciência até essa etapa. Ademais, nenhuma ave apresentou morte cerebral antes da etapa de sangria.

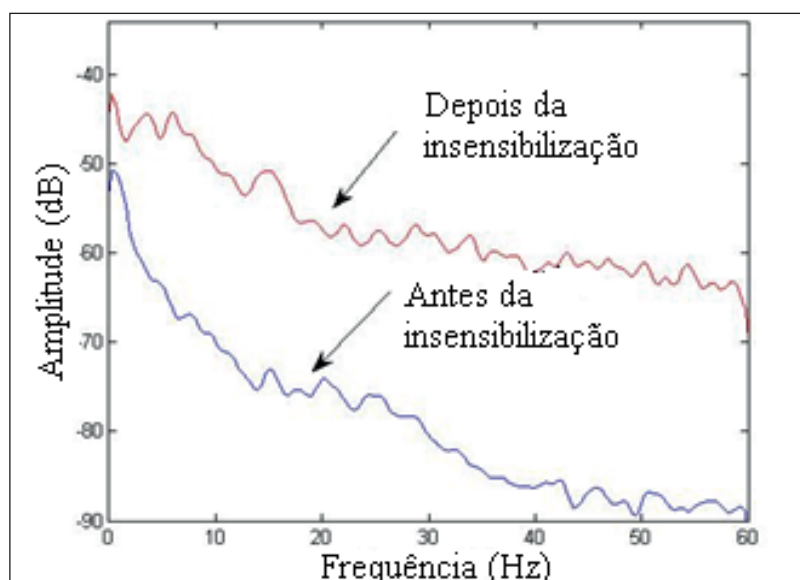
A atividade elétrica cerebral, tanto antes quanto após a insensibilização elétrica de uma ave amostrada aleatoriamente, pode ser visualizado na Figura 3. As demais aves, apresentaram o mesmo padrão cerebral.

Figura 3. Padrão de EEG antes e depois da insensibilização



A densidade espectral de potência (PSD) foi calculada utilizando o método Welch (Manshouri *et al.*, 2018) para todas as aves amostradas. A Figura 4 mostra a PDS antes e depois da insensibilização, com intervalo de confiança de 95%.

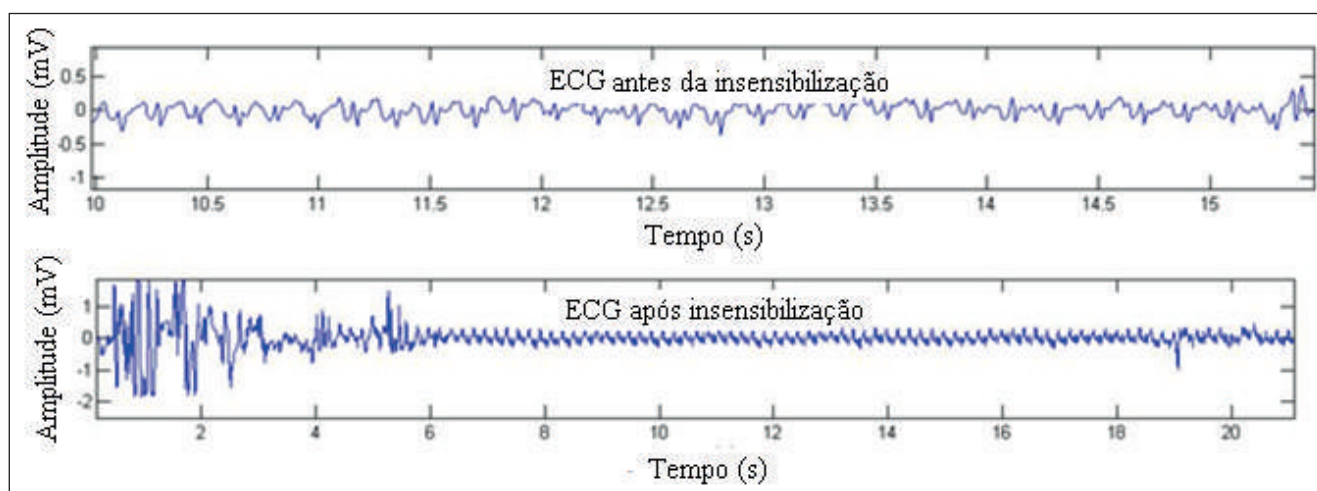
Figura 4. Densidade espectral de potência utilizando Método Welch



Sinais de ECG

O processamento digital dos sinais de ECG mostrou que 100% das aves estavam vivas no momento da sangria. A Figura 5 mostra a atividade elétrica cardíaca, antes e depois da insensibilização, em uma ave amostrada aleatoriamente. As demais aves apresentaram o mesmo comportamento.

Figura 5. Sinal de ECG antes e após a insensibilização



DISCUSSÃO

Os parâmetros elétricos empregados para esse estudo ($220 \text{ mA} \pm 10 \text{ mA}$, frequência 1100 Hz e Duty Cycle 50%), foram previamente empregadas por diversos autores, conforme Tabela 2.

Table 2. Diferentes formas de onda, tempo de insensibilização e corrente/voltagem utilizados em estudos de insensibilização elétrica

Estudo	Voltagem (V)	Forma de onda	Corrente (mA)	Frequência (Hz)	Tempo (s)
(Gregory and Wotton 1991)	NF	DC pulsada unipolar	71 - 206	350	4
(Craig and Fletcher 1997)	NF	AC	125	50	5
	11	DC pulsada	NF	500	10
(Wilkins <i>et al.</i> 1998)	87-117	DC pulsada, onda senoidal retificada	104-111	100, 500, 1500	4
	90-157	AC onda senoidal, cortada	105	50	
(Raj and O'Callaghan 2004a)	Pico 620	AC onda senoidal	100, 150	50, 400, 1500	1
(Xu <i>et al.</i> 2011)	35, 50, 65	AC onda senoidal	47, 67, 86	160, 400, 1000	15
(Prinz <i>et al.</i> 2012)	60	AC onda senoidal	50	50	4
	80	AC rectangular	70	90	
	120	DC pulsada	70	130	

NF – não fornecida; AC – corrente alternada; DC – corrente contínua

De acordo com a Tabela, é possível observar que, mesmo com frequências similares, existem diferenças entre formas de onda, tensão, amplitude de corrente elétrica e *duty cycle*, tornando a comparação direta para análise de resultados um desafio. Apesar desse obstáculo, a combinação desses parâmetros empregada no estudo em questão sugerem bons resultados de bem-estar animal, de acordo com as avaliações de EEG e ECG realizadas.

Sinais de EEG

A análise dos sinais cerebrais é considerado o indicador mais apropriado para avaliar inconsciência e insensibilidade de frangos de corte, um vez que as observações diretas e os reflexos somatossensoriais não são indicativos confiáveis de eficácia para insensibilização em altas frequências (EFSA, 2013).

A obtenção desses dados só é possível pois, a corrente elétrica gerada pelo disparo dos neurônios é dissipada por todo tecido cerebral, atingindo a superfície do crânio, podendo ser capturada, registrada e analisada. Esse registro gráfico que representa a variação na amplitude da atividade elétrica cerebral, com base no tempo, é o EEG.

Uma vez capturado e registrado esses sinais precisam ser processados para que possam ser analisados. Para isso, técnicas de processamento digital de sinais são empregadas e permitem que mais informações sejam obtidas a partir desse sinal, além daquelas obtidas em sua representação na forma de série temporal. Utilizando análise de Fourier, tempo-frequência, modelos não lineares e teorias de sistemas complexos e wavelets (Marchant, 2003) essas informações complementares podem ser obtidas, permitindo uma análise e detalhamento mais abrangente e conclusiva.

Exemplo disso, são as conclusões obtidas por meio da Figura 4, no qual as frequências e magnitudes são mais proeminentes, sendo a diferença entre os sinais antes e depois do atordoamento melhores quantificadas.

Esses resultados são fruto de métodos de atordoamento eficientes, que interrompem a transmissão de sinais pelos neurônios ou os mecanismos reguladores de neurotransmissores, gerando um estado neuronal despolarizado de duração suficiente para que os animais permaneçam inconscientes e insensíveis durante todo o processo de abate. Para a Autoridade Europeia para Segurança dos Alimentos (EFSA) esses são os critérios mínimos exigidos para que se atinga o bem-estar animal em frangos de corte durante o processo de abate (EFSA, 2004).

Sinais de ECG

A medida de ECG é um parâmetro fisiológico muito importante para monitorar o comportamento de frango de corte (Blanchard et al., 2002). Embora o ECG tenha sido amplamente empregado para analisar frangos atordoados por baixa pressão atmosférica (LAPS) (Martin et al., 2016) e pouco empregado, até o momento, para avaliar os resultados em atordoamento elétrico em cuba, esse sinal pode ser usado para monitorar a frequência cardíaca antes e depois do atordoamento elétrico (Barbosa et al., 2016).

Os sinais obtidos na Figura 5 foram captados a partir do momento imediatamente após a saída da cuba até o momento pós sangria. O padrão de ECG mostra que, após passagem da corrente elétrica pelo cérebro do animal, apesar da alteração na frequência cardíaca em relação a amplitude e frequência do sinal, continuou representando um coração eletricamente ativo até a sangria, ou seja, o atordoamento elétrico manteve o animal vivo, sendo sua morte detectada apenas após o corte realizado pelo sangrador..

A velocidade de retorno da consciência pode estar associada a largura de pulso, no tempo (Raj e O'Callaghan, 2004a; Raj et al., 2006a). O emprego da corrente elétrica de frequência híbrida, respeitando a proporção de *duty cycle* de onda única, nesse caso, pode ter contribuído para encontrar maiores níveis de corrente. Isso ocorre pois, no tecido vivo, existem íons livres nos fluidos extracelulares, onde o fluxo de corrente sofre menos resistência para propagação. Já os componentes proteicos e lipídicos desses tecidos oferecem mais resistência a passagem de corrente elétrica, no entanto, diferentes configurações de parâmetros de corrente elétrica podem contribuir para alterar essa condutividade, como encontrado por Gabriel (1996), que detectou maiores condutividades dos tecidos vivos mediante aumento da frequência da corrente elétrica.

Diversos estudos (Gregory e Wotton, 1991; Wilkins et al., 1998; Xu et al., 2011; Huang et al., 2014) comprovaram melhoria na qualidade da carne com o uso de altas frequências durante atordoamento elétrico, sem afetar negativamente o bem-estar animal. No entanto, ainda não se sabe, se a perda de consciência ocorre de forma instantânea ao atordoamento elétrico, sendo a eficácia dos métodos de atordoamento garantidas mediante ocorrência de atividade sincronizada nos sinais de EEG medidos na frequências entre 8-13 Hz, bem como ausência de atividade somatossensoriais Berg e Raj, 2015; Terlouw et al., 2015).

Mesmo com o avanço nos métodos de detecção e processamento digital de sinais, ainda não há registros de estudos sobre a atividade elétrica cerebral de frangos de corte realizados no momento exato do choque elétrico. Em humanos, pesquisas científicas usando eletroconvulsoterapia sem anestésicos, revelaram dor intensa pelos pacientes, sendo esse um dos principais argumentos críticos contra o procedimento empregado nos frigoríficos (Zivotofsky e Strous, 2012). Ademais, mesmo com métodos no qual o animal retorna a consciência após um determinado intervalo de tempo, não é capaz de expressar a sensação de dor durante o choque elétrico, e não há tecnologia disponível até o momento para elucidar essa questão.

Estudos realizados por Raj e O'Callaghan (2004a) com diferentes frequências de atordoamento, atividade epiléptica generalizada foi observada um segundo após o choque elétrico, bem como outros autores que confirmam atividade epiléptica compatível com inconsciência (Raj e O'Callaghan, 2004b; Raj et al., 2006a; Raj et al., 2006b), embora haja

discordância entre diversas pesquisas (Gregory e Wotton, 1987; Gregory e Wotton, 1989; Raj, 2003), que questionam a epilepsia generalizada em aves.

Em síntese, os resultados práticos da literatura até o momento, mostraram que baixas frequências (50/60 Hz) são mais eficazes e, quando altas frequências são utilizadas, a corrente elétrica deve ser aumentada, a fim de manter a eficácia do atordoamento (Gregory e Wotton, 1991 ; Wilkins et al., 1998; Raj et al., 2006a; Prinz et al., 2010a; Prinz et al., 2010b; Prinz et al., 2012). Em relação à qualidade da carne, o emprego de altas frequências diminuíram a quantidade de ossos quebrados e manchas hemorrágicas (Anil e McKinstry, 1992; Turcsán et al., 2003; Xu et al., 2011; Grimsbø et al., 2014; Robins et al., 2014; Huang et al., 2014).

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os experimentos realizados na Copacol (Cafelândia – PR) utilizando corrente elétrica de frequência híbrida, de acordo com os parâmetros preestabelecidos, permitem concluir que:

As condições estipuladas permitem um abate humanitário, uma vez que 100% das aves insensibilizadas apresentaram um quadro de epilepsia generalizada. A confirmação desse resultado também foi observada por análises clínicas e análise de dados do EEG;

As condições de abate também garantem os requisitos exigidos para o abate religioso (Halal), uma vez que 100% das aves permaneceram vivas após a insensibilização, fato também comprovado via análise de sinais clínicos;

O processo de insensibilização não sofreu nenhum dano ou impacto negativo com a execução do experimento;

O equipamento utilizado foi capaz de combinar ondas híbridas com capacidade de ajustes de amplitude, frequência, forma de onda, *duty cycle* e composição de ondas complexas, beneficiando o processo de abate tanto do ponto de vista animal, ao não causar dor e sofrimento durante o processo, bem como na melhoria da qualidade e produtividade da unidade.

■ REFERÊNCIAS

1. Anil MH, McKinstry JL (1992) The effectiveness of high frequency electrical stunning in pigs. *Meat Science* **31**, 481–491. doi:10.1016/0309-1740(92)90030-8.
2. Berg C, Raj M (2015) A Review of Different Stunning Methods for Poultry — Animal Welfare Aspects (Stunning Methods for Poultry). *Animals* **5**, 1207–1219. doi:10.3390/ani5040407.
3. Blanchard S, Degernes L, DeWolf D, Garlich J (2002) Intermittent biotelemetric monitoring of electrocardiograms and temperature in male broilers at risk for sudden death syndrome. *Poultry Science* **81**, 887–891. doi:10.1093/ps/81.6.887.

4. Craig E, Fletcher D (1997) A comparison of high current and low voltage electrical stunning systems on broiler breast rigor development and meat quality. *Poultry Science* **76**, 1178–1181. doi:10.1093/ps/76.8.1178.
5. EFSA (2004) Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related to welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals. *EFSA Journal* **2**, 45. doi:10.2903/j.efsa.2004.45.
6. EFSA (2013) Annual Report of the EFSA Journal 2012. *EFSA Supporting Publications* **10**,. doi:10.2903/sp.efsa.2013.EN-418.
7. European Union Council (2009) 'Regulamento (CE) N. o 1099/2009 do Conselho da União Europeia de 24 de Setembro de 2009 relativo à proteção dos animais no momento da occisão.'
8. Gabriel SG and RWL and C (1996) The dielectric properties of biological tissues: II. Measurements in the frequency range 10 Hz to 20 GHz. *Physics in Medicine and Biology* **41**, 2251.
9. Gregory NG, Wotton SB (1987) Effect of electrical stunning on the electroencephalogram in chickens. *The British veterinary journal* **143**, 175–183. doi:10.1016/0007-1935(87)90009-1.
10. Gregory NG, Wotton SB (1989) Effect of electrical stunning on somatosensory evoked potentials in chickens. *British Veterinary Journal* **145**, 159–164. doi:10.1016/0007-1935(89)90098-5.
11. Gregory NG, Wotton SB (1991) Effect of a 350 Hz DC stunning current on evoked responses in the chicken's brain. *Research in veterinary science* **50**, 250–251. doi:10.1016/0034-5288(91)90118-8.
12. Grimsbø E, Nortvedt R, Hammer E, Roth B (2014) Preventing injuries and recovery for electrically stunned Atlantic salmon (*Salmo salar*) using high frequency spectrum combined with a thermal shock. *Aquaculture* **434**, 277–281. doi:10.1016/j.aquaculture.2014.07.018.
13. Huang JC, Huang M, Yang J, Wang P, Xu XL, Zhou GH (2014) The effects of electrical stunning methods on broiler meat quality: Effect on stress, glycolysis, water distribution, and myofibrillar ultrastructures. *Poultry Science* **93**, 2087–2095. doi:10.3382/ps.2013-03248.
14. Manshouri N, Maleki M, Kayikcioglu T (2018) Power spectrum analysis of EEG for watching 2D & 3D videos and resting state. In '2018 26th Signal Process. Commun. Appl. Conf.', 1–4. (IEEE) doi:10.1109/SIU.2018.8404394.
15. Marchant BP (2003) Time–frequency Analysis for Biosystems Engineering. *Biosystems Engineering* **85**, 261–281. doi:10.1016/S1537-5110(03)00063-1.
16. Martin JE, Christensen K, Vizzier-Thaxton Y, McKeegan DEF (2016) Effects of light on responses to low atmospheric pressure stunning in broilers. *British Poultry Science* 1–16. doi:10.1080/00071668.2016.1201200.
17. OIE (2019) 'Terrestrial Animal Health Code 2019. Volume 1 : General provisions.' (© OIE (World Organisation for Animal Health)) <https://www.oie.int/standard-setting/terrestrial-code/>.
18. Prinz S, Van Oijen G, Ehinger F, Bessei W, Coenen a (2010) Effects of waterbath stunning on the electroencephalograms and physical reflexes of broilers using a pulsed direct current. *Poultry Science* **89**, 1275–1284. doi:10.3382/ps.2009-00136.

19. Prinz S, Van Oijen G, Ehinger F, Bessei W, Coenen a. (2012) Electrical waterbath stunning: Influence of different waveform and voltage settings on the induction of unconsciousness and death in male and female broiler chickens. *Poultry Science* **91**, 998–1008. doi:10.3382/ps.2009-00137.
20. Prinz S, Van Oijen G, Ehinger F, Coenen A, Bessei W (2010) Electroencephalograms and physical reflexes of broilers after electrical waterbath stunning using an alternating current. *Poultry Science* **89**, 1265–1274. doi:10.3382/ps.2009-00135.
21. Raj a BM (2003) A critical appraisal of electrical stunning in chickens. *World's Poultry Science Journal* **59**, 89–98. doi:10.1079/WPS20030005.
22. Raj ABM, O'Callaghan M (2004a) Effect of amount and frequency of head-only stunning currents on the electroencephalogram and somatosensory evoked potentials in broilers. *Animal Welfare* **13**, 159–170.
23. Raj a BM, O'Callaghan M (2004b) Effects of electrical water bath stunning current frequencies on the spontaneous electroencephalogram and somatosensory evoked potentials in hens. *British poultry science* **45**, 230–236. doi:10.1080/00071660410001715830.
24. Raj ABM, O'Callaghan M, Knowles TG (2006a) The effects of amount and frequency of alternating current used in water bath stunning and of slaughter methods on electroencephalograms in broilers. *Animal Welfare* **15**, 19–24.
25. Raj ABM, O'Callaghan M, Knowles TG (2006b) The effects of pulse width of a direct current used in water bath stunning and of slaughter methods on spontaneous electroencephalograms in broilers. *Animal Welfare* **15**, 25–30.
26. Robins a., Pleiter H, Latter M, Phillips CJC (2014) The efficacy of pulsed ultrahigh current for the stunning of cattle prior to slaughter. *Meat Science* **96**, 1201–1209. doi:10.1016/j.meatsci.2013.10.030.
27. De Sousa Silva AC, Céspedes Arce AI, Souto S, Xavier Costa EJ (2005) A wireless floating base sensor network for physiological responses of livestock. *Computers and Electronics in Agriculture* **49**,. doi:10.1016/j.compag.2005.05.004.
28. Terlouw C, Bourguet C, Deiss V (2015) Consciousness, unconsciousness and death in the context of slaughter. Part II. Evaluation methods. *Meat Science*. doi:10.1016/j.meatsci.2016.03.010.
29. Turcsán Z, Varga L, Szigeti J, Turcsán J, Csurák I, Szalai M (2003) Effects of electrical stunning frequency and voltage combinations on the presence of engorged blood vessels in goose liver. *Poultry science* **82**, 1816–1819.
30. Wilkins LJ, Gregory NG, Wotton SB, Parkman ID (1998) Effectiveness of electrical stunning applied using a variety of waveform-frequency combinations and consequences for carcass quality in broiler chickens. *British poultry science* **39**, 511–518. doi:10.1080/00071669888692.
31. Xu L, Zhang L, Yue HY, Wu SG, Zhang HJ, Ji F, Qi GH (2011) Effect of electrical stunning current and frequency on meat quality, plasma parameters, and glycolytic potential in broilers. *Poultry science* **90**, 1823–1830. doi:10.3382/ps.2010-01249.
32. Zivotofsky AZ, Strous RD (2012) A perspective on the electrical stunning of animals: Are there lessons to be learned from human electro-convulsive therapy (ECT)? *Meat Science* **90**, 956–961. doi:10.1016/j.meatsci.2011.11.039.

“ Manejo da cama aviária

- I Janaina **Rossetto**
UNIPAMPA
- I Carlos Alexandre **Oelke**
UNIPAMPA
- I Bruno Neutzling **Fraga**
UNIPAMPA
- I Andressa Layter **Oelke**
Técnica Agropecuária
- I Patricia **Rossi**
UTFPR
- I Daniele Felicio **Rodrigues**
UNIPAMPA

RESUMO

A avicultura é um importante segmento inserido no agronegócio brasileiro, pois gera emprego, renda aos produtores rurais, e movimenta uma cadeia industrial complexa, que envolve empresas integradoras, cooperativas, indústria de equipamentos, de insumos utilizados nas rações, de vacinas e medicamentos. Os produtores de aves contam com uma ampla rede de assistência técnica, na maioria das vezes representada pelo profissional da empresa integradora. A cama aviária é um dos itens que o produtor recebe orientação, quanto ao seu manejo, e nesse sentido o presente material tem como objetivo abordar o manejo da cama aviária de uma granja de aves em sistema de integração, no estado do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: Avicultura, Tratamento, Maravalha, Fermentação.

INTRODUÇÃO

A avicultura de corte no Brasil é uma das atividades econômicas mais avançadas tecnologicamente, com altos níveis de produtividade e excelentes índices de conversão alimentar. Além disso, destaca-se pelo elevado nível de organização (RICHETTI; MELO FILHO; FERNANDES, 2002). O Brasil ocupa lugar destaque na avicultura mundial, sendo o terceiro maior produtor, ficando atrás dos EUA, que lidera, e da China. No tocante as exportações, a Brasil assume a primeira posição, seguido pelos EUA (ABPA, 2020).

Um dos grandes responsáveis pelo sucesso da avicultura nacional, consiste no sistema de produção adotado no passado, que é o modelo de integração. A produção de frango realizada no sistema de integração baseia-se em um relacionamento entre o produtor e a indústria. As empresas coordenam todo o processo produtivo, fornecendo o pinto de um dia, os insumos e a assistência técnica; além de fazerem o abate, processamento e distribuição final para os consumidores. Ao produtor integrado compete o fornecimento dos demais insumos necessários à condução da atividade (RICHETTI; MELO FILHO; FERNANDES, 2002).

A assistência técnica é um dos pontos fortes relativos ao sistema de integração. Por ela, o produtor recebe as mais diferentes orientações que envolvem todo o processo produtivo. Sendo que, essas orientações podem variar de empresa para empresa, mais o objetivo geral será o mesmo, assegurar uma excelente produção, respeitando sempre a condição de melhor bem-estar dos animais.

O manejo da cama aviária é um dos pontos que o produtor recebe orientação técnica, por parte das empresas. A cama de aviário, é utilizada para oferecer uma melhor qualidade de vida às aves durante sua permanência no galpão, pois colabora no conforto térmico, evita o contato direto com o chão ou piso, evitando a formação de calos de pata e peito nos animais, além de fazer a absorção e incorporação dos dejetos, como as excretas, descamação, penas, restos de comida e água, que caem de comedouros e bebedouros (AVILA, 2008).

Como a ave está em contato contínuo com a cama, esta deve ter uma qualidade adequada, para contribuir com o bom desenvolvimento dos animais, evitar oscilações de temperatura, e não acumular umidade excessiva, o que pode afetar de forma bastante negativa no ganho de peso e conversão alimentar das aves (AVILA; MAZZUCO; FIGUEIREDO, 1992)

Este material tem como objetivo descrever o manejo da cama aviária, de uma granja localizada na região norte do Rio Grande do Sul, que faz a produção de frangos de corte no sistema de integração.

DESENVOLVIMENTO

Materiais utilizados como cama aviária

Existem vários materiais que podem ser utilizados como cama de aviário, e o produtor geralmente opta pelo que lhe for mais conveniente, sem que afete negativamente o desenvolvimento dos animais. Além disso, o custo do material também deve ser levado em conta, e pode variar dependendo da região do país em que se encontra granja.

Avila et al. (2008) realizaram um estudo com materiais alternativos, comparando-os com maravalha. Eram 6 tipos de materiais ao todo, a saber, casca de arroz, sabugo de milho triturado, capim-cameron picado, palhada de soja picada, resto da cultura do milho picado, e serragem, onde cada um foi testado por 6 lotes consecutivos de 40 dias cada. Os autores observaram que o tipo de material utilizado não tem influência significativa no ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar dos animais. Semelhantemente, Silva et al. (2018) também não observaram diferenças significativas em relação ao consumo de ração e ganho de peso, para os animais que foram mantidos em maravalha, casca de arroz e tifton 85.

Conforme pode ser observado na tabela 1, o desempenho zootécnico não é influenciado pelo tipo de cama utilizada, além disso, Brito et al. (2016) não observaram diferenças significativas para o rendimento de carcaça, coração, moela e fígado, nos animais mantidos em diferentes camas.

Tabela 1. Desempenho zootécnico de animais mantidos em camas de diferentes materiais

Material	Peso Corporal (g)	Consumo de ração (g)	Conversão Alimentar
Maravalha	2370,80	4254,10	2,01
Feno de capim elefante	2264,50	4217,70	2,11
Casca de arroz	2381,20	4291,60	2,03

Adaptado de Brito et al. (2016).

Na granja avaliada utiliza-se maravalha por recomendação da empresa integradora. O custo benefício é compensatório, e na região onde ela se encontra, no Norte do estado do Rio Grande do Sul, esse material é de fácil acesso. Nesta granja, a cama é reutilizada geralmente por um ano e meio, comportando em torno de 9 lotes, pois as aves são entregues com 42 dias e o tempo de vazio é em torno de 14 dias.

Em janeiro de 2021 o custo da maravalha estava em torno de R\$ 42,00 o m³. O galpão desta granja conta com 14 metros de largura por 150 metros de comprimento, assim seriam necessários 250 m³ de maravalha, o que daria um custo total de R\$ 10.500,00. Diluindo esse valor total pelo número de lotes, ficaria R\$ 1.166,67 por lote. Porém, ao se retirar a cama no momento da troca, existe a possibilidade de venda, sendo que, na última comercialização o produtor desta granja vendeu a cama usada por um valor de R\$ 100,00 a tonelada, e do

galpão foram retiradas cerca de 300 toneladas de material, gerando um total de R\$ 30.000,00 ao produtor. Ao diminuirmos o gasto inicial para aquisição da cama nova, ao preço pago ao produtor no momento da retirada da cama usada, o avicultor teria um retorno de aproximadamente R\$ 19.500,00 (para obter o valor líquido exato, seria necessário incluir o gasto que o produtor teve para carregar a cama nos caminhões). Os valores apresentados condizem com a realidade do produtor avaliado, que possui um contrato de venda com um produtor de soja, que adquire e retira toda a cama usada da granja pelo valor combinado. Cabendo apenas a esse avicultor fazer o carregamento da cama usada nos caminhões. De maneira geral esses valores podem variar de acordo com a localização da granja e a oferta e demanda.

Além disso, como o processo de retirada da cama envolve uma carregadeira, sobra cama nas laterais e extremidades do aviário, bem próxima a parede, local que o maquinário tem dificuldade de pegar a cama. A cama que fica nesses locais é ensacada e vendida pelo produtor. Cada saco de aproximadamente 40 kg é vendido por R\$ 10, sendo que, na última venda o produtor teve uma renda extra de R\$ 3.000,00, ao fazer a comercialização de 300 sacos.

Revolvimento da cama

Um problema relacionado a cama é a compactação, que pode ser resultado de uma série de fatores, tais como: períodos prolongados de chuva, que costumam deixar a cama mais úmida, principalmente no inverno; falhas no sistema de bebedouros, comedouros e nebulizadores; e o tamanho da própria ave, pois quanto maior o crescimento, maior será o peso, e conseqüentemente pressão exercida sobre a cama, e também, maior será o volume de excreta eliminada pela ave.

Esses fatores isolados e/ou combinados, podem acentuar o surgimento das compactações, que por vezes recebem o nome popular de “cascões”. A piora da qualidade da cama, além de provocar problemas de calos nas aves, eleva os níveis de gases no interior do aviário, como amônia, que piora a qualidade do ar dentro do galpão. Nesta granja, o produtor relatou que no verão, quando ocorre pouca precipitação pluviométrica, não há necessidade de se fazer o revolvimento da cama.

Visando evitar esse tipo de situação, muitas vezes é orientado ao produtor revolver a cama durante a permanência do lote dentro do galpão, principalmente na região do pinteiro, que é o espaço onde os animais ficam por mais tempo desde a chegada até a saída, assim sendo, se torna o local com maior concentração de dejetos, e um nível maior de umidade, quando comparado com o restante do espaço do galpão. Para realizar esse manejo, na granja estudada, é utilizado um triturador de cama (Figura 1), que ao revolver, conduz para cima a cama que está mais profunda e seca, e conduz para baixo a material que está mais

superficial e úmido. Existem vários modelos de trituradores, que podem ser acoplados a tratores, conduzidos manualmente ou motorizados.

Figura 1. Modelo do triturador utilizado na granja, e que é conduzido manualmente.



Fonte: Arquivo pessoal

Manejo de reutilização da cama

O método de manejo de cada material depende das recomendações da empresa integradora e/ou cooperativa, sendo que, a recomendação geralmente chega pelo técnico que dá assistência na granja, e as recomendações podem variar conforme o clima onde se encontra o aviário. Após a entrega das aves, se inicia o processo de reutilização. Existem empresas que recomendam a queima de penas, enquanto outras apenas recomendam o enlonação total da cama. Caberá ao produtor seguir as orientações de sua integradora.

Na granja avaliada, utiliza-se um método de manejo que é bastante recomendado pelas empresas, que é o da fermentação plana (Figura 2). Este método consiste em umidificar a cama e se estender uma lona sobre ela, para ocorrer uma fermentação. Nesta granja não se realiza a queima das penas.

Figura 2. Aviário enlonado (fermentação plana).



Fonte: Arquivo pessoal

Para que ocorra uma adequada vedação da lona que fica sobre a cama, nas beiradas do galpão é instalada uma lona, conhecido popularmente nas granjas como “bandô” (Figura 3 e 4). Essa lona, de aproximadamente 80 cm, é instalado no aviário antes de se colocar a maravalha nova, ou seja, quando não se tem nada no piso do galpão, sendo que, parte ficará embaixo da cama nova e parte ficará junto a lateral, formando um “L”, isso em todas as laterais e extremidades do galpão. No momento em que se for realizar o tratamento da cama, após a lona ser estendida por todo galpão, a parte do “L” que ficou para cima da cama (na lateral) é colocada sobre a lona, assim ocasionando uma vedação total da cama, impedindo a troca de gases.

Vale salientar que antes de cobrir a cama com a lona, é interessante lavar o galpão utilizando apenas água, com um jato de alta pressão, para eliminar a poeira que se acumula nos equipamentos e para umidificar a cama, para ocorrer a fermentação adequadamente. Salientando-se que nessa lavagem não se utiliza nenhum tipo de desinfetante, e a lavadora deve ter uma alta pressão para rapidamente remover as sujidades das instalações e equipamentos, evitando uma umidificação excessiva da cama. A cama ficará úmida ao final do processo, mas não pode ficar encharcada.

Figura 3. Aviário com o lona em “L” colocados nas laterais e extremidades, indicados pelas setas vermelhas.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 4. Na imagem, enfoque na lona em “L” em um aviário com animais alojados.



Fonte: Arquivo pessoal

Segundo a EMBRAPA (2018), a fermentação plana é um método de tratamento genuinamente nacional, e recomenda que a fermentação ocorra por 12 dias. Após esse período, a lona pode ser retirada e a cama fica em repouso por mais dois dias, tempo necessário para dissipar a amônia e reduzir a umidade.

Pesquisas realizadas pela Embrapa (2018), demonstraram que esse método é bastante eficaz no controle de patógenos como, por exemplo, o do vírus da Doença de Gumboro, além de colaborar no tratamento da *Salmonella* Enteritidis e enterobactérias. Com a utilização desse método e possível reutilizar a mesma cama em vários lotes, gerando uma importante economia ao produtor, e um menor impacto ambiental, pois em áreas de alta produção avícola, onde não se realiza o procedimento de reutilização, pode existir uma grande demanda por maravalha.

Outro método para realizar o manejo da cama é a fermentação em leiras, onde se empilha a cama no centro do galpão e a cobre com uma lona plástica por toda extensão. A recomendação é deixar de 10 a 12 dias coberto, para se ter uma redução expressiva nos patógenos, então após isso se faz a realocação da cama pelo galpão. No pinteiro é recomendado utilizar maravalha nova, porém não é uma regra, deve se avaliar a condição da maravalha usada para ver se tem essa necessidade. Um ponto fraco desse método é o fato do trabalho excessivo, pois primeiro se faz a leira da cama, e depois a espalha novamente (EMBRAPA, 2011).

A área do pinteiro é o local onde os pintinhos vão ficar nos primeiros dias de vida, ele é feito em cerca de um terço do espaço total do galpão. Nessa área ficam os aquecedores, e a temperatura nesse local será mais elevada, pois, a zona de conforto térmico para pintinhos de um dia encontra-se entre 33 e 35°C (FURLAN & MACARI, 2008).

Na granja estudada o pinteiro é montado no centro do galpão (Figura 5), local onde ficam as fornalhas, em estrutura anexa ao galpão. Evita-se a montagem nas extremidades, pois nas regiões mais próximas das placas evaporativas e exaustores, a temperatura ambiente costuma ser mais baixa, e pode haver maior circulação de ar frio. Como medida para se concentrar o calor, são colocadas lonas na área limítrofe do pinteiro, além de chapas de madeira, para conter os pintinhos. Ao se fazer a montagem do pinteiro no centro do galpão, se consegue uma melhor manutenção da temperatura, no entanto, é importante manter uma boa ventilação.

Figura 5. Pinteiro montado com papel *kraft* para colocar ração nos primeiros 2 dias, pratos infantis e canos de aquecimento.



Fonte: Arquivo pessoal

Manejo sanitário na retirada total da cama

A reutilização da cama permite o uso da mesma por vários lotes, porém, quando o produtor avaliar que está na hora de fazer a troca total, ele primeiro deve entrar em contato com a integradora, para realizar a avaliação se é o momento certo, e se está na época do ano mais adequada, pois geralmente a troca total ocorre nos meses de verão, pelo motivo de que o material novo oferece mais dificuldade para aquecer, então se a troca ocorrer no inverno o desafio será maior para o produtor.

Após avaliar esses pontos, o produtor pode entrar em contato com uma empresa especializada ou ele mesmo realizar o serviço, que consiste na retirada do material do galpão. A retirada da cama pode ser com utilização de retroescavadeiras ou minicarregadeiras (Figura 6).

Figura 6. Minicarregadeira.



Fonte: Arquivo pessoal

Alguns produtores utilizam-se de esteira (Figura 7), que é um equipamento onde uma das extremidades fica no chão e outra é elevada; quando ligada, a carregadeira enche a concha e deposita a cama sobre a esteira, e essa leva a cama até o equipamento de transporte, que pode ser um caminhão, trator, entre outros.

Figura 7. Momento em que está sendo feita a condução da cama usada do interior do galpão, até o caminhão, utilizando-se a esteira transportadora.



Fonte: Arquivo pessoal

Depois de retirada do galpão a cama deve ser armazenada em algum local para fermentar, pois só depois desse processo, pode ser utilizada para fertilizar o solo. No caso do produtor já ter feito a comercialização da cama, o comprador terá que fazer o processo de fermentação. No entanto, se o avicultor for armazenar essa cama em sua propriedade, ele deverá mantê-la coberta, em local drenado, por cerca de 30 a 40 dias. Também, é interessante que esse material seja umedecido, para ocorrer uma fermentação adequadamente. A cama deve ser bem protegida para evitar o aparecimento de moscas, e o acesso de animais. O enlonação evita a perda de nitrogênio, que acaba evaporando se estiver descoberta, e evita a perda de nutrientes pela ação da chuva (PAIVA, 2006).

Após terminar a retirada da cama, se inicia o processo de limpeza e desinfecção do galpão e equipamentos. O processo se inicia pela lavagem, utilizando-se lavadores a jato, com boa pressão. Retira-se toda matéria orgânica dos equipamentos, como comedouros, bebedouros, forro, lonas do pinteiro, entre outros, dando um foco especial nos equipamentos usados na fase inicial de vida, com pratos infantis, canos de aquecimento e chapas de madeira (que fazem a delimitação da área do pinteiro). Após a limpeza, se inicia o processo de desinfecção do galpão, com o desinfetante indicado pela empresa parceira, que geralmente é amônia quaternária. É muito importante realizar a limpeza primeiro e depois a desinfecção, pois a grande maioria dos desinfetantes não agem em locais com acúmulo de matéria orgânica. Também, é importante observar o tempo de ação do desinfetante, deixando-o agir pelo tempo indicado pelo fabricante e/ou pelo técnico, para com isso garantir a máxima eficiência no processo de desinfecção. Depois de todo esse processo ser realizado de forma adequada, uma vez reduzida a unidade no interior do galpão, coloca-se a nova cama, e se inicia o processo de preparação para se receber o novo lote.

CONCLUSÃO

A cama aviária pode influenciar diretamente no desempenho das aves, então, o sucesso de um lote passa também pelo adequado manejo da mesma. Os diferentes materiais utilizados possuem semelhanças quanto aos resultados de desempenho e carcaça, e por isso, o diferencial está em manejar corretamente o material, com o revolvimento e controle da umidade. A reutilização da cama é um método eficiente e viável, desde que se tenha o cuidado adequado quanto a redução e eliminação de patógenos. Também, se deve ter atenção no momento da retirada total da cama, pois é uma ocasião que envolve muitos cuidados para não ocorrer contaminações externas. Por fim, se deve realizar a limpeza e desinfecção do galpão, para evitar o surgimento de doenças, que podem comprometer a viabilidade do lote, e consequente a receita do produtor.

■ REFERÊNCIAS

1. ABPA (2020). **Relatório anual 2020**. Associação Brasileira de Proteína Animal. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf>. Acesso em 25 fev. 2021.
2. AVILA, V. S.; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. de. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPISA, 1992. 38p. (EMBRAPA-CNPISA. Circular Técnica, 16).
3. AVILA, V. S.; OLIVEIRA, U.; FIGUEIREDO, E. A. P.; COSTA, C. A. F.; ABREU, V. M. N.; ROSA, P. S. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.37 no.2 Viçosa, Fev. 2008.
4. BRITO, D. A. P.; BRITO, D. R. B.; GOMES, A. M. N.; CUNHA, A. S.; SILVA FILHO, U. A.; PINHEIRO, A. A. Desempenho produtivo e rendimento de carcaça de frangos criados em diferentes materiais de cama aviária. **Cienc. Anim. Bras.**, Goiânia, v.17, n.2, p. 192-197 abr./jun. 2016.
5. EMBRAPA (2018). **Embrapa valida técnica que inativa vírus na cama de frango reutilizada**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34417763/embrapa-valida-tecnica-que-inativa-virus-na-cama-de-frango-reutilizada#:~:text=O%20procedimento-,A%20fermentada%20plana%20consiste%20na%20umidifica%20do%20material%20ap%20B3s%20a,am%20B4nia%20e%20reduzir%20a%20umidade>>Acesso em: 23 fev. 2021.
6. EMBRAPA (2011). **Manejo Ambiental na Avicultura**. Documentos 149. Versão eletrônico. Dezembro de 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/920466/1/manejoambientalnaavicultura.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2021.
7. FURLAN, R.L.; MACARI, M. **Termorregulação**. In: Macari, M.; Furlan R.L.; Gonzales, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2ed. Jaboticabal: Funesp, p.209-230, 2008.
8. PAIVA, D. P. **Manejo da cama após a retirada do aviário para evitar a criação de mosca**. Instrução Técnica para o Avicultor. EMBRAPA, Out. 2006.
9. RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A.; FERNANDES, F. M. **Sistema integrado de produção de frango de corte em área de assentamento de reforma agrária**. 2002. Documentos 44. EMPRAPA, Novembro 2002, 28 p.
10. SILVA, V. B. M.; BRAINER, M. M. A.; MARTINS, J. S.; SOBRINHO, D. B.; ABREU, K. L. A.; LEITE, P. R. S. C.; GODOY, H. B. R. **Avaliação de diferentes materiais de cama de aviário e densidades populacionais - desempenho de frangos de corte**. Zootecnia Brasil. Goiânia -GO. 2018.

“

Melhoramento genético e prolificidade: Onde queremos chegar ?

▮ Robson Carlos **Antunes**
UFU

▮ Jéssica Silva **Soares**
FAMEV/UFU

RESUMO

Na década de 90 do século passado um dos problemas que a suinocultura brasileira se deparava era o baixo número de leitões nascidos vivos (tamanho de leitegada). Os melhoristas discutiam se havia possibilidade de se melhorar via genética uma característica de herdabilidade tão baixa. Mas, com a melhoria das ferramentas de informática e o aumento do poder computacional, o uso do BLUP/Modelo Animal e o compartilhamento de informações dos vários núcleos de melhoramento genético ao redor do mundo em um computador central, levaram as empresas de melhoramento genético com atuação global, a terem sucesso no aumento do número de leitões nascidos vivos. No entanto as respostas correlacionadas a esta característica aumentaram também a mortalidade dos leitões na fase de maternidade e afetou a qualidade da carne e da carcaça oriunda dos mesmos. Empresas de melhoramento genético anunciam que em breve será possível desmamar 40 leitões por matriz por ano. Esta palestra resgata a história do melhoramento genético para tamanho de leitegada e discute as perspectivas futuras para a mesma.

Palavras-chave: Eficiência de Lactação, Mortalidade de Leitões, Habilidade Materna.

INTRODUÇÃO

Um dos setores mais competitivos da produção animal, a suinocultura moderna atingiu índices de produtividade satisfatórios nas últimas décadas devido às melhorias conquistadas nas áreas de nutrição, sanidade, instalações, equipamentos, manejos e também, não menos importante, aos avanços no melhoramento genético. Atualmente, as empresas de melhoramento genético de suínos disponibilizam no mercado, fêmeas que já tem potencial de produzir 35 desmamados por porca por ano (d/p/a). No entanto, nem sempre foi assim. Na década de 90 do século passado havia alguns problemas que em parte eram provocados pelo baixo número de leitões nascidos vivos por parto: algumas tetas paravam de produzir leite por falta de estímulo, pois havia poucos leitões mamando; e, em algumas situações as fêmeas lactantes não perdiam muita condição corporal durante a lactação por não serem tão demandadas, pelo baixo número de leitões mamando, o que levava a uma incidência muito alta do evento “cio de maternidade”. Alguns suinocultores tentavam aumentar o número de leitões lactentes por fêmea lactante para coibir a incidência destes dois eventos mencionados e também para se aumentar os d/p/a, diluindo assim o custo por fêmea produtiva alojada no plantel estável. Para tal, eles inseminavam leitoas de terminação no primeiro cio detectado, com o intuito apenas de distribuir os filhotes das mesmas, logo após a mamada do colostro, para as fêmeas lactantes do plantel estável da granja. Fêmeas estas oriundas de cruzamentos de linhas maternas. Este manejo era denominado entre os suinocultores de manejo de “leitoas caixa dois”.

Portanto, fica claro que havia uma necessidade de se investir no aumento do número de leitões nascidos vivos por parto pelo melhoramento genético das linhas maternas. Mas, não havia consenso entre os geneticistas se era possível melhorar esta característica devido à baixa herdabilidade da mesma. Em um material escrito pelo grupo de melhoristas da Universidade Federal de Viçosa, muito utilizado como referência em Melhoramento Genético de Suínos na época, pode-se ler (LOPES, FREITAS, FERREIRA, 1998):

Uma vez que as características reprodutivas são de baixa herdabilidade, espera-se teoricamente, pequena resposta à seleção, devendo ser essas características exploradas, preferencialmente, pela heterose nos cruzamentos. Alves (1986), utilizando índices de seleção para características reprodutivas, verificou que o ganho genético esperado por geração de seleção seria de apenas 0,05 e 0,11 leitões nascidos por porca, respectivamente, nas raças Landrace e Large White. Portanto, seriam necessárias 20 gerações de seleção para se conseguir o aumento de um leitão no tamanho da leitegada ao nascer na raça Landrace e nove gerações na raça Large White. Com base nestes resultados, esse autor recomendou a utilização das informações de leitegada apenas como auxiliar ou em adição às informações de desempenho e de carcaça dos animais candidatos à seleção.

Entretanto com o desenvolvimento e popularização da Internet aliado ao crescente poder computacional tornou-se factível as empresas de melhoramento genético de suínos enviarem informações semanais das granjas núcleos espalhadas pelo mundo para um computador central e usarem o poder da ferramenta estatística BLUP (melhor preditor linear não viesado) que ainda tinha limitações de uso devido ao baixo poder de processamento dos computadores do início da década de 90.

Com o uso de sêmen congelado de cachaaos comuns às todas as granjas núcleos e produzindo e avaliando as progênies dos mesmos concomitantemente em todas as granjas núcleos de uma mesma empresa de melhoramento, aumentou-se a conectabilidade das informações contidas no banco de dados central das referidas empresas e foi possível calcular os valores genéticos dos animais utilizando informações de todas as granjas núcleos de melhoramento ao redor do mundo simultaneamente. Isto aumentou a acurácia dos valores genéticos das características avaliadas nos animais que resultou por consequência em maior Ganho Genético Anual, mesmo para características de baixa herdabilidade. Devido a estes fatos mencionados foi necessário que o doutor Paulo Sávio Lopes revisasse e escrevesse uma atualização do material didático citado anteriormente, onde se pode ler (Lopes, 2004):

LOPES et al. (1998) afirmaram que a maioria dos melhoristas ainda tem dúvida a respeito da inclusão de características reprodutivas em melhoramento de suínos, em razão de suas baixas herdabilidades e de sua expressão ser limitada a animais adultos. Atualmente, esses argumentos não são suficientes para se deixar de selecionar animais para características reprodutivas; primeiro, em razão da importância econômica do tamanho de leitegada, que, apesar das baixas herdabilidades, um baixo ganho esperado por seleção seria compensador; segundo, porque, a partir da década de 90, o melhoramento genético para as características de desempenho e de carcaça atingiram níveis próximos aos desejados, o que passou a compensar os menores ganhos genéticos efetivos em tamanho de leitegada. Os métodos de seleção de características múltiplas com base no melhor preditor linear não-viesado (BLUP), por exemplo, são recomendados na seleção de características reprodutivas, em razão de serem mais eficientes em características de baixa herdabilidade, que usam a informação completa de família por meio da matriz de parentesco.

Outro fato importante que levou as empresas de melhoramento genético a colocarem mais pressão de seleção nos animais de linhas maternas com base na característica número de leitões nascidos por parto, denominada tamanho de leitegada, foi a adoção dos índices econômicos de seleção (WELLER, 1994). Antes da adoção dos índices econômicos a composição dos índices de seleção era com base em “feeling” dos melhoristas envolvidos no programa de melhoramento genético atribuindo diferentes pesos a cada característica que compunha o índice com base na importância das mesmas para a linhagem sob seleção. Não raro, alguns programas de melhoramento genético usavam índices de seleção para linhas maternas cuja composição era 50% de peso para a característica tamanho de leitegada ao

nascer, 25% de peso para a característica percentual de carne magra na carcaça e 25% para ganho de peso médio diário.

Quando as empresas de melhoramento genético começaram a usar os índices econômicos de seleção ficou evidenciado que a característica de maior impacto econômico no melhoramento genético das linhas maternas é o tamanho da leitegada ao nascer. Conseqüentemente, todas as empresas de melhoramento genético de suínos começaram a selecionar as fêmeas com pressão de seleção maior para esta característica ao usarem índices econômicos de seleção, o que resultou em uma melhoria no número de nascidos vivos, proporcionando ganhos genéticos anuais consistentes variando de 0,1 a 0,3 leitões adicionais por parto. Porém, este fato trouxe respostas correlacionadas indesejáveis, como baixa viabilidade dos leitões e conseqüentemente alta taxa de mortalidade na maternidade, diminuição do peso médio ao nascer e aumento do número de leitões com peso inferior a dois desvios padrões do peso médio, que tem menor número de fibras musculares levando a menores taxas de crescimento.

Ao se aumentar o número de leitões nascidos aumentou-se a produção de leite da fêmea que levou a uma maior demanda de nutrientes para tal, sem um aumento proporcional no consumo de ração de lactação, principalmente em primíparas. Isto resultou em aumento do percentual de fêmeas que não entram em cio nos quatro primeiros dias após o desmame, diminuindo a taxa de parto e o número de nascidos no parto subsequente, aumentando a incidência de “síndrome do segundo parto”. Também levou indiretamente a um aumento da taxa de descarte de fêmeas jovens por problemas reprodutivos, que somado ao aumento da taxa de descarte de fêmeas jovens por outros problemas, culminou na redução da longevidade, com impacto negativo sobre a lucratividade do sistema de produção.

Novas estratégias de seleção foram adotadas pelas empresas de melhoramento genético, como por exemplo, seleção para o aumento da vitalidade dos leitões, número de leitões sobreviventes ao quinto dia, eficiência de lactação, seleção para o aumento ou manutenção do consumo de ração em nível adequado na fase de lactação e introdução de raças chinesas na formação de linhas sintéticas.

SELEÇÃO PARA AUMENTAR O TAMANHO DE LEITEGADA

Em uma recente pesquisa do grupo de melhoramento animal da Universidade de Wageningen os autores discutem que ao se aumentar o número de leitões nascidos por leitegada há uma redução do número de porcas que se devem manter no plantel para cada quilograma de suíno produzido e por isto esta característica de relevância social é de alto impacto econômico (KANIS et al., 2005). Rothschild e Bidanel (1998) citam aumentos da ordem de 0,1 a 0,3 leitões por leitegada como ganho genético anual para esta característica.

Kinghorn e seus colaboradores (2006) mencionam que o ganho genético anual em melhoramento de suínos variou entre 1 e 3 % nas diferentes características nas últimas décadas. Os ganhos genéticos para a característica tamanho de leitegada foram baixos nos anos 80 até início dos anos 90 (Rothschild e Bidanel, 1998), quando então as empresas de melhoramento genético passaram a usar a metodologia dos modelos mistos para se calcular os valores genéticos dos animais a partir de bancos de dados, que somado aos avanços computacionais e de modelagem, proporcionou ganhos genéticos maiores para esta característica nos últimos 12 anos, culminando com as fêmeas hiperprolíficas comercializadas atualmente.

RESPOSTAS CORRELACIONADAS

De acordo com Rauw et al., (1998) as respostas correlacionadas ocorrem devido ao fato de genes que afetam características distintas estarem situados muito próximos em um mesmo cromossomo formando um grupo de ligação (“linkage”), cuja probabilidade de quebra e rearranjo por crossing over durante a meiose é muito baixa e, portanto não há segregação independente entre estes genes; e/ou, pelo efeito da pleiotropia. Disto resulta que a magnitude e o sinal da correlação genética dependem da frequência dos alelos destes genes responsáveis pelos efeitos de “linkage” e “pleiotropia” na população. Portanto, pode ser que duas características possam ser correlacionadas de maneira direta em uma população, mas serem inversamente correlacionadas em outra população sobre seleção.

Rydhmer (2.000) estudou a correlação genética (rg) entre características reprodutivas e de produção e tamanho de leitegada, calculou e publicou a média das correlações genéticas entre as características de todos os artigos científicos por ele pesquisados e a herdabilidade média (h^2) encontrada. Os resultados apresentados mostraram correlação genética desfavorável para tamanho de leitegada e peso médio ao nascer, mudança na condição corporal e incidência de prolongado IDC.

Outros autores mostraram correlação genética desfavorável para tamanho de leitegada e taxa de sobrevivência pré-natal (ROSENDO et al., 2012), peri-natal (CANÁRIO et al., 2006; KNOL et al., 2.002) e pós-natal (KNOL, 2.001; KNOL et al., 2.002); e, correlação genética desfavorável também com eficiência placentária (MESA et al., 2003), incidência de “splay leg” (HOLL & JOHNSON, 2005) e variabilidade de peso ao nascer (QUINIOU et al., 2002; QUESNEL et al., 2008) que tem alta relação com mortalidade (MILLIGAN et al., 2002).

Além disto, há o fato de que a diminuição do peso ao nascer decorre da competição por espaço e nutrientes no útero devido ao elevado número de embriões que por consequência acaba afetando a determinação do número de fibras musculares que é geneticamente programada ainda na vida intra-uterina (TOWN et al., 2004; FOXCROFT et al., 2006;

REHFELDT & KUHN, 2006; REHFELDT et al., 2008) levando a produção de leitões com menor número de fibras musculares e conseqüentemente menor taxa de crescimento pós-natal, pós-desmame e até o abate (NISSEN et al., 2004; BÉRARD et al., 2008; BEAULIEU et al., 2010; PAREDES et al., 2012). Há consenso entre os autores de que leitões de baixo peso não conseguem ter ganho compensatório e demoram entre uma a duas semanas para atingirem o mesmo peso de abate que seus irmãos de peso normal. Mas, não há consenso sobre a qualidade de carne, o que pode estar relacionada à redução na expressão de um gene que codifica para uma proteína mitocondrial (UCP3) em leitões que nascem com baixo peso (MOSTYN et al., 2005).

Estratégias utilizadas pelas empresas de melhoramento para enfrentarem as respostas correlacionadas

Conforme as empresas de melhoramento genético de suínos foram se deparando com os problemas decorrentes das respostas correlacionadas desfavoráveis em relação a seleção para se aumentar o tamanho de leitegada, as mesmas foram implementando estratégias para contrabalancear estes problemas. A Dinamarca, por exemplo, mudou a estratégia de seleção nos rebanhos núcleos para se selecionar para o número de leitões sobreviventes ao quinto dia pós-parto ao invés de selecionar para tamanho de leitegada (SU et al., 2007) e estudam atualmente modelos matemáticos que melhor se aplicam à seleção contra mortalidade pré-natal para se diminuir a taxa de natimortalidade (VARONA & SORENSEN, 2010; IBANEZ-ESCRICHE et al., 2010). Na Holanda, o IPG (Institute for Pig Genetics) incluiu no programa de melhoramento genético a seleção para vitalidade dos leitões com bastante sucesso (KNOL, 2001; KNOL et al., 2002). O interessante desta estratégia é que a seleção para vitalidade leva a uma melhoria indireta na eficiência placentária, conforme ficou demonstrado na tese de doutorado do geneticista Jascha Leenhouwers (LEENHOUWERS, 2001; LEENHOUWERS et al., 2002). O IPG também estuda a inclusão de seleção para eficiência de lactação (BERGSMA et al., 2008) associado a consumo de ração na primeira lactação, que por sua vez está relacionado a um aumento da longevidade das fêmeas (EISSEN et al., 2000). As empresas também têm investido no conhecimento do comportamento materno e incluído seleção para esta característica em seus programas de melhoramento; pois, certamente fêmeas com melhor comportamento materno ajudam aumentar a sobrevivência da progênie (GRANDINSON, 2005). Também há um esforço no sentido de se aumentar o número de tetas, inclusive através de emprego de técnicas de genética molecular (MARTINEZ-GINER et al., 2011). Outras empresas de melhoramento optaram por incluir raças chinesas na composição das linhagens comerciais para se beneficiarem da qualidade do útero destas raças, do maior número de tetas e do melhor comportamento materno.

Mas, como todas estas estratégias foram adotadas relativamente a pouco tempo, as linhagens comerciais ainda sofrem com os problemas discutidos anteriormente e ações devem ser tomadas em todos os níveis do sistema de produção para se aproveitar o número de leitões nascidos das atuais linhas hiperprolíficas e também para manter a permanência destas matrizes em produção o máximo de tempo possível. Tópico que será discutido agora.

Ações e manejos que podem ser adotados nas granjas para se contornar os problemas advindos das respostas correlacionadas

Primeiramente se devem seguir as recomendações das empresas de melhoramento genético para cada linhagem em específico, em cada ambiente, tanto no tocante aos níveis nutricionais das rações quanto ao modo e fornecimento da mesma ao longo da vida produtiva dos animais, bem como as recomendações de preparação de leitoas para reprodução atendendo os parâmetros de peso e idade a primeira cobertura, espessura de toucinho e número deaios observados antes da primeira cobertura fértil. Não menos importante é seguir a curva de crescimento das leitoas recomendado pela empresa de melhoramento genético para um ótimo desempenho reprodutivo e produtivo e longevidade. Para maiores detalhes sobre nutrição de fêmeas suínas modernas veja artigo publicado por Bruno Silva na revista Suínos&Cia em 2010.

Apesar das empresas de melhoramento produzir bons manuais que são disponibilizados aos seus clientes onde há as recomendações sobre os níveis das rações a serem fornecidas para as fêmeas nas várias fases de produção e reprodução, a implantação de uma estratégia inovadora deve ser avaliada em termos de balanceamento ideal de aminoácidos para fêmeas gestantes (ANTUNES et al., 2008); pois, pesquisas vem mostrando que há desequilíbrio de aminoácidos na fase de gestação (KIM & WU, 2005). Devido a isto, provavelmente no futuro as granjas irão trabalhar com quatro rações gestações diferentes, duas para serem usadas na primeira fase da gestação até o início do crescimento exponencial dos fetos, sendo uma para leitoas e outra para multíparas e mais duas outras para serem fornecidas na fase final da gestação, uma para leitoas e a outra para multíparas, sem contar a ração pré-parto que já se usa atualmente em muitas granjas.

Pesquisas atuais estão mostrando que o aminoácido arginina pode melhorar a vascularização das placentas levando a um aumento da eficiência placentária (WU et al., 2012). Em uma pesquisa de mestrado defendida na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) a inclusão de arginina e glutamina na ração gestação não levou a aumento do número de leitões nascidos vivos, mas, as fêmeas suplementadas continuaram crescendo e pariram mais pesadas que as fêmeas do grupo controle (OSAVA, 2009). Isto mostra um efeito benéfico, já que leitoas gestantes são fêmeas que ainda estão em crescimento.

Em termos de estratégias de manejo deve-se pensar muito bem na maneira de se uniformizar os leitões. No passado pensava-se que leitões pequenos deveriam ser colocados em leitões; pois, estas possuem tetas mais delgadas e, portanto mais fáceis de serem apreendidas pelos leitões menores. Mas, isto era um duplo erro: errava-se com relação a fêmea já que leitões pequenos não conseguem estimular as fêmeas de primeiro parto e portanto corre-se um grande risco destas fêmeas diminuírem ou até mesmo cessarem a produção de leite e errava-se também com os leitões; pois estas fêmeas são as fêmeas que produzem o leite de pior qualidade e quantidade. Atualmente a recomendação é colocar leitões pesados nas fêmeas de primeiro parto para estimular o aparelho mamário destas fêmeas que acabam produzindo muito mais leite nas lactações posteriores e colocar os leitões pequenos em fêmeas de segundo e terceiro partos que possuem leite de boa qualidade e em quantidade. Importante também colocar menos leitões nestas fêmeas do que a quantidade de tetas; pois, uma pesquisa recente mostra que a mortalidade de leitões pequenos diminui quando se tem menos disputas por tetas (DEEN & BILKEI, 2004).

Algo que também deve ser buscado é em relação a estratégia para se aumentar a permanência das fêmeas em produção dentro das granjas. Se as fêmeas de uma determinada linhagem tem dificuldade de consumo de ração na maternidade devido a estresse por calor, vale a pena investir em algum tipo de sistema de climatização nas salas de maternidade. Se há grande incidência de problemas de cascos levando a um aumento da taxa de descarte de porcas, procurar usar produtos já disponíveis no mercado a base de minerais injetáveis, por exemplo, que melhoram a qualidade dos cascos, para diminuir a incidência destes problemas. Se o problema for “síndrome do segundo parto” pode-se adotar a estratégia de se “pular” o primeiro cio após o desmame das primíparas, dando um tempo maior de recuperação da condição corporal a estas fêmeas. E, não menos importante, investir no treinamento da mão-de-obra para ganhar em eficiência de trabalho. Importante comentar que se a granja adotar sistema de premiação como forma de estímulo, o melhor sistema é aquele que propõe a partição de parte do lucro anual da empresa com os funcionários, assim os funcionários se sentem donos do negócio também. Mas, para se implantar este tipo de premiação há a necessidade de total transparência dos números da empresa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das empresas de melhoramento genético de suínos que atua em nível mundial anunciou em material de publicidade que as linhas comerciais maternas da referida empresa tem o potencial de desmamar acima de 40 leitões por porca por ano. Pensando nesta afirmação e assumindo que no futuro o Brasil também pode adotar as normas de bem estar animal européia na fase de maternidade, significa que os leitões serão desmamados com

28 dias de idade. Consequentemente as fêmeas diminuirão os partos por ano para 2,33; logo, para se produzir 40 leitões desmamados/porca/ano as fêmeas deverão desmamar acima de 17 leitões por parto ($40/2,33$). Para isto é necessário aumentar o número de tetas viáveis para nove pares e aumentar a produção de leite. Como estas duas características tem baixa correlação genética, há de se selecionar as fêmeas das linhas maternas com base em ambas características concomitantemente. Uma alternativa à seleção com base na característica produção de leite das fêmeas é a seleção com base na característica Eficiência de Lactação. No entanto, é necessário continuar selecionando contras as respostas correlacionadas desfavoráveis, para que as fêmeas no futuro possam desmamar 40 leitões por ano, mas leitões com peso e qualidade suficiente para terem um bom desempenho nas fases posteriores.

■ REFERÊNCIAS

1. ANTUNES, R. C.; SILVEIRA, A. C. P.; CÉSAR, A. S. M.; FREITAS, P. F. A. Vitalidade: Sobrevivência de leitões pelo melhoramento genético. In: Simpósio Internacional de Produção Suína. 4., 2008, Foz do Iguaçu. **Anais...**Campinas: Suinos&Cia, 2008, p. 1-9.
2. BEAULIEU, A. D.; AALHUS, J. L.; WILLIAMS, N. H. PATIENCE, J. F. Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. **Journal of Animal Science**, v. 88, 2767-2778, 2010.
3. BÉRARD, J.; KREUZER, M.; BEE, G. Effect of litter size and birth weight on growth, carcass and pork quality, and their relationship to postmortem proteolysis. **Journal of Animal Science**, v. 86, 2357-2368, 2008..
4. BERGSMA, R.; KANIS, E.; VERSTEGEN, M. W. A.; KNOL, E. F. Genetic parameters and predicted selection results for maternal traits related to lactation efficiency in sows. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1-33 . 2008.
5. CANARIO, L.; ROY, N.; GRUAND, J.; BIDANEL, J. P. Genetic variation of farrowing kinetics traits and their relationships with litter size and perinatal mortality in French Large White sows. **Journal of Animal Science**, v. 84, 1053-1058, 2006.
6. DEEN, M. G. H.; BILKEI, G. Cross-fostering of low-birthweight piglets. **Livestock Production Science**, v. 90, 279-284. 2004.
7. EISSEN, J. J.; KANIS, E.; KEMP, B. Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. **Livestock Production Science**, v. 64, 147-165. 2000.
8. FOXCROFT, G. R.; DIXON, W. T.; NOVAK, S.; PUTMAN, C. T.; TOWN, S. C.; VINSKY, M. D. A. The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, E105-E112, 2006.
9. GARRICK, J. D.; ENNS, M. How best to achieve genetic change? In: Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 5., 2005, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: SBMA, 2005. p. 1-5.

10. GRANDINSON, K. Genetic background of maternal behaviour and its relation to offspring survival. **Livestock Production Science**, 93, 43-50. 2005.
11. HOLL, J. W.; JOHNSON, R. K. Incidence of splayleg pigs in Nebraska litter size selection lines. **Journal of Animal Science**, v. 83, 34-40, 2005.
12. IBANEZ-ESCRICHE, N.; MATURANA, E. L.; NOGUERA, J. L.; VARONA, L. An application of change-point recursive models to the relationship between litter size and number of stillborns in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 88, 3493-3503, 2010.
13. KANIS, E.; DE GREEF, K. H.; HIEMSTRA, A.; VAN ARENDONK, J. A. M. Breeding for societally important traits in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 83, 948-957, 2005.
14. KIM, S. W.; WU, G. Amino acid requirements for breeding sows. In: International symposium on nutritional requirements of poultry and swine, 2., 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. p. 199-218.
15. KINGHORN, B.; VAN DER WERF, J.; RYAN, M. **Melhoramento Animal: uso de novas tecnologias**. 1ª Ed. Piracicaba: FEALQ, 2006. 367 p.
16. KNOL, E. F. **Genetic aspects of piglet survival**. 2001. 121 f. Tese de Doutorado, Wageningen University, Wageningen, 2001.
17. KNOL, E.F., B.J. DUCRO, J.A.M. VAN ARENDONK, AND T. VAN DER LENDE Direct, maternal and nurse sow genetic effects on farrowing, pre-weaning, and total piglet survival. **Livestock Production Science**, 73, 153-164. 2002.
18. LEENHOUWERS, J. **Biological Aspects of Genetic Differences in piglet survival**. 2001. 151 f. Tese de Doutorado, Wageningen University, Wageningen, 2001.
19. LEENHOUWERS, J. L.; KNOL, E. F.; DE GROOT, P. N.; VOS, H.; VAN DER LENDE, T. Fetal development in the pig in relation to genetic merit for piglet survival. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1759-1770. 2002
20. LOPES, P. S.; FREITAS, R. T. F.; FERREIRA, A. S. **Melhoramento de Suínos**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 1998. 39p. (Cadernos Técnicos nº37).
21. LOPES, P. S. **Melhoramento Genético de Suínos**. Material Didático da Disciplina ZOO 461 – Melhoramento Animal Aplicado. UFV. 2004.
22. MARTINEZ-GINER, M.; NOGUERA, J. L.; BALCELLS, I.; ALVES, E.; VARONA, L.; PENA, R. N. Expression study on the porcine PTHLH gene and its relationship with sow teat number. **Animal breeding and genetics**, v. 128, 344-353. 2011.
23. MESA, H.; SAFRANSKI, T. J.; JOHNSON, R. K.; LAMBERSON, W. R. Correlated response in placental efficiency in swine selected for an index of components of litter size. **Journal of Animal Science**, v. 81, 74-79, 2003.
24. MILLIGAN, B. N.; FRASER, D. KRAMER, D. L. Within-litter birth weight variation in domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. **Livestock Production Science**, v. 76, 181-191. 2002.

25. MOSTYN, A.; LITTEN, J. C.; PERKINS, K. S.; EUDEN, P. J.; CORSON, A. M.; SYMONDS, M. E.; CLARKE, L. Influence of size at birth on the endocrine profiles and expression of uncoupling proteins in subcutaneous adipose tissue, lung, and muscle of neonatal pigs. **American Journal of Physiology – regulatory, integrative and comparative physiology**, v. 288, R1536-R1542, 2005.
26. NISSEN, P.M.; JORGENSEN, P. F.; OKSBJERG, N. Within-litter variation in muscle fiber characteristics, pig performance, and meat quality traits. **Journal of Animal Science**, v. 82, 414-421, 2004.
27. OLLIVER, L. Genetic improvement of the pig. In: ROTHSCCHILD, M. F.; RUVINSKY, A. **The genetics of the pig**. First Edition. Wallingford: Cab International, 1998. p. 511-540.
28. OSAVA, C. F. **Desempenho produtivo de porcas. 1. Efeito do tipo de alojamento na maternidade. 2. Efeito da suplementação de aminoácidos na gestação**. 2011. 66 f. Dissertação de Mestrado: Universidade Federal de Uberlândia, UFU, 2009.
29. PAREDES, S. P.; JANSMAN, A. J. M.; VERSTEGEN, M. W. A.; AWATI, A.; BUIST, W.; DEN HARTOG, L. A.; VAN HEES, H. M. J.; QUINIOU, N.; HENDRIKS, W. H.; GERRITS, W. J. J. Analysis of factors to predict piglet body weight at the end of the nursery phase. **Journal of Animal Science**, 2012.
30. QUESNEL, H.; BROSSARD, L.; VALANCOGNE, A.; QUINIOU, N. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. **Animal**, v. 2, n. 12, 1842-1849, 2008.
31. QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, 78, 63-70, 2002.
32. RAUW, W. M.; KANIS, E.; NOORDHUIZEN-STASSEN, E. N.; GROMMERS, F. J. Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. **Livestock Production Science**, v. 56, 15-33, 1998.
33. REHFELDT, C.; KUHN, G. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. **Journal of Animal Science**, v. 84, E113-E123, 2006.
34. REHFELDT, C.; TUCHSCHERER, A.; HARTUNG, M.; KUHN, G. A second look at influence of birth weight on carcass and meat quality in pigs. **Meat Science**, v. 78, 170-175, 2008.
35. ROSENDO, A.; DRUET, T.; GOGUÉ, J.; CANARIO, L.; BIDANEL, J. P. Correlated responses for litter traits to six generation of selection for ovulation rate or prenatal survival in French Large White pigs. **Journal of Animal Science**, v. 85, 1615-1624, 2007.
36. ROTHSCCHILD, M. F.; BIDANEL, J.P. Biology and genetics of reproduction. In: ROTHSCCHILD, M. F.; RUVINSKY, A. **The genetics of the pig**. First Edition. Wallingford: Cab International, 1998. p. 313-343.
37. RYDHMER, L. Genetics of sow reproduction, including puberty, oestrus, pregnancy, farrowing and lactation. **Livestock Production Science**, v. 66, 1-12, 2000.
38. SILVA, B. A. N. Nutrição de fêmeas suínas de alta performance nos trópicos. **Suínos&Cia**, v. 6, n. 37, 10-35, 2010.
39. SU, G.; LUND, M. S. SORESENSEN, D. Selection for litter size at day five to improve litter size at weaning and piglet survival rate. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 1385-1392, 2007.

40. TOWN, S. C.; PUTMAN, C. T.; TURCHINSKY, N. J.; DIXON, W. T.; FOXCROFT, G. R. Number of conceptuses in utero affects porcine fetal muscle development. **Reproduction**, v. 128, 443-454, 2004.
41. VARONA, L.; SORENSEN, D. A genetic analysis of mortality in pigs. **Genetics**, v. 184, 277-284, 2010.
42. WELLER, J. I. **Economic aspects of animal breeding**. First Edition. London: Chapman & Hall, 1994. 244 p.
43. WU, X.; YIN, Y. L.; LIU, Y. Q.; LIU, Z. Q.; LI, T. J.; HUANG, R. L.; RUAN, Z.; DENG, Z. Y. Effect of dietary arginine and N-carbamoylglutamato supplementation on reproduction and gene expression of eNOS, VEGFA and PIGF1 in placenta in late pregnancy of sows. **Animal Reproduction Science**, v. 132, 187-192, 2012.

“

Nutrição e metabolismo do cobre em frangos de corte e suínos

▮ Pedro Augusto Galiotto **Miranda**
UEPG

▮ Cheila Roberta **Lehnen**
UEPG

RESUMO

O cobre possui diversas funções metabólicas no organismo animal, desde a síntese de diversas enzimas e proteínas, como a hemoglobina, ou como um agente de pigmentação. As exigências do elemento, tanto em aves quanto em suínos são baixas, porém a sua suplementação em níveis farmacológicos cresceu muito, especialmente nas formas inorgânicas do mineral. O uso de diferentes fontes de Cu como promotor de crescimento apresenta resultados positivos no desempenho de leitões em creche e frangos de corte. Assim como, o cobre pode aprimorar o sistema imune, e facilitar os processos absorptivos em animais mais jovens. Porém essa suplementação em altos níveis pode causar problemas ambientais decorrentes da eliminação do cobre via os dejetos. Por essa razão outros elementos como o cobre orgânico na forma de quelatos são prováveis substitutos para as formas inorgânicas, por serem facilmente metabolizados pelo organismo animal. Nesse sentido a revisão busca abordar de forma sistêmica o processo de absorção e metabolismo do Cu no organismo vivo, suas interrelações entre minerais em nível luminal e metabólico e uma ampla discussão quanto ao uso do cobre como aditivo promotor de crescimento em aves e suínos.

Palavras-chave: Quelatados, Leitões, Aves, Cobre Sulfatado, Micromineral.

INTRODUÇÃO

A suplementação de minerais para aves e suínos como promotores de crescimento se disseminou muito nos últimos anos. Isso se deve a diversos fatores, como desenvolvimento genético, alta precocidade, novas tecnologias produtivas e principalmente pela redução do uso de farinhas de origem animal em rações de aves e suínos. Com isso se priorizou o uso do milho e farelo de soja, entretanto, estas fontes apresentam uma quantidade limitada de minerais em sua composição (HORACIO; ROSTAGNO; GOMES, 2017). A partir disso, para atender as exigências nutricionais das espécies, as necessidades de suplementação dos minerais foram atendidas pela adição de fontes de minerais inorgânicos. Porém o uso indiscriminado destas fontes tem elevado a concentração de minerais nos dejetos de aves e suínos, aumentando seu potencial poluente.

O Cu apresenta importantes funções no organismo, como síntese de diversas enzimas como a hemoglobina, ativação de vários processos oxidativos no organismo e efeitos bactericidas e bacteriostáticos na microbiota intestinal (HAMDI *et al.*, 2018 ; NRC, 2012). Devido a sua ação antimicrobiana, o cobre tem sido adicionado às dietas de aves e suínos em níveis muito superiores aos requeridos pelo animal, sendo considerado um promotor de crescimento (MÄNNER *et al.*, 2006). A adição de fontes de Cu nas dietas atua como agente antimicrobiano em frangos de corte e poedeiras (PEKEL *et al.*, 2012), e considerado um possível substituto dos antibióticos na dieta (APGAR; KORNEGAY, 1996). Em leitões no pós-desmame e creche os níveis de Cu adicionados às dietas são muito superiores aos recomendados para o atendimento das exigências nutricionais dos animais nesta fase e consequentemente melhoram o desempenho do animal nas fases iniciais da creche (NEWMAN; ROHRBACH; WILSON, 2015).

A suplementação do cobre historicamente é feita através das formas inorgânicas, como sais e sulfatos, entretanto a biodisponibilidade desses elementos sempre foi muito variável devido a competição dos elementos por sítios absortivos, podendo reduzir a absorção e os efeitos do elemento (KIEFER, 2005). Porém, nas últimas décadas as formas orgânicas, ou quelatadas, se disseminaram nas cadeias suinícola e avícola. Na sua composição existe o complexo mineral conjugado a um aminoácido, como por exemplo a metionina ou lisina (EBRAHIMZADEH; FARHOOMAND; NOORI, 2012). Esse complexo mineral-aminoácido, promove uma melhor metabolização do elemento no trato gastrointestinal, facilitando assim a absorção do cobre no intestino (DA SILVA *et al.*, 2019).

Muitos estudos comparativos entre as fontes inorgânicas e orgânicas do cobre estão sendo desenvolvidos nas últimas décadas (LIAO *et al.*, 2018; MAZZONI *et al.*, 2010). O intuito das abordagens comparativas entre ambas as fontes do Cu é conseguir decifrar qual delas é mais benéfica ao animal, e que poderá trazer mais lucros ao produtor. Porém trabalhos

comparativos entre um elemento e outro são mais escassos, e não necessariamente podem representar com veracidade os reais efeitos do aditivo. Porém estudos relacionados com a suplementação apenas de uma das fontes são diversos na literatura ao longo das últimas décadas. Portanto o objetivo da revisão é comparar as respostas obtidas pelos minerais quelatados, orgânicos e inorgânicos adicionados a dietas de aves e suínos através de uma abordagem sistêmica.

Funções do Cobre no Organismo

Os minerais são divididos em macro e microminerais. Os macrominerais ou macrominerais são requeridos em maiores quantidades pelo organismo, apresentando funções principalmente de origem fisiológica e metabólica (MARQUES *et al.*, 2016) e contemplam minerais como enxofre, potássio, cálcio, magnésio, fósforo, sódio e cloro. Os microminerais, microelementos, oligoelementos ou apenas elementos de traço constituem minerais como ferro, cobre, manganês, zinco, níquel, cobalto, selênio, cromo, molibdênio, estanho, flúor, iodo, sílica, vanádio e arsênico (HORACIO; ROSTAGNO; GOMES, 2017). Os microelementos, embora requeridos em menores quantidades, são de extrema importância ao organismo, possuindo importantes funções metabólicas, reprodutivas e de crescimento, sendo essenciais para ação catalítica de enzimas, podendo agir em associações com elementos de origem proteica melhorando a atividade enzimática (AO *et al.*, 2017). No entanto, os oligoelementos possuem uma baixa biodisponibilidade no organismo, sendo formados por complexos com outras substâncias que podem interferir negativamente nos processos digestivos, apresentando uma absorção pequena pelo organismo (XIAO *et al.*, 2015). Um dos microelementos de maior importância na nutrição de aves e suínos é o cobre.

O cobre é um elemento químico da tabela periódica, seu número atômico é 29. Em temperatura ambiente é encontrado na forma sólida, sendo classificado como um metal de transição. O Cu é mundialmente conhecido como um bom condutor de eletricidade, sendo muito utilizado para a produção de fios, cabos e ligas metálicas (OSORIO *et al.*, 2016). Assim como os demais micro elementos, o Cu apresenta características intermediárias, ou seja, está à esquerda de compostos metálicos da tabela, tais compostos fazem as chamadas ligações iônicas, e a direita dos compostos denominados não-metálicos, elementos que fazem as ligações neutras, ou covalentes (REIS *et al.*, 2009).

No organismo do animal o Cu é encontrado em baixas concentrações, e a maior parte está no plasma na forma de ceruloplasmina, seu carregador específico do fígado para as demais regiões do organismo (ZHAO *et al.*, 2008). O fígado é o órgão central do metabolismo do Cu, a sua quantidade no órgão depende dos níveis do elemento ingerido, a fonte

e idade, pois a concentração hepática do Cu é alterada de acordo com a idade do animal (HAMDI *et al.*, 2018).

Por ser pouco conhecido na nutrição o Cu era raramente suplementado, tanto na nutrição humana quanto animal (BIKKER, 2011). Contudo nas últimas décadas seu consumo teve um grande aumento por apresentar diversas funções de extrema importância para o organismo vivo (GONZALES-EGUIA *et al.*, 2009). O Cu tem a capacidade de agir como um doador e receptor de elétrons, podendo se mover entre dois estados oxidativos, a forma cuprosa (Cu 1+), e a forma cúprica (Cu 2+) (ESPINOSA *et al.*, 2020). Essa característica torna o Cu um componente extremamente importante no processo de formação e síntese de diversas enzimas, entre elas a enzima citocromo oxidase, transportadora de elétrons, lisil oxidase, necessária para formação de tecidos no organismo, hepestina, transportadora do Fe para os enterócitos e a formação de ceruloplasmina (HASHIMOTO; KAMBE, 2015).

Muitas outras funções do Cu se destacam, tais como o seu envolvimento em processos de desenvolvimento e crescimento ósseo e de diversos tipos de tecidos no organismo, processos reprodutivos e um importante agente de pigmentação de cabelos em seres humanos, pelo, lã e pluma (VEUM *et al.*, 2004). O mineral é um cofator da tirosinase, necessária para a produção de pigmentos escuros e da melatonina, além da formação de importantes proteínas presentes no sangue (FAVERO *et al.*, 2013; BATISTEL *et al.*, 2016). O Cu juntamente com o Fe são os mais importantes componentes na formação da hemoglobina e de diversas metaloenzimas (GATTÁS e BARBOSA, 2004).

O mineral também é utilizado como um substituto para os antibióticos como relatou Newman *et al.*, (2015) e Hudson *et al.*, (2004), sendo utilizado em frangos de corte durante todo seu ciclo, e em leitões, especialmente na fase de creche. A razão pela maior utilização nessa fase específica em leitões, é evitar o aparecimento de doenças e melhorar a digestibilidade das dietas, uma vez que nessa fase os leitões apresentam o sistema digestório imaturo (SONG; LI; HU, 2013).

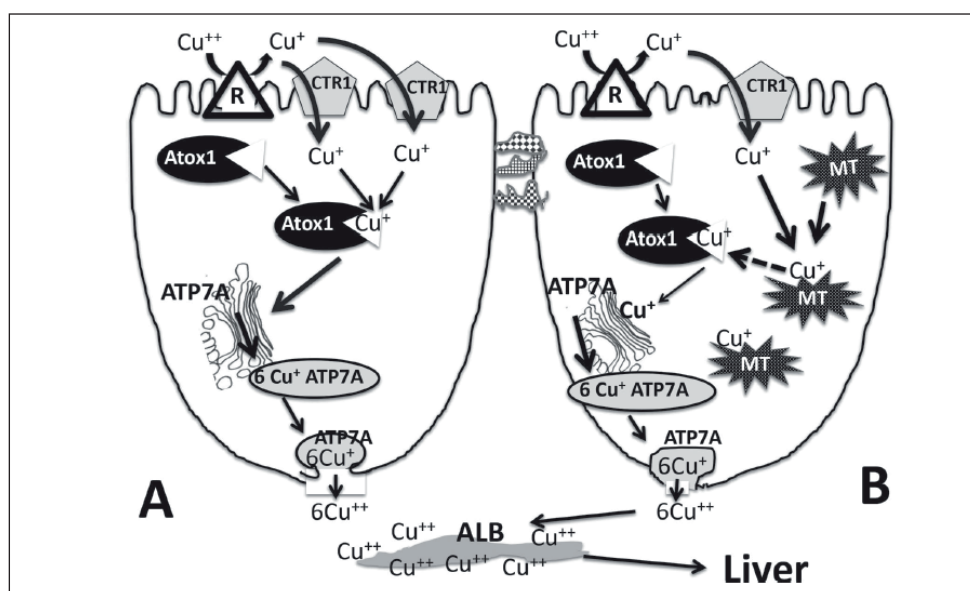
De acordo com Mei *et al.*, (2009) a suplementação do Cu nas primeiras semanas de vida de leitões, pode aumentar o consumo de ração e o ganho de peso, bem como melhorar a atividade enzimática no trato gastrointestinal. O mesmo autor relata que a alta suplementação do cobre na dieta pode ser benéfica mantendo a integridade intestinal e como consequência, melhorar a absorção e o crescimento do animal. Esses efeitos positivos ao ganho de peso ocorrem pelas propriedades enzimáticas e antimicrobianas, reduzindo no trato gastrointestinal (TGI) a presença de bactérias lácticas, *lactobacilos* e *estreptococos* (SAENMAHAYAK *et al.*, 2010).

Metabolismo do Cobre

Absorção e Transporte do Cobre no Organismo

A principal forma de absorção do Cu no organismo se dá por uma difusão paracelular, via arrasto de solvente para o interior celular. Em monogástricos, o Cu é absorvido pelo estômago e intestino delgado por um processo transcelular (BERGHE; KLOMP, 2009). O Cu fornecido na dieta, se encontra na maioria das vezes na forma cúprica (Cu^{2+}), mas apenas os íons na forma cuprosa (Cu^+) são transportados através da membrana apical (GOFF, 2018). O Cu cuproso é solúvel nos fluídos que recobrem a membrana apical estomacal e pelo epitélio duodenal, sendo que o elemento precisa ser reduzido para que possa ser absorvido. O evento ocorre na borda da escova duodenal por enzimas metalorredutases, transformando os íons cuprosos em cúpricos, como demonstra a Figura 1.

Figura 1. Absorção do Cobre transecular de enterócitos. A redutase do cobre da borda em escova (R) converte o Cu^{2+} da dieta em Cu^+ . (A) Um transportador de cobre, a proteína 1 (CTR1) facilita a difusão do Cu^+ através da membrana apical. O Cu^+ liga-se a uma proteína chaperona de cobre (Atox1). Atox1 transporta o Cu^+ para o aparelho de Golgi, onde é transferido para uma proteína de transporte de cobre (ATP7A) capaz de reter 6 íons Cu^+ que está dentro da membrana de uma vesícula de transporte de Golgi. A vesícula ATP7A transporta o 6 Cu^+ com segurança através da célula. A membrana da vesícula de transporte funde-se com a membrana basolateral liberando o Cu^+ no fluido extracelular por exocitose. A membrana da vesícula de transporte ATP7A contém uma Cu oxidase, que oxida o Cu^+ a Cu^{2+} conforme é liberado para o espaço intersticial. Os íons Cu^{2+} se ligam à albumina (ALB) por transporte. (B) No entanto, se o corpo tiver reservas de cobre adequadas, os enterócitos começam a produzir metalotioneína (MT) em grandes quantidades. Os íons Cu^+ que entram na célula agora têm mais probabilidade de se ligar ao MT do que ao acompanhante Atox1. MT pode ceder Cu^+ ao Atox1, mas apenas muito lentamente, e muito do Cu ligado ao MT pode ficar preso no enterócito quando ele morre e é eliminado e excretado com as fezes. A alta concentração de Cu também reduz a quantidade de CTR1 na membrana apical. (adaptado de GOFF, 2018).



Após o processo redutor o íon de Cu pode se ligar facilmente a uma proteína carregadora específica, que apresenta alta afinidade com o Cu (CTR1), para assim conseguir atravessar a membrana apical e entrar no enterócito (NOSE; REES; THIELE, 2006). Este processo de

absorção do Cu é muito eficiente, cerca de 40 a 60% dos íons livres de Cu no organismo apresentam a capacidade de atravessar as membranas apicais do estômago e do intestino delgado facilmente (GOFF, 2018). Embora o caminho pelas CTR1 seja o mais importante para a travessia do Cu pelas paredes apicais, a absorção dos íons de Cu no organismo pode ocorrer pela proteína transportadora de metal divalente 1 (DMT1) que consegue atravessar as membranas. É importante destacar que outros oligoelementos também utilizam destas proteínas carregadoras, CTR1, como transporte primário e DMT1 como transporte secundário para atravessar a membrana apical, como é o caso do Zn, Mn e Fe (BERGHE; KLOMP, 2009).

Uma vez dentro da membrana apical o Cu será captado por proteínas chaperonas específicas, ou enzimas acompanhantes, estas irão direcionar o íon através da membrana apical para diversas regiões intercelulares (GOFF, 2018). As proteínas chaperonas são moléculas que atuam na proteção contra o enovelamento incorreto das proteínas do organismo, auxiliando e protegendo as estruturas dos elementos, para que elas consigam alcançar uma estrutura espacial correta, bem como evitar a depreciação do Cu no interior celular (FERNANDO; RODRIGUES, 2020). Durante esse processo de direcionamento, as chaperonas podem fornecer íons de Cu para uma enzima antioxidante, a Cu/Zn dismutase, confirmando as funções defensivas do Cu no organismo. Outras chaperonas de Cu, podem fornecer íons de Cu para a proteína hepestina, sendo essa proteína extremamente necessária para a absorção do Fe no organismo (RINCKER *et al.*, 2004).

A absorção acontecerá em definitivo no momento em que os íons de Cu se moverem para fora do epitélio celular dos enterócitos, assim as demais células do organismo podem utilizar o Cu (WEN *et al.*, 2019). A proteína chaperona de Cu (Atox1) irá se ligar ao Cu^+ e transportá-lo através do citosol, até o complexo de Golgi da célula. No complexo, o Cu será realocado para uma outra proteína transportadora localizada no complexo de Golgi, a ATP7A, capaz de se ligar em até 6 íons de Cu^+ . Tal complexo é incorporado a uma membrana de uma vesícula do complexo e translocada a membrana basolateral. Ambas as membranas, a basolateral e a vesicular se fundem, fazendo com que a proteína transportadora (ATP7A) use a energia de uma molécula de ATP para conseguir liberar os íons do Cu armazenados para os fluidos extracelulares (RINCKER *et al.*, 2004).

Antes de serem liberados para os fluidos extracelulares, o Cu sofre uma oxidação, convertendo o Cu^+ em Cu^{2+} . Esse fenômeno ocorre pois os íons de Cu^{2+} se difundem mais facilmente no plasma, onde tem uma capacidade muito elevada de se ligar a moléculas de albumina e de histidina, onde podem ser facilmente transportadas para o fígado (STRAUSAK *et al.*, 2003). Quando existem grandes quantidades de Cu^+ entrando nas células, e aumenta concentração de Cu no citosol, a proteína ATP7A se torna ainda mais ativa, e com isso ocorre uma hidrólise maior de ATP, para que ocorra uma maior liberação

de Cu^+ , liberando assim os íons dos enterócitos tornando-os acessíveis as demais células do organismo. O próprio enterócito, quando apresenta altas concentrações de Cu, aumenta a produção de uma enzima de ligação de Cu chamada metalotioneína. A metalotioneína tem a capacidade de proteção e transporte extra para o Cu, sendo que esses íons ligados a enzima podem ser transferidos para o ATP7A (GOFF, 2018).

A maior parte do Cu^{2+} presente na histidina e na albumina serão retirados da circulação pela ação dos hepatócitos utilizando a enzima Cu redutase, para reduzir o Cu^{2+} em Cu^+ e CTR1, movendo assim os íons de Cu^+ para a membrana do hepatócito (BERGHE; KLOMP, 2009). As enzimas acompanhantes dos íons do Cu podem mover o elemento para o interior dos hepatócitos, permitindo assim a produção de várias enzimas que necessitam do Cu, como a Zn superóxido dismutase e citocromo oxidase, sendo enzimas muito importantes para a prevenção de danos associados ao estresse oxidativo (PAL *et al.*, 2010).

Para que ocorra a exportação dos íons de Cu para outros tecidos, é necessária a ação da chaperona Atox 1, movendo assim o Cu^+ para transmembrana do Complexo de Golgi, onde o Cu será transportado pela ATPase (ATP7B) (LINDER, 2016). O Cu ligado ao ATP7B é utilizado para a produção e formação de aminoácidos e proteínas contendo Cu na sua composição, para serem exportados para o fígado, principal local de armazenamento do Cu. A principal proteína produzida pelo Cu é a ceruloplasmina, que necessita de seis átomos de Cu, sendo que o Cu está ligado a histidina ou cisteína e metionina (SALYER *et al.*, 2004).

A maior parte do Cu plasmático (40 a 70%) está ligado a ceruloplasmina. Esta enzima pode se ligar a receptores nas células para entregar os íons de Cu a elas. A ceruloplasmina é uma ferroxidase, sendo capaz de remover um elétron de Fe ferroso (Fe^{2+}) para convertê-lo em Fe férrico (Fe^{3+}) (LINDER, 2016). Esse processo de redução é vital para a transferência de Fe dos estoques no fígado a transferrina, sendo de extrema importância para a conservação do Fe nos glóbulos vermelhos mais velhos. Esses glóbulos vermelhos são digeridos pela ação dos macrófagos e da ceruloplasmina plasmática, esta oxida o Fe quando ele sai da célula, para que o elemento em questão possa ser ligado a transferrina (HELLMAN E GITLIN, 2002). A enzima transferrina fornece os íons de Fe para os hemacitoblastos, estes sendo usados para a formação de novos glóbulos vermelhos (GOFF, 2018). O processo confirma a importante ação do Cu na formação de novas células sanguíneas, melhorando assim, o transporte de O_2 para os demais tecidos do organismo.

O fígado também armazena grandes quantidades do Cu absorvido. A maior parte dele está ligado a metalotioneína e as chaperonas (PAL *et al.*, 2010). O fígado é o órgão responsável pela homeostase do Cu no organismo, uma vez que o Cu do fígado é armazenado em concentrações muito elevadas, o excesso é eliminado pelo lado canicular do hepatócito, pelo ATP7B, sendo posteriormente excretado na bile. A excreção via bile não pode ser reabsorvida

pelo epitélio intestinal dos animais, sendo assim, o excesso é diretamente liberado via fezes, sendo esse processo regulatório via bile, o principal mecanismo de defesa do organismo dos animais contra a toxidade por cobre (LÖNNERDAL, 2008).

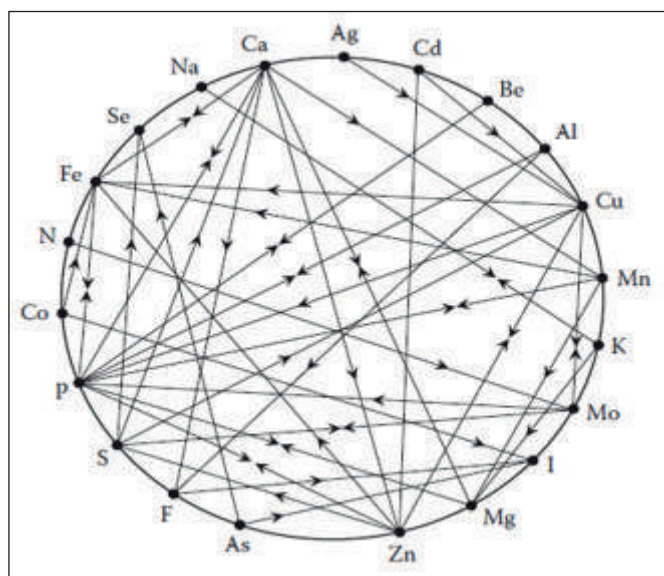
Inter-relações entre minerais

As interações metabólicas entre os minerais são muito frequentes entre metais que compartilham parâmetros químicos comuns e competem pelos mesmos locais metabólicos dentro do organismo, como foi descrito por Underwood. (1978) e Suttle. (1975). De acordo com Suttle (1975) as interações foram agrupadas em seis grupos distintos, sendo:

- Formação de complexos insolúveis entre íons dissimilares
- Competição dos íons pelas mesmas vias metabólicas
- Complexação de íons por agentes ligantes
- Mudanças no componente metálico das metaloenzimas
- Transporte facilitado de algum micro mineral
- Codependência de reações de elementos de traço entre si

Este último grupo pode ser definido pela Figura 2, onde é possível observar relações antagônicas ou sinérgicas entre um elemento e outro. Os oligoelementos em sua forma iônica, no trato digestivo, formam complexos aniônicos insolúveis, com demais componentes presentes na dieta, reduzindo a biodisponibilidade do metal em questão. Um exemplo desses efeitos são os fosfatos, que quando em excesso na dieta podem reduzir drasticamente a biodisponibilidade do Fe e Zn (YU; HUANG; CHIOU, 2000). Porém o foco do estudo será dado nas relações que o Cu tem com outros metais, ou demais elementos que podem interferir no metabolismo absorptivo do elemento.

Figura 2. Relações dos minerais no organismo. A absorção ou o metabolismo de um mineral individual é afetada de forma antagônica ou sinérgica pelos níveis de ingestão de outros minerais. (adaptado de ASHMEAD, 2012)



Interações em nível luminal e metabólicas

A absorção do Cu é reduzida na presença de íons de molibdênio (Mo) e enxofre (S) juntamente com a suplementação de ferro na dieta. O efeito de ambos os elementos se inicia com a substituição do enxofre no íon sulfeto pelo oxigênio (MoO_4), formando o composto tetratiomolibdato (MoSO_4) (WALK *et al.*, 2016). Tal composto tem a capacidade de se ligar facilmente a íons de cobre fornecidos ao animal, pois os compostos sulfatados do elemento podem ser facilmente reduzidos a sulfetos, substâncias altamente redutoras, facilitando assim o sequestro dos íons livres do Cu. Essa ligação torna os íons de cobre insolúveis e indisponíveis uma vez que o tetratiomolibdato é um elemento extremamente estável e insolúvel (BAI; SUNDE; COOK, 1994). Portanto a recomendação é de que a suplementação de Mo na dieta, embora pouco comum, deve ser inferior a 10 mg/kg para aves e suínos (GAO *et al.*, 2014).

A competição por sítios de ligação que transportam minerais para o interior da mucosa a partir do lúmen intestinal pode acontecer nos oligoelementos, e essa competição pode interferir negativamente na absorção de um mineral (HARTMAN, 2018). Os íons de Fe e Cu são preferencialmente ligados a molécula transportadora de proteínas na mucosa, a transferrina, quando não existe saturação das moléculas, há locais adequados para que haja a ligação de ambos os íons, tanto os íons do ferro quanto os íons do cobre (GAO *et al.*, 2014).

Porém se houver um desbalanceamento no fornecimento de um destes minerais, ou seja, a suplementação excessiva do Cu, a absorção do ferro inicialmente é inibida, pois o cobre se liga primeiro a transferrina, fazendo com que exista uma grande limitação de locais de ligação para o Fe (GAO *et al.*, 2014). De acordo com Nose *et al.*, (2006) a suplementação em níveis maiores do Fe, o contrário pode acontecer, causando deficiência do Cu no animal.

Isso ocorre pela competição das moléculas transportadoras, inibindo a absorção do elemento, ou seja, ambos podem ser antagônicos em determinadas circunstâncias. Entretanto, em um estudo em ratos, os altos níveis de Fe não alteraram a absorção do Cu. Porém, interferiram na biodisponibilidade do cobre pelos tecidos e no fígado, o que pode resultar em um quadro de deficiência (JUNG-HEUN HA, CAGLAR DOGUE, 2017).

Vale ressaltar que o Fe é um antagonista muito potente do metabolismo do Cu, assim como o ácido ascórbico (vitamina C), pode afetar a biodisponibilidade do mineral (LONG *et al.*, 2018). Esse fenômeno ocorre, pois, o ácido ascórbico indiretamente promove uma maior mobilização e absorção do ferro, o convertendo de sua forma ferrosa para a forma férrica, permitindo uma melhor absorção e armazenamento nos tecidos e no fígado, aumentando sua concentração na corrente sanguínea (SU *et al.*, 2018). A alta concentração do Fe pode afetar a absorção do Cu, e indiretamente pode acarretar a deficiência do Fe, pois não irá ocorrer a formação da ceruloplasmina, uma proteína que apresenta uma função catalítica muito semelhante ao ácido ascórbico, facilitando a absorção do ferro (BERGHE; KLOMP, 2009).

Outro elemento que apresenta efeitos antagônicos ao Cu é o Zn. Quando as concentrações de Zn dietéticos são muito elevadas podem induzir a deficiência do Cu no organismo animal (WALK *et al.*, 2016). Mesmo em situações na qual as concentrações de Cu no fígado estejam em níveis ideais elas vão induzir a produção e síntese de metalotioneína dentro dos enterócitos. Cabe salientar que o Zn é o ativador primário da metalotioneína e o Cu seu ativador secundário. A metalotioneína liga-se aos íons livres de Zn no interior celular também sequestrando posteriormente os íons livres do Cu (ASHMEAD, 2012). Porém quando a suplementação do Zn na dieta for em doses muito elevadas a produção da enzima sequestradora será muito acentuada, resultando em um sequestro de Cu muito maior que o do Zn (GOFF, 2018). A grande preocupação com a alta suplementação do Zn, é de que, caso os íons estejam ligados a metalotioneína, ocorrerá descamação da vilosidade, ou até mesmo a morte dos enterócitos, causando danos a parede intestinal e comprometimento da integridade intestinal. Os elementos por sua vez, seriam excretados via fezes, sem ter sido aproveitados pelo organismo animal (SHARMA *et al.*, 1999).

Exigências Nutricionais

Muitos fatores podem afetar o requerimento do Cu em aves e suínos. Alguns desses fatores podem ser a raça, linhagem, gênero, consumo de ração, níveis energéticos da ração e disponibilidade de nutrientes. Outros fatores externos como temperatura, umidade, estado sanitário e o estágio de desenvolvimento do animal também podem influenciar as exigências nutricionais (NRC, 2012) .

Juntamente com Zn, o Cu é suplementado na dieta em grandes quantidades, para o aproveitamento das diversas funções que ambos apresentam, mantendo o bom desempenho e a saúde do animal (DĘBSKI, 2016). O requerimento de Cu em níveis nutricionais, é de 5 a 10 mg/kg. Esses valores podem aumentar ou diminuir dependendo da fase de desenvolvimento do suíno. Em frangos estes valores são próximos, variando de 6 a 10 mg/kg, porém os valores são variáveis e dependem da linhagem do animal em questão, sendo muitas vezes utilizado cerca de 8 mg/kg (HENDRIKS; VERSTEGEN, 2019).

Embora atualmente os sintomas de deficiência sejam mais raros, é importante saber detectar rapidamente, pois os efeitos podem ser variados e causarem grandes perdas aos animais (BERGHE; KLOMP, 2009). A falta de Cu na dieta pode levar ao desenvolvimento de uma forte anemia microcítica e hipocrômica, esse processo ocorre pelo fato do Cu, juntamente com o Fe, os quais são elementos necessários para a formação da hemoglobina (AKTER; IJI; GRAHAM, 2017). Outros sintomas de deficiência incluem o arqueamento, fraturas espontâneas pelo organismo, aparecimento de distúrbios vasculares e cardíacos, além de despigmentação, especialmente nas penas e plumas. É importante destacar que o Cu é o formador de várias enzimas e proteínas de transporte de diversas moléculas pelo organismo, o que leva a uma baixa mobilização e transporte de Fe, além de afetar negativamente os processos de síntese de colágeno e queratinização (LU *et al.*, 2010).

O cuidado também deve ser tomado quando a suplementação do Cu for muito elevada. Em monogástricos os problemas são menores, pois o animal pode facilmente excretar o excesso de cobre via fezes e urina, sendo realmente prejudiciais quando o animal é exposto a altas concentrações por um longo tempo. Em ruminantes, o excesso de Cu pode sobrecarregar a bile causando um grande sequestro de Cu no fígado (HENDRIKS; VERSTEGEN, 2019). Esse processo pode liberar radicais livres e causar danos oxidativos graves ao animal (GOFF, 2018).

Os principais sinais da toxicidade do Cu é a redução dos níveis de hemoglobina no sangue, causada pelos altos acúmulos do elemento no fígado, podendo ser acumulado também em outros órgãos vitais. Baixos níveis de Zn e Fe na dieta, ou altos níveis de cálcio, podem acentuar os sintomas de toxicidade de Cu. De acordo com (NRC, 2012), os níveis toleráveis máximos para suínos e frangos, é de no máximo 250 ppm na dieta, valores acima desses, podem ser prejudiciais aos animais. Atualmente o elemento é utilizado em diferentes níveis, porém na maioria dos casos as doses utilizadas são entre 80 a 150 ppm. O cobre nesses níveis pode trazer benefícios como um promotor de crescimento, e o animal não se intoxica com níveis muito elevados (YOON; WERNER; BUTLER, 2007) .

Fontes, disponibilidade e impacto ambiental do Cobre

Durante muitas décadas a suplementação dos oligoelementos ocorria nas suas formas inorgânicas, especialmente nas formas de óxidos e sempre foram consideradas as melhores formas de suplementar o Cu na dieta de maneira segura, e com um custo mais baixo. Contudo as fontes inorgânicas tendem a sofrer processos de dissociação no baixo pH estomacal, deixando o Cu suscetível a diversos nutrientes antagônicos presentes no trato gastro intestinal, formando complexos insolúveis e muito estáveis, ocasionando uma menor absorção e metabolização do elemento (ABDELRAHMAN *et al.*, 1998).

Portanto a procura pela melhor taxa absorptiva do elemento é importante, pois a suplementação em níveis farmacológicos, ou seja, níveis bem altos de suplementação do Cu, podem ser benéficos aos animais. Entretanto, os altos níveis de inclusão na dieta ocasiona altos níveis do elemento nos dejetos (CHOWDHURY *et al.*, 2004). A alta concentração do mineral nos dejetos inibe os processos fermentativos naturais, e seu grande acúmulo no solo pode causar grandes problemas ambientais (SEO *et al.*, 2008). As maiores taxas de eliminação via fezes são das formas inorgânicas, especialmente pelas suas características formadoras de complexos insolúveis aumentando a excreção do Cu no ambiente (CREECH *et al.*, 2004). Esse acúmulo do elemento nas fezes pode causar toxicidade de média a longo prazo no solo, causando a morte de microrganismos e plantas, e em alguns casos pode poluir rios e lagos, causando a morte dos diversos tipos de vida que existem no meio (CHOWDHURY *et al.*, 2004).

No solo o Cu, pode ser absorvido em pequenas quantidades pelas plantas, porém a maior parte do elemento fica retido no solo, especialmente naqueles que são ricos em matéria orgânica (SOARES; AMARAL; LUCAS JÚNIOR, 2003). Contudo em solos com presença menor de matéria orgânica, a retenção é menor, e por um processo denominado de lixiviação, o elemento é deslocado para rios, lagoas, açudes e lençóis freáticos. As altas concentrações do elemento na água, pode causar morte de peixes, microrganismos e outros tipos de vida, deixando muitas vezes a água imprópria para o consumo (WESTPHALEN, 2019). Por conta disso, a busca por aditivos que reduzam o impacto poluente, e possam manter o bom desempenho dos animais se intensificou, entre eles, os minerais orgânicos têm se destacado nas últimas décadas. As fontes orgânicas do Cu, especialmente as formas quelatadas dos elementos, apresentam uma maior facilidade de absorção pelo organismo, evitando a formação de complexos antagônicos que podem prejudicar a absorção do Cu (IVANIŠINOVÁ *et al.*, 2016).

Fontes Inorgânicas

A fonte de Cu mais utilizada é o sulfato de cobre penta hidratado (CuSO_4), elemento produzido a partir do Cu e de ácido sulfúrico (MILES *et al.*, 1998). A fonte apresenta um preço acessível ao produtor, e seus resultados nos animais na maioria das vezes são positivos como demonstrado por Huang *et al.*, (2015) e por Sirri *et al.*, (2016), em que os animais apresentaram maior ganho de peso e consumo de ração. Porém no trato gastrointestinal pode ocorrer a formação de complexos insolúveis (HASHIMOTO; KAMBE, 2015) que reduzem a capacidade absorptiva do elemento (LEBEL; MATTE; GUAY, 2014). Outra fonte inorgânica de grande destaque é o cobre tri-básico (TBCC), o elemento apresenta um destaque menor que o CuSO_4 , porém os resultados apresentados aos produtores foram satisfatórios e em alguns casos melhores que o CuSO_4 (ZHANG; GUO, 2009).

As duas fontes de cobre são inorgânicas porém elas apresentam características químicas bem diferentes, o CuSO_4 é muito solúvel em água e a ácidos, diferentemente do TBCC, elemento insolúvel na água (MILES *et al.*, 1998). O TBCC é um subproduto do processo de fabricação da borda de um circuito, onde o ácido, cloreto cúprico e uma solução alcalina de cloreto de cupramina são neutralizados para formar uma fonte purificada de coloração verde (ARTHINGTON; PATE; SPEARS, 2003). Portanto, devido a essas características o TBCC é uma forma que diminui a formação de complexos insolúveis em comparação com o CuSO_4 . De acordo com Cromwell *et al.*, (1998), o TBCC foi tão eficaz no desempenho em leitões de creche quanto o CuSO_4 . Além disso, o TBCC apresentou uma menor instabilidade oxidativa durante o seu armazenamento, oferecendo benefícios ao incluir o aditivo em uma pré-mistura de outros elementos, como minerais e vitaminas.

Outras fontes inorgânicas existentes, porém pouco utilizadas são: cloreto de cobre (CuCl_2), cobre Montimolirolita (CuMMT), óxido de cobre (CuO_2), carbonato de cobre, nitrato de cobre e o sulfato de cobre monohidratado (HORACIO; ROSTAGNO; GOMES, 2017).

Fontes Orgânicas

As fontes orgânicas de Cu foram disseminadas mais recentemente. A maior parte dos produtores utilizavam preferencialmente as fontes inorgânicas, pelo seu menor custo e pelo maior conhecimento do aditivo. Porém nas últimas décadas a utilização das fontes orgânicas aumentaram muito, inicialmente na nutrição humana, posteriormente em ruminantes, e por último se consolidando em monogástricos (HENDRIKS; VERSTEGEN, 2019). As fontes orgânicas de Cu podem ser várias, de origem proteica (DAS *et al.*, 2010), enriquecidos com microrganismos como bactérias e leveduras (LIM *et al.*, 2006), com glicinatos (DE MARCO

et al., 2017) e as mais conhecidas, as formas quelatadas complexadas com aminoácidos (OSORIO *et al.*, 2016).

Quelatos

A utilização do Cu na forma quelatada complexada com aminoácidos está em evidência nos últimos anos na nutrição animal. Os elementos podem apresentar uma biodisponibilidade maior que o Cu em sua forma inorgânica, podendo proporcionar um transporte e absorção bem mais rápido que em outras formas (GENTHER-SCHROEDER; BRANINE; HANSEN, 2016). Contudo, os oligoelementos nas formas de quelatos já são estudados há muitos anos, desde os anos de 1950, quando se iniciou o processo de quelar íons metálicos utilizando íons sintéticos, em especial o ácido etilenodiaminotetracético (ETDA) (ASHMEAD, 2012). Atualmente a “Association of American Feed Control Officials” (AAFCO), classifica os quelatos dentro de 7 grupos distintos:

- **Grupo 1:** Complexos de metal com aminoácidos específicos: São produtos resultantes da complexação de um sal metálico solúvel, com um aminoácido específico na sua proporção molar, ou seja, um mol do metal em questão para três moles do aminoácido, estes ligados por uma ligação covalente. Por exemplo os complexos mais comuns são a metionina de zinco (ZnMet), a lisina de cobre (CuLys) e a metionina de manganês (MnMet), ambos os elementos são produzidos pela combinação de sulfatos e o aminoácido em questão. Os complexos formados são mais facilmente absorvidos no intestino, dentre todas as demais formas orgânicas.
- **Grupo 2:** Complexo aminoácido-metal: Esses compostos são formados por um átomo de metal complexado com vários aminoácidos livres. Nesse grupo em específico cada molécula individual ainda é um íon metálico e um aminoácido, porém existe uma variabilidade maior de aminoácidos na mistura. Um exemplo é um complexado de cobre, nesta categoria a mistura teria metionina de cobre (CuMet), leucina de cobre (CuLeu), entre outros elementos.
- **Grupo 3:** Quelatos de aminoácidos metálicos: Este grupo é formado entre a reação de um íon metálico a partir de um sal metálico solúvel com aminoácidos, possuindo uma razão molar de um mol de metal para três moles de aminoácidos, formando assim ligações covalentes coordenadas. Atualmente o elemento mais utilizado como um ligante, é a glicina, formando o grupo dos glicinatos (CORNESCU *et al.*, 2014).
- **Grupo 4:** Metal proteinado: É um produto resultante da quelação de um sal solúvel com uma proteína hidrolisada. O composto final pode até conter alguns aminoáci-

dos de cadeia simples como dipeptídeos, tripeptídeos ou outros elementos derivados de proteínas. Entretanto o tamanho molar dos metais proteinados acaba sendo maior que o desejado, reduzindo a biodisponibilidade do elemento, em relação aos demais grupos de minerais orgânicos (KAWASHIMA et al., 1997).

- **Grupo 5:** Complexos metal-polissacarídeos: São elementos resultantes de uma complexação de um sal solúvel e polissacarídeos que envolve o metal em questão. As moléculas desses polissacarídeos são grandes e possuem na cadeia açúcares simples, conhecidas pelo seu fácil metabolismo no sistema digestório (BUFF et al., 2005). Alguns elementos são o gluconato e acetato de zinco, citrato e fumarato de ferro
- **Grupo 6:** Propionato de Metal: Esse grupo é resultado da combinação de metais com ácidos orgânicos solúveis, como por exemplo o ácido propiônico e o ácido cítrico. Os elementos formados apresentam uma alta solubilidade e podem se dissociar em soluções.
- **Grupo 7:** Complexo derivado de leveduras: Embora ainda seja pouco comum, a levedura enriquecida com minerais está ganhando mais espaço nos últimos anos (RAO et al., 2012). Na maioria dos casos a levedura é complexada com selênio (selenometionina) e cromo, em alguns casos até em cobre. Porém ainda é uma fonte pouco utilizada em relação aos demais grupos.

Portanto os quelatos são compostos formados por íons metálicos resultantes de substâncias orgânicas como peptídeos, polissacarídeos e até mesmo aminoácidos, proporcionando aos íons metálicos alta disponibilidade biológica além da alta solubilidade e estabilidade (JIAO; LI; KIM, 2019). Uma vez o quelato complexado com o mineral em questão o complexo metal-aminoácidos tem alta afinidade para ligações com íons de oxigênio (O_2) no organismo, por meio de ligações covalentes, formando uma estrutura denominada de estrutura cíclica (LEITE et al., 2018). Essa formação do composto solúvel ligante dos quelatos com o mineral facilita a absorção no trato gastrointestinal, protegendo o mineral de sofrer reações com outras enzimas e de formar complexos insolúveis de baixa ou nenhuma metabolização (URSO et al., 2015).

A proteção do mineral pelo agente quelante se inicia na boca, especialmente em suínos, protegendo o mineral da ação da enzima alfa-amilase, mantendo a integridade do Cu até a chegada do complexo no estômago. No estômago os quelatos tem a capacidade de proteger o mineral contra a ação dos ácidos estomacais como a pepsina, sendo lentamente afetado pelo ácido clorídrico, mas sem degradar a estrutura como um todo. Quelatos de baixa estabilidade podem se romper com esse pH e destruir a estrutura, deixando os íons dos minerais livres no trato gastrointestinal (ASHMEAD, 2012). Em certo momento a estrutura é

rompida em um processo chamado de dissociação, permitindo que o íon metálico se ligue potencialmente a uma carga negativa em uma molécula de transporte. A absorção do mineral se inicia no estômago, por transporte ativo, os íons devem ser submetidos a um pH ácido para adicionar um íon hidrogênio de carga positiva, para poderem ser parcialmente absorvidos pelo estômago (CONDÉ *et al.*, 2015).

Após a passagem pelo estômago, ocorre a absorção dos íons metálicos por transporte ativo, porém como os quelatos não apresentam carga positiva em seus ligantes eles não tem a capacidade de serem anexados a uma molécula transportadora e serem absorvidos (JIAO; LI; KIM, 2019). Portanto, no intestino os íons deverão passar por um processo de neutralização, quando os íons metálicos serão absorvidos unindo a uma molécula, chamada de agente ligante. O agente ligante é um elemento possuidor de uma ligação neutra que permite ao mineral em questão atravessar a parede do intestino delgado. Após chegar até a corrente sanguínea, o elemento é transportado até locais mais específicos do organismo como órgãos e tecidos. Caso esse processo não acontecesse esses compostos não teriam a capacidade de atravessar as paredes celulares e seriam excretados via fezes. O quelato que protegia o mineral quelatado também é absorvido pelo trato gastrintestinal do animal (ASHMEAD, 2012).

Desempenho e saúde intestinal de frangos de corte e leitões

A suplementação do Cu na dieta com diferentes fontes do mineral, demonstram resultados positivos no ganho de peso e taxa de crescimento dos leitões, aumento da eficiência alimentar, e redução no surgimento de diarreias nas primeiras semanas pós desmame (LIAO *et al.*, 2018; HASMAN *et al.*, 2006; HILL *et al.*, 2000; LIAO *et al.*, 2017; XING *et al.*, 2014; YUAN *et al.*, 2015). Porém, embora as fontes inorgânicas também apresentam resultados positivos, as formas quelatadas indicam resultados superiores. Esses dados demonstram os efeitos benéficos do Cu nas formas quelatadas, mostrando que a biodisponibilidade do elemento foi maior e consequentemente a absorção do Cu aumentou em relação as formas inorgânicas, ocasionando uma maior disponibilidade do Cu na corrente sanguínea (WANG *et al.*, 2016).

Portanto os leitões suplementados com Cu na forma quelatada foram mais pesados e obtiveram um desempenho superior aos demais animais. Em alguns estudos o peso foi de 22,9 % superior às demais dietas, além de maior acúmulo do mineral no fígado (ZHAO *et al.*, 2014). A suplementação do Cu, em ambas as formas são muito eficientes nos primeiros 14 dias após o desmame. Chabaev *et al.*, (2020), demonstrou que os efeitos da suplementação do Cu apresentam um efeito maior no início da fase de creche, após o envelhecimento do animal, os efeitos tornam-se menores ou até mesmo nulos. Esse cenário ocorre, pelas

importantes características de reparos intestinais, e ativador enzimático no trato gastrointestinal, facilitando a absorção no período de imaturidade fisiológica do animal, além do cobre ter efeitos protetores contra agentes patogênicos (HUANG *et al.*, 2010).

Os estudos com os suínos nas fases de crescimento e terminação são menores, porém na sua maioria, a fonte utilizada, é inorgânica. A suplementação de Cu nas fases de crescimento e terminação não apresentaram mudanças no ganho de peso dos animais. Em alguns grupos suplementados com níveis mais elevados de CuSO_4 o ganho de peso foi até menor (COBLE *et al.*, 2013). Resultados semelhantes foram encontrados por Coble *et al.*, (2017), em que a suplementação de Cu nas formas de CuSO_4 e TBCC em níveis de 75 e 150 ppm. Os mesmos autores encontraram resultados positivos na carcaça suína, com um aumento da área de olho de lombo e uma maior porcentagem de carne magra nos grupos suplementados com o Cu.

Em frangos de corte os resultados foram muito similares como demonstraram El-Kazaz; Hafez., (2020); Chowdhury *et al.*, (2004) e Paik., (2001). Os estudos indicam que as formas quelatadas do Cu apresentaram melhores resultados de ganho de peso, conversão e eficiência alimentar que os demais grupos. Outros estudos utilizando apenas os minerais inorgânicos apresentaram resultados contraditórios. Karimi; *et al.*, (2011) não observou nenhum efeito significativo no desempenho das aves, além disso não houve alteração nos parâmetros sanguíneos e hepáticos. Hamdi *et al.*, (2018) encontrou resultados bem discrepantes, em aves suplementadas em quatro grupos contendo CuO_2 e CuSO_4 em dois níveis, 150 e 300 ppm. Os resultados mostraram que os pesos das aves suplementadas com os níveis mais elevados foram superiores aos demais grupos. Esses dados discrepantes podem ser explicados pela fonte do mineral, embora o CuSO_4 seja fonte inorgânica mais utilizada, outras fontes apresentaram resultados melhores, como o TBCC (ROCHELL, 2015). Outro ponto que precisa ser discutido é a quantidade e o efeito antagônico do Cu com outros elementos. A quantidade pode não ser a adequada, ou ser muito além do ideal para a ave, além de outros elementos, se adicionados de maneira muito elevada podem interferir na disponibilidade do mineral, causando menor absorção do nutriente pelo animal.

O Cu também é muito utilizado para a melhoria da morfologia intestinal, o elemento tem a capacidade de promover reparos nos tecidos do trato gastrointestinal, especialmente no intestino delgado, podendo também ser um estimulador da síntese de enzimas ocasionando uma melhor absorção dos nutrientes disponíveis, resultando em um desempenho superior (HEDEMANN; JENSEN; POULSEN, 2006). Porém muitos resultados não apresentaram nenhum efeito intestinal quando a suplementação do Cu é feita, entre os níveis de 100 a 500 ppm (CHIOU *et al.*, 1999; OKIAMA, 2017; MENDONÇA, 2018; ZHAO *et al.*, 2007). Okiaama, (2017) sugeriu em seu estudo que a morfologia intestinal pode não ser um bom parâmetro

comparativo para a avaliação dos efeitos dos diferentes níveis de cobre como um promotor de crescimento, pelo elemento poder apresentar resultados discrepantes dependendo da idade do animal. Porém em todos os estudos citados foram utilizados o elemento em sua forma inorgânica, o CuSO_4 e o TBCC. Yue *et al.*, (2017) utilizou fontes quelatadas do aditivo, apresentando resultados diferentes, observando um aumento da altura dos vilos, menor profundidade da cripta e maior proporção dos vilos:cripta.

Estudos realizados por Xia *et al.*, (2005) e Xia *et al.*, (2004) em suínos e frangos respectivamente mostraram resultados promissores. Os mesmos autores relataram a redução da contagem de bactérias como a *E. Coli* e o *Clostridium spp*, exercendo uma função estimulante sobre as bactérias benéficas ao organismo (*Bifidobacterium* e *Lactobacillus*).

Estes efeitos são extremamente benéficos especialmente para leitões na fase transitória entre a maternidade e a creche, pois a estrutura da mucosa intestinal pode mostrar informações sobre o estado de saúde do animal. Os fatores estressantes podem levar com rapidez a alterações na mucosa intestinal do animal, devido à proximidade da superfície da mucosa e conteúdo intestinal, causando alterações na morfologia intestinal, como o encurtamento de vilosidades e a profundidade de criptas, sendo muitas vezes associados a toxinas presentes na dieta em frangos e suínos (XIA; HU; XU, 2004). Esse encurtamento pode levar a redução da área de absorção de nutrientes e prejudicar o desenvolvimento do animal.

Os estudos envolvendo aves e suínos com o Cu são diversos na literatura. Este elemento já vem sendo suplementado na dieta há muitas décadas na nutrição animal. Porém com o passar dos anos novos produtos foram sendo disponibilizados no mercado, muitas vezes como substituto do CuSO_4 , ou outros produtos muito diferentes, como o Cu enriquecido com proteínas ou nas formas de quelatos. Portanto existem diversas lacunas sobre os níveis de suplementação de cada aditivo, bem como qual das formas podem ser mais benéficas aos animais, sendo também importante saber em qual estágio de desenvolvimento do animal o elemento pode apresentar melhores resultados. Essas respostas podem permitir uma tomada de decisão melhor no momento da escolha de qual aditivo suplementar ao animal sem perdas produtivas ou a suplementação de sub-doses ou grandes dosagens.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do cobre como promotor de crescimento pode trazer vários benefícios a aves e suínos, tanto nas formas orgânicas quanto inorgânicas. Contudo é importante destacar os resultados positivos obtidos pelas formas quelatadas, elementos menos difundidos que as formas inorgânicas, mas que apresentam resultados superiores aos demais grupos, em especial em leitões nas fases iniciais da creche. Entretanto é importante observar os demais nutrientes fornecidos na dieta, pois os mesmos podem comprometer os efeitos da

suplementação do Cu devido a interações entre minerais e metabólicas. A grande quantidade de informações geradas nos últimos anos quanto ao uso de fontes orgânicas e inorgânicas de Cu para aves e suínos dever ser sistematizada e abordada por meio de meta-análise. Contudo é possível afirmar que o cobre é um microelemento de extrema importância para a cadeia produtiva, por apresentar aspectos importantes na formação de enzimas e proteínas, além de apresentar participação no transporte de diversas moléculas no organismo.

■ REFERÊNCIAS

1. ABDELRAHMAN, M. M, KINCAID, R. L. AND ELZUBEIR, E. A. **Mineral Nutrition of Livestock, 4th Edition**. [s.l: s.n.].
2. AKTER, M.; IJI, P. A.; GRAHAM, H. Increased iron level in phytase-supplemented diets reduces performance and nutrient utilisation in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 58, n. 4, p. 409–417, 2017.
3. AO, T. et al. Effects of dietary supplementation of organic minerals on the performance of broiler chicks fed oxidised soybean oil. **Journal of Applied Animal Nutrition**, v. 5, p. 1–5, 2017.
4. APGAR, G. A.; KORNEGAY, E. T. Mineral Balance of Finishing Pigs Fed Copper Sulfate or a Copper-Lysine Complex at Growth-Stimulating Levels. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 7, p. 1594–1600, 1996.
5. ARTHINGTON, J. D.; PATE, F. M.; SPEARS, J. W. Effect of copper source and level on performance and copper status of cattle consuming molasses-based supplements. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 6, p. 1357–1362, 2003.
6. ASHMEAD, H. D. **Amino Acid Chelation In Human And Animal Nutrition**. [s.l: s.n.]. v. 11
7. BAI, Y.; SUNDE, M. L.; COOK, M. E. Molybdenum but not copper counteracts cysteine-induced tibial dyschondroplasia in broiler chicks. **Journal of Nutrition**, v. 124, n. 4, p. 588–593, 1994.
8. BATISTEL, F. et al. Immunometabolic status during the peripartum period is enhanced with supplemental Zn, Mn, and Cu from amino acid complexes and Co from Co glucoheptonate. **PLoS ONE**, v. 11, n. 5, p. 1–19, 2016.
9. BERGHE, P. V. E. VAN DEN; KLOMP, L. W. J. New developments in the regulation of intestinal copper absorption. v. 67, n. 11, p. 658–672, 2009.
10. BIKKER, P. Dose-response relationships between dietary copper level and growth performance in piglets and growing-finishing pigs and effect of withdrawal of a high copper level on subsequent growth performance. n. June, 2011.
11. BUFF, C. E. et al. Comparison of growth performance and zinc absorption, retention, and excretion in weanling pigs fed diets supplemented with zinc-polysaccharide or zinc oxide. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 10, p. 2380–2386, 2005.
12. CHABAEV, M. G. et al. Effects of Different Levels and Forms of Chelated Metal Proteinates on Productive Performance and Metabolic Processes in Fattening Young Pigs. **Russian Agricultural Sciences**, v. 46, n. 2, p. 161–166, 2020.

13. CHIOU, P. W. S. et al. **Effect of High Dietary Copper on the Morphology of Gastro-Intestinal Tract in Broiler Chickens***Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 1999.
14. CHOWDHURY, S. D. et al. Responses of broiler chickens to organic copper fed in the form of copper-methionine chelate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 115, n. 3–4, p. 281–293, 2004.
15. COBLE, K. F. et al. Influence of copper sulfate and tribasic copper chloride on feed intake preference in finishing pigs. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, n. 10, p. 181–185, 2013.
16. COBLE, K. F. et al. The effects of copper source and concentration on growth performance, carcass characteristics, and pen cleanliness in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 95, n. 9, p. 4052, 2017.
17. CONDÉ, M. S. et al. Minerais quelatados na nutrição de suínos. **Journal of Animal Science**, v. 34, 2015.
18. CORNESCU, G. M. et al. Study concerning the effects of using organic trace mineral supplements (Mn and Zn) on egg quality. **Archiva Zootechnica**, v. 172, n. January, p. 77–83, 2014.
19. CREECH, B. L. et al. Effect of dietary trace mineral concentration and source (inorganic vs. chelated) on performance, mineral status, and fecal mineral excretion in pigs from weaning through finishing. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 7, p. 2140–2147, 2004.
20. CROMWELL, G. L. et al. Tribasic Copper Chloride and Copper Sulfate as Copper Sources for Weanling Pigs. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 1, p. 118–123, 1998.
21. DA SILVA, G. A. et al. Effect of the organic minerals zinc, manganese, and copper on growth performance and the locomotor system of finishing pigs. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 3209–3222, 2019.
22. DAS, T. K. et al. Influence of level of dietary inorganic and organic copper and energy level on the performance and nutrient utilization of broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 1, p. 82–89, 2010.
23. DE MARCO, M. et al. Dietary administration of glycine complexed trace minerals can improve performance and slaughter yield in broilers and reduces mineral excretion. **Animal Feed Science and Technology**, v. 232, n. June, p. 182–189, 2017.
24. DĘBSKI, B. Supplementation of pigs diet with zinc and copper as alternative to conventional antimicrobials. **Polish Journal of Veterinary Sciences**, v. 19, n. 4, p. 917–924, 2016.
25. EL-KAZAZ, S. E.; HAFEZ, M. H. Evaluation of copper nanoparticles and copper sulfate effect on immune status, behavior, and productive performance of broilers. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**, v. 7, n. 1, p. 16–25, 2020.
26. ESPINOSA, C. D. et al. Effects of copper hydroxychloride on growth performance and abundance of genes involved in lipid metabolism of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 1, p. 1–9, 2020.
27. FAVERO, A. et al. Reproductive performance of Cobb 500 breeder hens fed diets supplemented with zinc, manganese, and copper from inorganic and amino acid-complexed sources. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, n. 1, p. 80–91, 2013.

28. FERNANDO, L.; RODRIGUES, D. C. Determinação da Estrutura e do Estado Oligomérico de Proteínas Chaperonas por Espalhamento de Raios-X a Baixos Ângulos (SAXS). 2020.
29. GAO, S. et al. Amino acid facilitates absorption of copper in the Caco-2 cell culture model. **Life Sciences**, v. 109, n. 1, p. 50–56, 2014.
30. GENTHER-SCHROEDER, O. N.; BRANINE, M. E.; HANSEN, S. L. The influence of supplemental Zn-amino acid complex and ractopamine hydrochloride feeding duration on growth performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 10, p. 4338–4345, 2016.
31. GOFF, J. P. Invited review : Mineral absorption mechanisms , mineral interactions that affect acid – base and antioxidant status , and diet considerations to improve mineral status. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 4, p. 2763–2813, 2018.
32. GONZALES-EGUIA, A. et al. Effects of nanocopper on copper availability and nutrients digestibility, growth performance and serum traits of piglets. **Livestock Science**, v. 126, n. 1–3, p. 122–129, 2009.
33. HAMDÍ, M. et al. Including copper sulphate or dicopper oxide in the diet of broiler chickens affects performance and copper content in the liver. **Animal Feed Science and Technology**, v. 237, n. December 2017, p. 89–97, 2018.
34. HARTMAN, S. Comparison of Trace Mineral Repletion Strategies in Beef Cattle to Overcome a High Antagonist Diet. p. 0–3, 2018.
35. HASHIMOTO, A.; KAMBE, T. Mg, Zn and Cu transport proteins: A brief overview from physiological and molecular perspectives. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v. 61, p. S116–S118, 2015.
36. HEDEMAN, M. S.; JENSEN, B. B.; POULSEN, H. D. Influence of dietary zinc and copper on digestive enzyme activity and intestinal morphology in weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 12, p. 3310–3320, 2006.
37. HENDRIKS, W. H.; VERSTEGEN, M. W. A. **Poultry and pig nutrition**. [s.l.] Wageningen Academic Publishers, 2019.
38. HORACIO, A.; ROSTAGNO, S.; GOMES, P. C. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. **Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa**, p. 488, 2017.
39. HUANG, Y. et al. The effects of different copper (inorganic and organic) and energy (tallow and glycerol) sources on growth performance, nutrient digestibility, and fecal excretion profiles in growing Pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 5, p. 573–579, 2010.
40. HUANG, Y. L. et al. Effect of dietary copper amount and source on copper metabolism and oxidative stress of weanling pigs in short-term feeding. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 6, p. 2948–2955, 2015.
41. HUDSON, B. P. et al. Live performance and immune responses of straight-run broilers: Influences of zinc source in broiler breeder hen and progeny diets and ambient temperature during the broiler production period. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, n. 2, p. 291–301, 2004.

42. IVANIŠINOVÁ, O. et al. Effects of feed supplementation with various zinc sources on mineral concentration and selected antioxidant indices in tissues and plasma of broiler chickens. **Acta Veterinaria Brno**, v. 85, n. 3, p. 285–291, 2016.
43. JIAO, Y.; LI, X.; KIM, I. H. Changes in growth performance, nutrient digestibility, immune blood profiles, fecal microbial and fecal gas emission of growing pigs in response to zinc aspartic acid chelate. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 00, n. 00, p. 1–8, 2019.
44. JUNG-HEUN HA, CAGLAR DOGUE, AND J. F. C. Consumption of a High-Iron Diet Disrupts Homeostatic Regulation of Intestinal Copper Absorption in Adolescent Mice. **J Physiol Gastrointest Liver Physiol**, v. 15, 2017.
45. KARIMI, A.; SADEGHI, G.; VAZIRY, A. The effect of copper in excess of the requirement during the starter period on subsequent performance of broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 20, n. 2, p. 203–209, 2011.
46. KAWASHIMA, T. et al. Bioavailability of cobalt sources for ruminants. 2. Estimation of the relative value of reagent grade and feed grade cobalt sources from tissue cobalt accumulation and vitamin B12 concentrations. **Nutrition Research**, v. 17, n. 6, p. 957–974, 1997.
47. KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, p. 206–220, 2005.
48. LEBEL, A.; MATTE, J. J.; GUAY, F. Effect of mineral source and mannan oligosaccharide supplements on zinc and copper digestibility in growing pigs. **Archives of Animal Nutrition**, v. 68, n. 5, p. 370–384, 2014.
49. LEITE, F. L. et al. The effects of zinc amino acid complex supplementation on the porcine host response to *Lawsonia intracellularis* infection. **Veterinary Research**, v. 49, n. 1, p. 1–9, 2018.
50. LIAO, P. et al. Effect of dietary copper source (inorganic vs. chelated) on immune response, mineral status, and fecal mineral excretion in nursery piglets. **Food and Agricultural Immunology**, v. 29, n. 1, p. 548–563, 2018.
51. LIM, H. S. et al. Effects of supplementary copper chelates in the form of methionine, chitosan and yeast on the performance of broilers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 19, n. 9, p. 1322–1327, 2006.
52. LINDER, M. C. Ceruloplasmin and other copper binding components of blood plasma and their functions: An update. **Metallomics**, v. 8, n. 9, p. 887–905, 2016.
53. LONG, S. F. et al. Mixed organic acids as antibiotic substitutes improve performance, serum immunity, intestinal morphology and microbiota for weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 235, p. 23–32, 2018.
54. LÖNNERDAL, B. Intestinal regulation of copper homeostasis: A developmental perspective. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 88, n. 3, p. 846–850, 2008.
55. LU, L. et al. Effect of dietary supplementation with copper sulfate or tribasic copper chloride on the growth performance, liver copper concentrations of broilers fed in floor pens, and stabilities of vitamin e and phytase in feeds. **Biological Trace Element Research**, v. 138, n. 1–3, p. 181–189, 2010.

56. MÄNNER, K. et al. Effects of different iron, manganese, zinc and copper sources (sulphates, chelates, glycinate) on their bioavailability in early weaned piglets. **Tagung Schweine und geflügelernahrung**, n. November, p. 28–30, 2006.
57. MARQUES, R. S. et al. Effects of organic or inorganic cobalt, copper, manganese, and zinc supplementation to late-gestating beef cows on productive and physiological responses of the offspring. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 3, p. 1215–1226, 2016.
58. MAZZONI, M. et al. Effect of two doses of different zinc sources (Inorganic vs. Chelated form) on the epithelial proliferative activity and the apoptotic index of intestinal mucosa of early-weaned pigs orally challenged with E. coli K88. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 6, p. 777–785, 2010.
59. MEI, S. F. et al. Effect of different levels of copper on growth performance and cecal ecosystem of newly weaned piglets. **Italian Journal of Animal Science**, v. 9, n. 4, p. 378–381, 2009.
60. MENDONÇA, M. V. Efeitos da associação de diferentes fontes de cobre e zinco na dieta de leitões desmamados. p. 69, 2018.
61. MILES, R. D. et al. The Effect of Dietary Supplementation with Copper Sulfate or Tribasic Copper Chloride on Broiler Performance , Relative Copper Bioavailability , and Dietary Prooxidant Activity 1. p. 416–425, 1998.
62. NEWMAN, S.; ROHRBACH, B.; WILSON, M. Overgrown Claws. v. 23, n. 2, p. 91–96, 2015.
63. NOSE, Y.; REES, E. M.; THIELE, D. J. Structure of the Ctr1 copper trans'PORE'ter reveals novel architecture. **Trends in Biochemical Sciences**, v. 31, n. 11, p. 604–607, 2006.
64. NRC. **Nutrient Requirements of Swine**, 2012.
65. OKIAMA, W. H. D. E. Influência de fontes e níveis de cobre sobre o desempenho de leitões desmamados Pirassununga Influência de fontes e níveis de cobre sobre o desempenho de leitões desmamados Pirassununga. 2017.
66. OSORIO, J. S. et al. Supplementing Zn, Mn, and Cu from amino acid complexes and Co from cobalt glucoheptonate during the periparturient period benefits postparturient cow performance and blood neutrophil function. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 3, p. 1868–1883, 2016.
67. PAIK, I. Application of chelated minerals in animal production. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 14, n. December, p. 191–198, 2001.
68. PAL, D. T. et al. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology Effect of copper- and zinc-methionine supplementation on bioavailability , mineral status and tissue concentrations of copper and zinc in ewes. **Jl of Trace Elements in Medicine & Biology**, v. 24, n. 2, p. 89–94, 2010.
69. PEKEL, A. Y. et al. Influence of different dietary copper sources on eggshell quality and phosphorus retention in laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 3, p. 460–466, 2012.
70. RAMA RAO, S. V. et al. Effect of dietary supplementation of organic chromium on performance, carcass traits, oxidative parameters, and immune responses in commercial broiler chickens. **Biological Trace Element Research**, v. 147, n. 1–3, p. 135–141, 2012.

71. REIS, R. N. et al. Selenium contents of eggs from broiler breeders supplemented with sodium selenite or zinc-L-selenium-methionine. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 18, n. 2, p. 151–157, 2009.
72. RINCKER, M. J. et al. Effects of dietary iron supplementation on growth performance, hematological status, and whole-body mineral concentrations of nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 11, p. 3189–3197, 2004.
73. ROCHELL, S. J. Eimeria Acervulina Infection And Amino Acid Nutrition In Broiler Chickens. **DISSERTATION**, v. 13, n. 3, p. 1576–1580, 2015.
74. SAENMAHAYAK, B. et al. Live and processing performance of broiler chickens fed diets supplemented with complexed zinc. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 19, n. 4, p. 334–340, 2010.
75. SALYER, G. B. et al. Effects of copper and zinc source on performance and humoral immune response of newly received , lightweight beef heifers 1. n. August, p. 2467–2473, 2004.
76. SEO, S. H. et al. The effect of level and period of Fe-methionine chelate supplementation on the iron content of boiler meat. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 21, n. 10, p. 1501–1505, 2008.
77. SHARMA, S. S. et al. Combination toxicology of copper, zinc, and cadmium in binary mixtures: Concentration-dependent antagonistic, nonadditive, and synergistic effects on root growth in *Silene vulgaris*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 18, n. 2, p. 348–355, 1999.
78. SIRRI, F. et al. Effect of different levels of dietary zinc, manganese, and copper from organic or inorganic sources on performance, bacterial chondronecrosis, intramuscular collagen characteristics, and occurrence of meat quality defects of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 95, n. 8, p. 1813–1824, 2016.
79. SOARES E BARROS, L. S.; AMARAL, L. A. DO; LUCAS JÚNIOR, J. DE. Poder poluente de águas residuárias de suinocultura após utilização de um tratamento integrado. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, p. 126–135, 2003.
80. SONG, J.; LI, Y. LI; HU, C. HONG. Effects of copper-exchanged montmorillonite, as alternative to antibiotic, on diarrhea, intestinal permeability and proinflammatory cytokine of weanling pigs. **Applied Clay Science**, v. 77–78, p. 52–55, 2013.
81. STRAUSAK, D. et al. Kinetic analysis of the interaction of the copper chaperone Atox1 with the metal binding sites of the Menkes protein. **Journal of Biological Chemistry**, v. 278, n. 23, p. 20821–20827, 2003.
82. SU, Y. et al. The detoxification effect of vitamin C on zearalenone toxicity in piglets. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 158, n. April, p. 284–292, 2018.
83. URSO, U. R. A. et al. Vitamin E and selenium in broiler breeder diets: Effect on live performance, hatching process, and chick quality. **Poultry Science**, v. 94, n. 5, p. 976–983, 2015.
84. VEUM, T. L. et al. Copper proteinate in weanling pig diets for enhancing growth performance and reducing fecal copper excretion compared with copper sulfate. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 4, p. 1062–1070, 2004.
85. WALK, C. L. et al. **Phytate destruction Consequences for precision animal nutrition**. [s.l.] Wageningen Academic Publishers, 2016.

86. WANG, Z. et al. Effects of Dietary Zinc Pectin Oligosaccharides Chelate Supplementation on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Tissue Zinc Concentrations of Broilers. **Biological Trace Element Research**, v. 173, n. 2, p. 475–482, 2016.
87. WEN, A. et al. Copper bioavailability, mineral utilization, and lipid metabolism in broilers. **Czech Journal of Animal Science**, v. 64, n. No. 12, p. 483–490, 2019.
88. WESTPHALEN, F. ECTOMICORRIZAÇÃO E COMPOSTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA NO CRESCIMENTO DE *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. CULTIVADA EM SOLO CONTAMINADO COM COBRE. **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**, 2019.
89. XIA, M. S.; HU, C. H.; XU, Z. R. Effects of Copper-Bearing Montmorillonite on Growth Performance, Digestive Enzyme Activities, and Intestinal Microflora and Morphology of Male Broilers. p. 1868–1875, 2004.
90. XIA, M. S.; HU, C. H.; XU, Z. R. Effects of copper bearing montmorillonite on the growth performance, intestinal microflora and morphology of weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 118, n. 3–4, p. 307–317, 2005.
91. YOON, I.; WERNER, T. M.; BUTLER, J. M. Effect of source and concentration of selenium on growth performance and selenium retention in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 86, n. 4, p. 727–730, 2007.
92. YU, B.; HUANG, W. J.; CHIOU, P. W. S. Bioavailability of iron from amino acid complex in weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 86, n. 1–2, p. 39–52, 2000.
93. YUE, X. et al. Dietary chitosan-Cu chelate affects growth performance and small intestinal morphology and apoptosis in weaned piglets. **Czech Journal of Animal Science**, v. 62, n. 1, p. 15–21, 2017.
94. ZHANG, B.; GUO, Y. Influence of tetrabasic zinc chloride and copper sulphate on growth performance and some physiological parameters in the digestive tract of weanling piglets. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 18, n. 3, p. 465–477, 2009.
95. ZHAO, J. et al. Growth performance and intestinal morphology responses in early weaned pigs to supplementation of antibiotic-free diets with an organic copper complex and spray-dried plasma protein in sanitary and nonsanitary environments. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 5, p. 1302–1310, 2007.
96. ZHAO, J. et al. Effects of a chelated copper as growth promoter on performance and carcass traits in pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 7, p. 965–973, 2014.

“

Suíños, endoparasitas, coccídios,
parabasalídeos.

■ Caroline C. **Carreiro**
UFRRJ

■ Cleide Domingues **Coelho**
UFRRJ

■ Jorge Luis B. Pereira **Jorge**
IFRJ

■ Nelson Oscaranha Gonsales **Costa**
IFRJ

■ Rafael do Valle **Paiva**
UFRRJ

■ Walter Leira **Teixeira Filho**
UFRRJ

■ Adriane Garcia da **Rosa**
UFRRJ

■ Vera Lúcia T. de **Jesus**
UFRRJ

RESUMO

Os distúrbios gastrointestinais são frequentemente observados em suínos em diferentes faixas etárias. Sendo responsáveis por importantes perdas econômicas, não só pela taxa de mortalidade dos leitões, como pela redução do ganho de peso e gastos com medicamentos. Além disso, em matrizes está associado à redução da fertilidade e repetições irregulares de cio. E apesar do grande desenvolvimento da suinocultura intensiva, pouco se sabe acerca da ocorrência de endoparasitos nesta espécie animal. Considerando-se que as enterites causam sérios prejuízos econômicos, o objetivo desse trabalho foi identificar os principais parasitos em fezes de matrizes e leitões confinados. Cinquenta e cinco amostras fecais (23 matrizes e 32 leitões) foram submetidas ao exame direto a fresco e a técnica de centrifugo - flutuação em açúcar, e posterior observação à microscopia óptica. Os resultados demonstraram que 72,7% dos animais encontravam-se positivos para pelo menos um parasito, sendo a coinfecção bastante significativa, onde 75% dos animais infectados apresentaram mais de um agente. Nas matrizes, os coccídios apresentaram-se mais frequentes (60,87%), seguidos dos parabasalídeos (52,17%), Strongyloidea (47,8%) e Balantidium (26,08%). Os coccídios também foram os mais frequentes nos leitões (25%), seguidos de Strongyloidea (18,75%), Balantidium (12,4%) e parabasalídeo (9,37%). Dessa forma, podemos concluir que apesar do grande desenvolvimento da suinocultura intensiva, as enteroparasitoses representam um grande entrave na produção, havendo a necessidade de programas mais efetivos de controle e prevenção.

Palavras-chave: Suínos, Endoparasitas, Coccídios, Parabasalídeos.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína (ABIEPCS, 2016), sendo a atividade suinícola muito importante para o desenvolvimento econômico e social do país, ao gerar empregos de forma direta e indireta. Para incrementar a produção suinícola e adaptar as modificações zootécnicas, as criações extensivas foram substituídas pelo sistema de confinamento, exigindo a utilização de novas técnicas de manejo que se executadas inadequadamente propiciam a proliferação e a permanência de diversos agentes patogênicos (D'Alencar et al. 2011). No entanto, existe uma grande diversidade de manejos utilizados no país, o que reflete na diversidade parasitária e na intensidade das infecções.

As parasitoses são uns dos mais antigos problemas de saúde suinícola, e está presente em todas as fases de exploração produzindo efeitos deletérios influentes na capacidade produtiva dos rebanhos. Dentre os parasitos descritos, os mais comuns são *Ascaris suum*, *Trichuris suis*, *Strongyloides*, *Balantidium coli* e *Cryptosporidium* sp. (Aguiar 2009). Os animais mais acometidos são os suínos jovens de seis semanas a seis meses, nos quais a ação parasitária é mais evidente e danosa. Causando importantes perdas econômicas, tanto pelo aumento na taxa de mortalidade dos leitões, como pela redução do ganho de peso, conversão alimentar inadequada e gastos com medicamentos. Os animais adultos também são acometidos, mas geralmente são portadores e apresentam a forma subclínica, fato que favorece a disseminação dos parasitas, ao contaminar o ambiente, água e alimento (Toma et al. 2003). Apesar do grande desenvolvimento da suino-cultura intensiva, pouco se sabe acerca da ocorrência e frequência de parasitos intestinais nesta população animal, sobretudo no sudeste do país. Os estudos existentes no país são insuficientes para estabelecer um melhor controle e prevenção das infecções, já que há muitas diferenças no manejo e nas instalações de cada região. Neste trabalho, o objetivo foi identificar os principais agentes parasitários em fezes de matrizes e leitões confinados em uma criação de subsistência no município de Pinheiral, Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais

Foram utilizados 55 suínos (23 matrizes e 32 leitões), mantidos em sistema de semi-confinamento, pertencentes à suinocultura do Colégio Técnico Nilo Peçanha, localizado no município de Pinheiral, RJ. Consta no protocolo de manejo que a vermifugação das matrizes (Ivermectina) é feita 15 dias antes do parto. E são vacinadas contra Erisipela, Leptospirose e

Parvovirose suína. Já os leitões, são desmamados aos 28 dias de idade, e vacinados contra Circovirose (PCV tipo 2, CIRCOVAC) e Micoplasmose (SPRINTVAC).

Coleta material e processamento das amostras

As amostras fecais foram coletadas imediatamente após defecação espontânea dos animais, acondicionadas em recipientes plásticos estéreis e transportadas para o Laboratório de Patologia da Reprodução, localizado no Anexo I do Instituto de Veterinária, UFRRJ, Seropédica, RJ. No laboratório, uma parte das amostras fecais foram adicionadas de salina tamponada (PBS), homogeneizadas e examinadas entre lâmina e lamínula à fresco, sob microscopia óptica, no aumento de 10 X, para a pesquisa de parabasalídeos e *Balantidium* sp. As amostras fecais positivas foram inoculadas em tubos apropriados contendo meio de cultivo seletivo (Hank's), o qual foi suplementado com 10% de soro equino, e incubadas a 28 a 33°C (dos Santos et al. 2015). Alíquotas das culturas onde observou-se a multiplicação dos protozoários foram fixadas em lâminas com metanol e submetidas à técnica de coloração com Panótico Rápido®. A outra parte das amostras foi submetida ao método de centrifugo-flutuação em açúcar (Oslania et al. 2005), para a pesquisa dos demais parasitos (helmintos e coccídios).

Análise Estatística

Os dados foram analisados pelos testes qui-quadrado, segundo Sampaio (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De um total de 55 amostras fecais examinadas, 40 (72,7%) apresentavam-se positivas para pelo menos um parasito e apenas 15 animais (27,3%), que corresponde a 3 matrizes e 12 leitões, encontravam-se negativos para todos os agentes pesquisados. A coinfeção foi bastante significativa, onde a maioria dos animais (75%) estavam parasitados por mais de um agente. Esse resultado foi semelhante ao relatado por Aguiar em 2009 (75%). Nishi et al. (2000) fez um estudo semelhante em Minas Gerais e em São Paulo, descrevendo taxas de infecções bem menores (38,6 % e 39,7% respectivamente), o que possivelmente está relacionado às diferenças de manejo e instalações (D'Alencar et al., 2011). No entanto, a taxa de positividade relatada nesse presente estudo (72,7%) foi semelhante aos dados apresentados por Pinto et al. (2007), o qual verificou 70% de positividade. No entanto, Pinto et al. (2007) fizeram o levantamento baseado em pequenas criações extensivas, no qual os animais não tinham histórico de vermifugação e eram criados soltos durante o dia e presos à noite em chiqueiros com precárias condições, sendo alguns animais criados em depósito

de lixo. E foram coletadas apenas cinco amostras de cada um dos 10 criatórios, o que possivelmente não foi representativo para todo rebanho, mascarando as taxas de infecções. Outros levantamentos realizados em condições de semelhante precariedade descreveram taxas de infecção acima de 90% (Aguiar 2009, Loddi et al. 2015), e é importante ressaltar que as diferenças regionais também devem ser levadas em consideração.

A alta carga de parasitos gastrintestinais reflete na redução da fecundidade, retornos irregulares do cio, baixo número de leitões nascidos e desmamados, assim como baixo peso da leitegada ao nascer e ao desmame (Formiga et al. 1980). Além dos prejuízos relativos à elevada taxa de condenação de vísceras em abatedouros, redução significativa do ganho de peso diário e da conversão alimentar dos animais em crescimento e engorda, gerando aumento no custo de produção (Stewart et al. 1991). As matrizes apresentaram um maior índice de infecção (86,95%) quando comparado aos leitões (62,5%), o que também foi relatado por outros autores (Nishi et al. 2000, Hoff et al. 2005), e que possivelmente estaria relacionado ao fato das reprodutoras serem vermifugadas 15 dias antes do parto, o que reduz a transmissão vertical, consequentemente diminuindo a taxa de infecção da prole. Além disso, as matrizes são mantidas por mais tempo na granja, cinco anos em média (maior tempo de exposição), onde permanecem por longo período em um mesmo recinto, com contato direto com o solo, e com a presença de lâmina d'água, o que favorece a permanência dos parasitos no ambiente (reinfecção). Já os leitões são mantidos em baias suspensas, não tendo contato direto com as fezes, e sem a presença de lâmina d'água, sendo remanejados na instalação de acordo com a fase de desenvolvimento (amamentação, desmame, creche e engorda), respeitando sempre os períodos de vazio sanitário. Essas diferenças no manejo podem ser um dos fatores responsáveis pela redução das taxas de infecções nos leitões (Nishi et al. 2000, D'Alencar et al. 2011, Campos et al. 2012).

Os dados relacionados aos parasitos intestinais encontrados (Figura 1-3) nas duas categorias analisadas (matrizes e leitões) então descritos na Tabela 1. Apesar da taxa de infecção das matrizes terem sido maior (86,95%) que as dos leitões (62,5%), quando analisadas estatisticamente não houve diferença significativa entre as taxas de infecção ($p=0,08$). No estudo de Nishi et al. (2000) a taxa de infecção das matrizes foi maior (57,2%), quando comparadas com as dos leitões (37,2%), e os coccídios (Figura 1) também foram os parasitos mais encontrados em ambas as categorias, sendo observado 22,8% nas matrizes e 13,7% nos leitões. A grande incidência de coccídios descrita por muitos autores, independente da região geográfica, é de grande relevância, já que estão relacionados à enterites graves, surtos de diarreia e aumento de mortalidade sobretudo nas primeiras semanas de vida (Nishi et al. 2000, Hoff et al. 2005, Pinto et al. 2007, Campos et al. 2012).

A ocorrência de *Ascaris* sp neste rebanho foi de 1,8%, semelhante a valores encontrado em por outros autores em diferentes regiões (Nishi et al. 2000, Hoff et al. 2005), no entanto foi relativamente menor que o descrito em rebanhos de criação extensiva (Pinto et al. 2007). No estado de Santa Catarina, Hoff et al. (2005) relataram taxa de infecções para *Trichuris* sp (0,5%) e para ordem Strongylida (21,5%), semelhantes a descrita nesse estudo, de 1,8% e 23,63% respectivamente. Como consequência destes parasitismos, os animais infectados podem apresentar diarreia, má absorção dos nutrientes e desidratação, acarretando em atraso no desenvolvimento, podendo causar morte principalmente quando coparasitados (Monteiro, 2014).

Os parabasalídeos são organismos pertencentes ao filo Parabasalia (Figura 2). Em suínos algumas espécies já foram descritas como potencial causador de diarreia (Mostegl et al. 2011, Li et al. 2014), e estão sendo amplamente estudados por causar distúrbios em muitas outras espécies animais, incluindo humanos (Gookin et al. 2005, Meloni et al. 2011, Dimasuay & Rivera 2013, Dos Santos et al. 2015). No entanto, infelizmente ainda não é incluído nas pesquisas de endoparasitas realizadas no país (Pinto et al. 2007, Aguiar 2009, Brito et al. 2012, Loddi et al. 2015).

Figura 1. Oocistos de coccidios não esporulado (A) e esporulado (B).

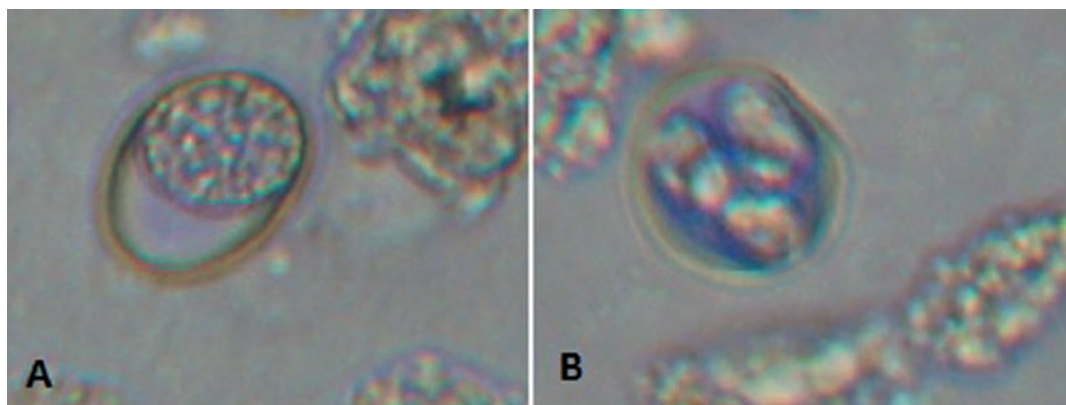


Figura 2. Ovos de Strongylida não larvado (A) e larvado (B).

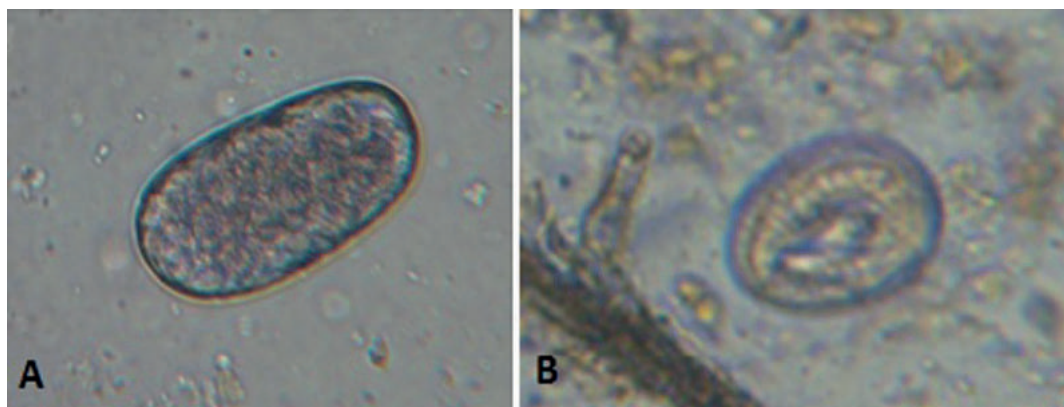
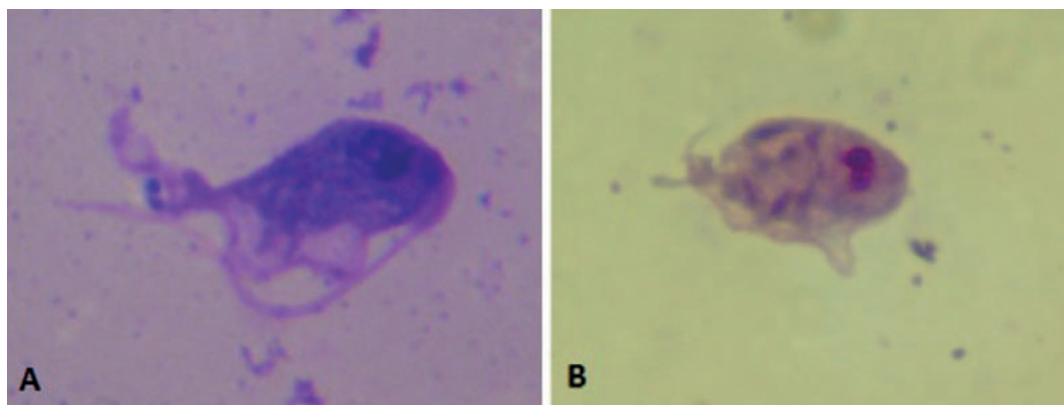


Figura 3. Trofozoítos de Parabasalídeos (A e B) com coloração Panótico rápido® (1000X).



A taxa de infecção por *Balantidium* sp (18,18%) descrita neste estudo foi semelhante àquela descrita por Nishi et al. (2000), em São Paulo (18,7%), e foram bem menores quando comparadas aos dados de Pinto et al. (2007) e Brito et al. (2012), onde relataram uma ocorrência igual a 46% e 78% respectivamente. Nosso levantamento foi realizado em um sistema de produção intensiva, onde os animais são mantidos em confinamento, semelhante ao sistema utilizado por Nishi (2000). Já os outros estudos mencionados foram realizados em suínos de pequenos produtores familiares, com instalações precárias e más condições de higiene. *Balantidium* sp. são vistos como agente comensal do trato intestinal de suínos, apesar de serem escassos os dados disponíveis a cerca deste agente, pode ser invasor secundário na ocorrência de outras lesões intestinais. No entanto, é o único protozoário ciliado capaz de causar infecção em suínos, e com potencial patogênico no homem (Barbosa 2015).

Tabela 1. Frequências de endoparasitos encontrados em amostras fecais procedentes de suínos (matrizes e leitões), do município de Pinheral, RJ.

Parasitos	Matriz	Leitão	Total
Coccídios	60,87% (14/23)	25,0% (8/32)	40,0% (18/55)
Parabasalídeos	52,17% (12/23)	9,37% (3/32)	27,27% (15/55)
Strongylida	47,8% (11/23)	18,75% (2/32)	23,63% (13/55)
<i>Balantidium</i> sp	26,08% (6/23)	12,4% (4/32)	18,18% (10/55)
<i>Ascaris</i> sp	4,34% (1/23)	-	1,8% (1/55)
<i>Trichuris</i> sp	4,34% (1/23)	-	1,8% (1/55)
Total	86,95% (20/23)*	62,5% (20/32)*	72,72 % (40/55)

*p<0,05.

Levando em consideração que os suínos são hospedeiros de agentes parasitários que causam infecções importantes no homem, como por exemplo *Balantidium* sp, parabasalídeos e coccídios, esta espécie animal pode ser considerada um importante disseminador dessas parasitoses, não só para suinocultores de forma direta, mas também para a população de uma forma geral, uma vez que no Brasil não há uma correta destinação dos resíduos orgânicos (fezes) desses animais.

O manejo sanitário para o controle de helmintos baseia-se na aplicação rotineira de ivermectina em matrizes gestantes. E os tratamentos anti-helmínticos utilizando febendazole,

são empregados de forma curativa quando há histórico de surto de disenteria, na maioria das suinoculturas do país. Esse manejo melhora significativamente o estado geral dos animais, mas ainda ocorre a permanência das infecções parasitárias. Essa permanência nos rebanhos está associada à contaminação e à resistência dos ovos destes helmintos ao meio ambiente. Contudo, apesar do sistema de criação ser considerado de confinamento, se as condições de manejo não forem apropriadas, as infecções parasitárias expressivas irão permanecer (D'Alencar et al. 2011).

Todos esses parasitos relatados são muito prevalentes na suinocultura no Brasil, e a diversidade e intensidade das infecções depende da região, instalações, e manejo aplicado em cada rebanho. O diagnóstico e controle são um constante desafio, porque vários fatores infecciosos e não infecciosos, participam da etiopatogenia, agindo de maneira sinérgica ou somatória contribuindo para instalação do quadro patológico de disenterias e aumentando seu impacto nas perdas econômicas. O confinamento total dos animais, a qualidade e conforto ambiental, qualidade de matéria prima para rações, e as doenças intercorrentes, são fatores que contribuem para o aumento do estresse animal e atuam diretamente na imunidade, favorecendo a infecção e coinfecção por determinados agentes.

CONCLUSÃO

Apesar do grande desenvolvimento da suino-cultura intensiva, as enteroparasitoses ainda representam um grande entrave na produção. Portanto, há necessidade de programas efetivos de controle e prevenção, no que diz respeito aos protocolos de limpeza e desinfecção das instalações. Sendo importante a inclusão de monitoramento sanitário periódico baseado em exames laboratoriais, sendo estes a melhor forma qualitativa e quantitativa de avaliar a eficiência das medidas de controle e prevenção adotados pela granja e diagnosticar os possíveis problemas, sejam clínicos ou subclínicos.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelo financiamento desta pesquisa.

■ REFERÊNCIAS

1. Aguiar P.C. Aspectos epidemiológicos das parasitoses gastrintestinais de suínos naturalizados de criações familiares do Distrito Federal. Dissertação (Mestrado em saúde animal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009. 117p. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/5055>>. Acesso em: 25 setembro, 2016.
2. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína - Abipecs. Relatório 2016. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf>. Acesso em: 20 setembro de 2016.
3. Barbosa A.D.S. Estudo de *Balantidium* sp. (Claparède e Lachmann, 1858) isolados de suínos, primatas não humanos cativos e humanos no Estado Rio do Janeiro, Brasil. Tese (Doutorado em Medicina Tropical) - Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, 2015. 251f. Disponível em: <<http://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/13181>>. Acesso em: 25 setembro, 2016.
4. Brito G.G., Santos T.B., De Melo C.M. & Jeraldo V.D.L.S. Ocorrência de enteroparasitas em amostras fecais de suínos do município de Simão Dias-SE. *Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT*, 1:11-18, 2012.
5. Campos T.M., Carvalho T.A., Carvalho G.D., Pinto R., Molino J.P. & Souza M.R. Coccidiose suína. *Revista Eletrônica Nutritime*, 9:1726- 1739, 2012.
6. D'Alencar A.S., Faustino M.A.G.F., Sousa D.P., Lima M.M. & Alves L.C. Infecção por helmintos e coccídios em criação de suínos de sistema confinado localizada no município de Camaragibe-PE. *Ciência Veterinária nos Trópicos*, 9:79-86, 2006.
7. D'Alencar S., Farias M.P.O., Rosas E.O., De Lima M.M., Alves L.C. & Machado M.A.G. Influência do manejo higiênico-sanitário na infecção por helmintos gastrintestinais em suínos de granjas tecnificadas e de subsistência abatidos na região Metropolitana de Recife e Zona da Mata do Estado de Pernambuco, Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, 78:207-215, 2011.
8. Dimasuay K.G.B. & River W.L. Molecular characterization of trichomonads isolated from animal hosts in the Philippines. *Veterinary Parasitology*, 196:289-295, 2013.
9. Dos Santos C.S., McIntosh D., Berto B.P., De Jesus V.L.T., Da Rocha C.N.C., Fernandes J.I., Scott F.B. & Lopes C.W.G. Diagnosis of *Pentatrichomonas hominis* from domestic cats in Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 37:25-31, 2015.
10. Formiga D.N., Ueno H. & Lignon G.B. Exames parasitológicos em amostras fecais de fêmeas suínas durante o ciclo reprodutivo. EM- BRAPA-CNPISA, Comunicado técnico, 06, Concórdia, 1980, p.1-2. Gookin J.L., Birkenheuer A.J., St John V., Spector M. & Levy M.G. Molecular characterization of trichomonads from feces of dogs with diarrhea. *Journal of Parasitology*, 91:939-943, 2005.
11. Hoff G., Da Silva A.S. & Monteir S.G. Avaliação do parasitismo e comparação de técnicas de análise fecal em suínos de granjas da região oeste do estado de Santa Catarina. *Revista da FZVA*, 12:106-115, 2005.
12. Li W., Li W., Gong P., Meng Y., Li W., Zhanga C., Li S., Yang J., Li H., Zhang X. & Li J. Molecular and morphologic identification of *Pentatrichomonas hominis* in suine. *Veterinary Parasitology*, 202:241- 247, 2014.

13. Loddi M.M., Leite D.M.G.L., Da Rocha R.A., Andrzejewski A.C. & Martins J.S. Levantamento preliminar da análise parasitária de suínos adaptados localmente na região centro-sul do estado do Paraná-Brasil. *Enciclopédia Biosfera*, 11:2111-2118, 2015.
14. Meloni D., Mantini C., Goustille J., Desoubreaux G., Maakaroun-Vermesse Z., Chandenier J., Gantois N., Dubocher C., Fiori P.L., Dei-Cas E., Duong T.H. & Viscogliosi E. Molecular identification of *Pentatrichomonas hominis* in two patients with gastrointestinal symptoms. *Journal of Clinical Pathology*, 64:933-935, 2011.
15. Monteiro S.G. *Parasitologia na Medicina Veterinária*. 1ª ed. Roca, 2014. 356p.
16. Mostegl M.M., Richter B., Nedorost N., Maderner A., Dinhopf N. & Weissenböck H. Investigations on the prevalence and potential pathogenicity of intestinal trichomonads in pigs using in situ hybridization. *Veterinary Parasitology*, 12:1-6, 2011.
17. Nishi S.M., Gennari S.M., Lisboa M.N.T.S., Silvestrim A., Junior L.C. & Umehara O. Parasitas intestinais em suínos confinados nos estados de São Paulo e Minas Gerais. *Arquivos do Instituto Biológico*, 67:199-203, 2000.
18. Oslania F.A., Gomes A.G. & Silva A.C. Ocorrência de enteroparasitos em cães e gatos do município de Goiânia, Goiás: comparação de técnicas de diagnóstico. *Ciência Animal Brasileira*, 6:127-133, 2005.
19. Pinto J.M.S., Costa J.O. & Souza J.C.A. Ocorrência de endoparasitos em suínos criados em Itabuna, Bahia, Brasil. *Ciência Veterinária nos Trópicos*, 10:79-85, 2007.
20. Sampaio I.B.M. Estatística aplicada à experimentação animal. 3ª ed. FEPMVZ, Belo Horizonte, 2007. 264p.
21. Stewart T.B., Leon D. & Fox M.C. Performance of swine with mixed nematode infections before and after ivermectin treatment. *Veterinary Parasitology*, 39:267-277, 1991.
22. Toma S.B., Moreira R.J.C. & Canavaci F.H.T. Atividade anti-helmíntica da ivermectina 1% injetável em suínos naturalmente parasitados. *Hora Veterinária*, 2:31-33, 2003.

“

Tecnologias da informação e comunicação (TICs) na suinocultura

- ┆ Emanuele **Brusamarelo**
- ┆ Daniela **Brusamarelo**
- ┆ Christiane Silva **Souza**
- ┆ Thuani Venâncio da Silva **Pereira**
- ┆ Alisson Verbenes **Alves**

RESUMO

A internet tem se configurado como importante recurso informacional nas últimas décadas para a sociedade. Os diferentes tipos de informações, em tempo real propiciados pelas plataformas multimídias disponíveis podem ser reverberadas para todas as regiões do mundo. As tecnologias da informação e comunicação (TICs) são essenciais para a disseminação das diferentes informações, tais como àquelas advindas de granjas de suínos. A gestão de dados se caracteriza como essencial para a análise estruturada com foco na geração de informação e de conhecimento. Diante do contexto, objetivou-se descrever a importância do uso das tecnologias da informação e comunicação (TICs) na suinocultura. Verificou-se que as informações devem ser empregadas como recursos estratégicos dentro da atividade suinícola, uma vez que dados isolados e/ou desestruturados não contribuem para gerar conhecimento, sanar falhas e/ou resolver problemas dentro dos processos organizacionais.

Palavras-chave: Agroinformática, Agronegócio, Gerenciamento de Dados, Inovação, Tomada de Decisão.

INTRODUÇÃO

A criação de suínos refere-se à importante segmento do agronegócio do Brasil. A relevância da suinocultura segue respaldada pelos números expressivos na balança comercial do país. Em 2019, a produção brasileira de carne suína destinou-se majoritariamente ao mercado interno (81%) e o consumo *per capita* registrado foi de 15,3 kg (Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA, 2020). Os bons resultados verificados pelo setor suinícola decorrem de inúmeros fatores, tais como o emprego de novas tecnologias nas áreas de nutrição, sanidade, manejo, genética, ambiência e gestão do empreendimento.

Conforme Gonçalves e Palmeira (2006), a criação de porcos do passado evoluiu também na técnica e no modelo de coordenação das atividades desenvolvidas entre os fornecedores de insumos, os produtores rurais, as agroindústrias, o atacado, o varejo e os consumidores. Dessa maneira, a suinocultura passou a ser uma cadeia de produção que explora a atividade de forma econômica e competitiva.

No cotidiano de uma granja de suínos, um montante considerável de dados pode ser obtido, a depender do porte da organização e do nível tecnológico usado. Os referidos dados, ao serem analisados geram indicadores e/ou informações econômicas e zootécnicas, fundamentais ao gerenciamento da atividade. As referidas informações angariadas servem tanto para o planejamento como para a tomada de decisão na empresa suinícola.

Para Bittencourt e Gubert (2014), na suinocultura, a informação constitui matéria-prima que pode auxiliar no alcance de melhores resultados zootécnicos e econômicos. Dessa forma, a evolução e o desenvolvimento dos *softwares* têm sido imprescindíveis para sumarizar e analisar dados e informações, obtidos na produção animal. Na atualidade, existem muitos aplicativos gratuitos ou pagos desenvolvidos especialmente para a agropecuária, que abrangem todos os tamanhos de propriedades e as diferentes atividades desenvolvidas. Tais aplicativos são para a gestão de produtos, de serviços, de informação, administração financeira e contábil, dentre outras, cujo propósito consiste em melhorar a produção, cortar gastos e identificar déficit de planejamento (FERRAZ; PINTO, 2017).

De acordo com Machado (2014), tão importante quanto produzir bem, seria medir com precisão a produtividade e tomar decisões corretas com base nessas informações. Diante desse contexto, o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) pode constituir-se numa importante ferramenta administrativa, gerenciadora de dados, capaz de detectar pontos falhos dentro dos diferentes modelos produtivos na suinocultura. Para Viero e Silveira (2011), a internet, enquanto inovação tecnológica, resulta em novas formas de organização/ação, ao instituir rotinas de acesso, conexão e horários.

O presente estudo apresentou-se como descritivo (Prodanov; Freitas, 2013), sendo realizada pesquisa bibliográfica (Zambello et al., 2018) acerca do contexto no qual se insere

as novas tecnologias da informação e comunicação na suinocultura no Brasil. Os trabalhos científicos utilizados foram advindos de diferentes bases de dados, tais como: Capes, Elsevier, Google Scholar, Pubmed, Scielo, Science Direct e Scopus. Em seguida, procedeu-se o estabelecimento das associações entre os fatos descritos pelos diferentes autores em relação ao objetivo da pesquisa, e a partir de então foram apresentados os apontamentos acerca da temática estudada.

DESENVOLVIMENTO

O meio rural passou, especialmente nas últimas três décadas, por inúmeras alterações em seus processos produtivos e gerenciais. Os produtores precisaram se adaptar as mudanças nas formas de gerar seus produtos, de comercializar e, até mesmo, de relações sociais, que implicaram na necessidade de aderir as inovações tecnológicas nas diferentes áreas dos empreendimentos rurais (VIERO; SILVEIRA, 2011).

Com a globalização e o uso massivo da tecnologia, a informação passou a assumir seu papel de protagonista, portanto, tornou-se a ferramenta principal de ação, com lugar central nas atividades gerenciais e como elemento fundamental para ações estratégicas dentro das organizações. E, mais importante do que acessar à informação, é saber como usá-la (BITTENCOURT; GUBERT, 2014).

Segundo Castro et al. (2020), na indústria suinícola tecnificada, a gestão da informação deve ocupar papel central na tomada de decisões, com base em métodos gerenciais criteriosos, por meio do acompanhamento adequado de informações para a implementação de correções, além da gestão de pessoas.

De maneira cada vez mais abrangente, as TICs estão sendo usadas na estruturação, na composição e no controle de diferentes atividades dentro da suinocultura. As TICs podem contribuir com a análise dos indicadores de produção, que por sua vez, possibilita, por exemplo, manter animais no plantel, desenvolver programas nutricionais mais apropriados, gerir compras de insumos, dentre outras ações.

O CONTEXTO DO USO DAS TECNOLOGIAS NA SUINOCULTURA

Segundo Pinochet (2014), a Tecnologia da Informação (TI), baseia-se no estudo, no desenvolvimento e na prática de sistemas de computador, especialmente no que diz respeito à união de *software*, *hardware* e *peopleware*, de modo que podem definir a sua atividade na evolução da computação apoiada por redes de Comunicação, que é considerada algo complexo, uma vez que existem atualmente várias formas e recursos tecnológicos para a

realização dessa atividade. Assim, segundo o autor, tem-se a definição para Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC).

De acordo com Ferraz e Pinto (2017) pode-se entender como ferramentas de TICs, tudo que envolva *hardware* (parte física): computadores, smartphones, aparelhos de GPS, maquinário computadorizado; e *software* (parte lógica): sistemas de informações, aplicativos mobile, programas de computador, etc.; e tudo o que deles deriva. Ainda, conforme os autores, as TICs englobam os serviços prestados, com uso de *hardware* e *software*, bem como os operadores desses componentes e sua manipulação.

No âmbito das TICs, o surgimento e a disseminação da internet, sem dúvida, foi o grande marco para a entrada em uma nova era, na qual não existe mais as barreiras de tempo, de espaço e de identidade. A liberdade conquistada abriu espaço para um agir totalmente reformulado, em que ainda não se conhece a forma definitiva desse novo meio de interação entre as pessoas (VIERO; SILVEIRA, 2011).

Assim como em outros segmentos do agronegócio, na suinocultura essa incorporação tecnológica iniciou-se de forma lenta e gradual, e que ainda precisará avançar mais incorporando diferentes tecnologias produtivas e de gestão. Até meados dos anos 2000 era comum as granjas não contarem com tecnologias digitais para auxiliar no processo de produção, em que, o caderninho para anotações era utilizado ou por vezes nenhum registro era feito (Associação Brasileira de Criadores de Suínos – ABCS, 2014).

Embora, na suinocultura, os registros manuais sejam ainda uma prática existente, outras tecnologias têm sido incorporadas e utilizadas em diferentes graus. Ainda existem as granjas que fazem uso de anotações em cadernos e posterior lançamento em planilha eletrônica de dados (como o Excel, por exemplo), outras que cadastram informações em *softwares* não especializados e também granjas automatizadas, que contam com *softwares* de gestão sofisticados e especializados, conectados à internet, vinculados à outras tecnologias como brincos eletrônicos, coletores digitais de dados (BITTENCOURT; GUBERT, 2014).

Castro et al. (2020) evidenciaram que em granjas suinícolas, a gestão precisa acompanhar e adequar as suas metodologias de ação, com o objetivo de buscar a excelência baseada em dados reais e análises precisas. As informações geradas resultarão em diagnósticos acurados de possíveis problemas, que por sua vez, culminarão em decisões corretivas e/ou mais acertadas. Cavalheiro et al. (2018) destacaram que a tecnologia da informação representa um canal privilegiado para o acesso às informações, fonte de conhecimento e também uma possibilidade de equalização de oportunidades para todos os segmentos do agronegócio. Assim, as TICs (especialmente a Internet) tornou-se uma necessidade, em razão das constantes demandas por informações e atualizações.

Em um estudo para analisar o uso e apropriação de tecnologias da informação e comunicação (TICs) como estratégia para o desenvolvimento da agricultura familiar no Oeste do Paraná, Ferreira et al. (2019) observaram que, embora haja a presença de computadores, *tablets*, *smartphones* e internet nas propriedades rurais, o uso ainda continua restrito para atividades de lazer e comunicação, sendo essas tecnologias pouco utilizadas para as atividades de gestão do empreendimento ou venda e comercialização dos produtos.

As tecnologias se inserem em todos os segmentos da sociedade. O desenvolvimento tecnológico conectou às grandes cidades ao campo, inclusive áreas geograficamente remotas. A suinocultura tem-se beneficiado das tecnologias de análise de dados como os *softwares* de gestão, programas computacionais utilizados para o gerenciamento de dados obtidos de diferentes indicadores de desempenho zootécnico do plantel. As TICs impactam desde as pequenas e médias propriedades, até os grandes empreendimentos suinícolas. A tecnologia auxilia e contribui de formas distintas para o desenvolvimento do agronegócio. Dessa forma, a falta de acesso e/ou a subutilização das tecnologias digitais limitam em muitos aspectos a sua aplicação, o conhecimento e o potencial de transformação de realidades produtivas.

Para Pinochet (2014), as mudanças que as TICs provocaram sobre as diferentes formas de organizações e o modo como era realizada a produção implicou em significativas alterações no âmbito microeconômico. Então, o novo paradigma organizacional da produção tornou a capacidade de produzir, de aprimorar e de inovar o principal ativo estratégico das empresas no cenário atual.

Gestão de dados, de informação e de conhecimento

Para Davenport (1998), o conceito de dados corresponde a uma matéria-prima bruta da informação, sem significado, pois estão desvinculados da realidade, são “observações sobre o estado do mundo”. De acordo com o autor, a partir do momento que esses dados são contextualizados e significados, temos então a informação.

A gestão de conhecimento refere-se ao processo que auxilia a apropriação e a construção de conhecimento, de forma que, o indivíduo necessita de competências em informação especialmente voltadas a esse processo, de forma que possa agir sobre o conhecimento (VALENTIM; JORGE; CERETTA-SORIA, 2014). De acordo com Davenport (1998), o conhecimento seria a informação mais valiosa e, conseqüentemente, mais difícil de gerenciar. O autor considera valiosa precisamente porque alguém conferiu à informação um contexto, um significado, uma interpretação; em que esse alguém refletiu sobre o conhecimento, acrescentou a ele sua própria sabedoria e considerou suas implicações mais amplas.

De forma geral, segundo Bittencourt e Gubert (2014), dados são informações desestruturadas. A informação seria o dado com significado que foi organizado, processado ou

estruturado de forma adequada ao entendimento. Ainda segundo os autores, o conhecimento consiste na capacidade adquirida de interpretar e tomar decisões com base em conjunto de informações filtradas, qualificadas e analisadas.

No que concerne ao gerenciamento da informação, este precisa ser realizado de forma processual, composto de um conjunto de etapas conectadas horizontalmente e verticalmente; de forma lógica e dialética; sendo abrangente e específico; rígido (rigor na operação) e flexível (conforme a necessidade); e necessita ser constantemente aperfeiçoado (RODRIGUES; BLATTMANN, 2014).

Para Marchiori (2002), tanto os processos administrativos, como a utilização de tecnologias são mecanismos facilitadores para otimização de processos que conduzem à comunicação efetiva da informação entre indivíduos e grupos. Assim, a gestão da informação tem, por princípio, focar o indivíduo (grupos ou instituições) e suas “situações-problema” no âmbito de diferentes fluxos de informação, que por sua vez necessitam de soluções criativas e custo/efetivas.

A coleta e a análise de dados para o planejamento, monitorização dos processos padronizados e o estabelecimento de melhorias resultantes da retroalimentação dos sistemas também obedecem aos mesmos princípios científicos (ROCHA; GOMES, 1993).

De acordo com Amorim e Tomaél (2011) entende-se a gestão da informação como uma forma de melhor administrar os recursos informacionais da empresa. Como complemento, a importância da gestão da informação para as organizações se configura em um importante processo que subsidia a tomada de decisão, diminuindo riscos e incertezas (VALENTIM; JORGE; CERETTA-SORIA, 2014).

Na suinocultura, basicamente pode-se dividir os índices de produtividade de uma granja em três grupos: 1) índices reprodutivos – referem-se aos índices da gestação e maternidade até o desmame; 2) índices de crescimento – inclui creche e terminação e demais fases intermediárias até a comercialização dos animais e 3) índices de plantel – engloba a visão macro da granja (MACHADO, 2014).

O uso de dados na agricultura tem aumentado exponencialmente nos últimos anos diferentemente da produção animal. Na suinocultura, a coleta de dados não se alterou durante muitos anos e a análise continua centrada nos indicadores-chave do desempenho reprodutivo, como a taxa de parição, o total de leitões nascidos vivos, de nascidos mortos, de mumificados, do desmame ao primeiro intervalo de cio e de mortalidade antes do desmame. Outros tipos de dados, como ambientais, relativo aos abates, de consumo de ração não estão sendo empregados e analisados na prática exceto para criar alertas simples, tais como a detecção de temperaturas ou de animais que não tenham consumido ração (PIÑEIRO et al., 2019).

Desde a gestão de pessoas até dos insumos e ingredientes que são misturados e distribuídos no comedouro dos suínos, a cadeia de gestão de informações pautada em instrumentos de controle e de análise tem conferido respaldo aos processos produtivos. Dessa forma, ter registrado de maneira clara e objetiva todo o histórico da produção semanal, mensal e anual da produção faz-se tão importante quanto conhecer e entender as oscilações do mercado nacional e internacional para aquisição de insumos e comercialização dos produtos.

Para ilustrar, a gestão eficiente do desperdício de ração nas granjas pode resultar em economia uma vez que, em muitas situações os desperdícios ultrapassam 10% do total da ração ofertada. Nas fases de recria e terminação, os desperdícios de ração na maioria das vezes estão associados à qualidade e a regulação dos comedouros (ABCS, 2014).

A intervenção para a reversão e a correção do desperdício de ração será possível se houver um controle de desperdício para ser analisado, nesse caso, os dados de desperdício se fazem elementares. Portanto, reverter esse quadro hipotético sugerido de desperdício, comum no cotidiano de uma granja, com adoção de uma estratégia mais adequada deveria ser feito com base nas informações observadas. Dessa forma, ilustra-se a importância de coletar e registrar dados do sistema produtivo, a fim de gerar informações gerenciais para as tomadas de decisão.

Piñeiro et al. (2019), ao basearem-se em diferentes estudos (autores) apresentaram o conceito de sistema de gestão em produção de suínos como “Um sistema composto por ferramentas (*softwares* e dispositivos) que, juntamente com um protocolo e procedimentos de trabalho, incluindo os papéis dos utilizadores, pode gerar a informação necessária para diminuir o risco e as incertezas na tomada de decisões”. Este sistema conta com cinco etapas: a coleta de dados; tratamento dos dados; relatório; distribuição; análise e tomada de decisões, independentes da dimensão e das características da empresa que o utiliza.

No processo de gestão de dados, de informação e de conhecimento, as tecnologias exercem papéis essenciais, tais como na coleta e armazenamento de dados, na análise ou na comunicação oferecem subsídios para os tomadores de decisão. E exerce também enorme potencial para o compartilhamento do conhecimento. De qualquer parte do mundo, o tomador de decisão pode acessar a experiência passada de outras pessoas e aprender com elas (JOHNSON, 1997).

Na atualidade, vive-se um momento em que o mundo está integrado (globalização) e plenamente informatizado, em que as opiniões, as ideias e o conhecimento podem ser trocados mais rapidamente e sem as barreiras físicas, anteriormente, impostas pelas distâncias terrestres. O maior desafio aos suinocultores, produtores rurais e demais profissionais e empresários ligados aos diferentes setores do agronegócio consiste em saber utilizar, analisar e usufruir das informações e tecnologias disponíveis no mercado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas, inúmeras modificações aconteceram na suinocultura, com destaque para o uso das tecnologias da informação e comunicação, nas diferentes áreas do setor produtivo. O trabalho feito manualmente pelos colaboradores nas granjas, por meio de fichas e de planilhas de acompanhamento, passou a ser gradativamente substituído pelos computadores, cujos *softwares* analisam de forma rápida e precisa as solicitações dos usuários nos diferentes graus de complexidade.

Os criadores, os técnicos e/ou os profissionais atuantes no setor suinícola devem analisar os resultados provenientes dos *softwares* usados e das TICs, de modo que, a tomada de decisão seja a mais adequada ao sistema produtivo. Ainda, devem entender o funcionamento dos sistemas operacionais (inputs) dos programas computacionais utilizados para que os relatórios gerados contenham informações corretas, que permitam identificar possíveis problemas, falhas e/ou riscos (financeiros, sanitários, ambientais) e manter a competitividade à suinocultura.

■ REFERÊNCIAS

1. AMORIM, F. B.; TOMAÉL, M. I. Gestão da informação e gestão do conhecimento na prática organizacional: análise de estudos de casos. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v.8, n.2, p.1-22, 2011.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. **Produção de suínos: teoria e prática**. 1. ed. Brasília: ABCS, 2014. 908p.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. **Relatório anual 2020**. São Paulo: ABPA, 2020. 160p. Disponível em: <<https://abpa-br.org/relatorios/>>. Acessado em 16 fev. 2021 as 18h13min.
4. BITTENCOURT, C. G.; GUBERT, E. Gestão da informação e aplicação prática na tomada de decisões. p.188-198. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. **Produção de suínos: teoria e prática**. Brasília, 2014. 908p.
5. CASTRO, L.T.S.; BARBOSA, L.M.R.; VASCONCELOS, B.S. Gestão na suinocultura: um conceito holístico. **PUBVET**, v.14, n.5, a569, p.1-13, 2020.
6. CAVALHEIRO, D.S.; FAORO, R.R.; MIRI, D.H et al. **A tecnologia da informação no agro-negócio: uma revisão bibliográfica**. In: XVIII Mostra de Iniciação Científica, Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão. Programa de Pós-Graduação em Administração – ACS, 2018. 16p. Disponível em: <[http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/mostraucspgga/xviiiustrappga/paper/view File/5937/1968](http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/mostraucspgga/xviiiustrappga/paper/view/File/5937/1968)>. Acessado em 21 fev. 2021 as 16h55min.
7. DAVENPORT, Thomas H. **Ecologia da informação: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação**. Tradução: Bernadette Siqueira Abrão. São Paulo: Futura, 1998. 312p.

8. FERRAZ, C. O.; PINTO, W. F. Tecnologia da informação para a agropecuária: utilização de ferramentas da tecnologia da informação no apoio a tomada de decisões em pequenas propriedades. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v.3, n.1, p.38-49, 2017.
9. FERREIRA, T. A.; CARVALHO, E. da S.; ROCHA, P. M. R. da; HOFER, E. Uso e apropriação de tecnologias da informação e comunicação (TICS) como estratégia para o desenvolvimento de empreendimentos familiares rurais no oeste do Paraná. **Revista Orbis Latina**, v. 9, n. 2, p. 87-101, 2019.
10. GONÇALVES, R. G.; PALMEIRA, E. M. Suinocultura brasileira. **Revista Acadêmica de Economia**, n.71, p.1-11, 2006.
11. JOHNSON, M. **Administrando no próximo milênio**. São Paulo: Pioneira, 1997.
12. MACHADO, I. P. Gestão da informação na produção de suínos. p.167-177. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. **Produção de suínos: teoria e prática**. Brasília-DF: ABCS, 2014. 908p.
13. MARCHIORI, P. Z. A ciência e a gestão da informação: compatibilidades no espaço profissional. **Ciência da Informação**, v.31, n.2, p.72-79, 2002.
14. PIÑEIRO, C.; MORALES, J.; RODRÍGUEZ, M.; APARICIO, M.; MANZANILLA, E. G.; KOKETSU, Y. Big (pig) data and the internet of the swine things: A new paradigm in the industry. **Animal Frontiers**, v.9, n.2, p.6-15, 2019.
15. PINOCHET, L. H. C. **Tecnologia da informação e comunicação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 268p.
16. PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo-RS: Feevale, 2013. 276p.
17. ROCHA, E. da C.; GOMES, S. H. de A. Gestão da qualidade em unidades de informação. **Ciência da Informação**, v.22, n.2, p.142-152, 1993.
18. RODRIGUES, C.; BLATTMANN, U. Gestão da informação e a importância do uso de fontes de informação para geração de conhecimento. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.19, n.3, p.4-29, 2014.
19. VALENTIM, M. L. P.; JORGE, C. F. B.; CERETTA-SORIA, M. G. Contribuição da competência em informação para os processos de gestão da informação e do conhecimento. **Revista da Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação da UFRGS**, v.20, n.2, p.207-231, 2014.
20. VIERO, V. C.; SILVEIRA, A. C. M. da. Apropriação de tecnologias de informação e comunicação no meio rural brasileiro. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 257-277, 2011.
21. ZAMBELLO, A.V.; SOARES, A.G.; TAUIL, C. E.; DONZELLI, C. A.; FONTANA, F.; CHOTOLLI, W. P. **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. MAZUCATO, T. (Org.). 1. ed. Petrópolis-SP: FUNEPE, 2018. 94p.

“

Uso de ractopamina para suínos em terminação

- I Bruna Souza de Lima **Cony**
UFRGS
- I Giuliana de Abreu Freitas **Marques**
UFRGS
- I Catiane **Orso**
UFRGS
- I Marcos **Kipper**
UFRGS
- I Andréa Machado Leal **Ribeiro**
UFRGS
- I Ines **Andretta**
UFRGS

RESUMO

A suinocultura brasileira ocupa uma posição importante no cenário mundial. Contudo, para manter o mercado consumidor e as posições de destaque é necessário atender a produção em escala e as principais demandas atuais através de métodos econômicos e sustentáveis. Dessa forma, o uso de tecnologias no setor da nutrição animal se torna uma alternativa cada vez mais indispensável. A ractopamina (RAC) é um aditivo β -adrenérgico, amplamente utilizado em dietas para suínos na fase de terminação, geralmente em um período de três a cinco semanas pré-abate, com o objetivo de reduzir a deposição de gordura, aumentar deposição muscular e a porcentagem de carne magra na carcaça, podendo proporcionar melhorias significativas no desempenho dos suínos. Porém, os resultados encontrados na literatura são bastante variados, principalmente em função das características experimentais testadas. Além disso, estudos que avaliam a relação entre aditivos alimentares e o custo ambiental da produção animal ainda são escassos. O objetivo deste capítulo é explorar, através de revisão de literatura e meta-análise, a variação nas respostas de desempenho de suínos suplementados com ractopamina e avaliar a influência deste aditivo no impacto ambiental potencial em um cenário convencional de produção de suínos.

Palavras-chave: Aditivo, Agonista β -Adrenérgico, Custo Ambiental, Meta-Análise.

INTRODUÇÃO

Segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (2020), o Brasil é o quarto maior produtor e exportador de carne suína mundial. Esta posição de destaque solidifica cada vez mais a suinocultura como uma atividade de extrema valia no cenário nacional. Santa Catarina é o estado brasileiro líder em produção e exportação de carne suína, trazendo uma cadeia produtiva bem consolidada e com margens para o crescimento.

Para manter o mercado consumidor da carne suína é necessário priorizar não somente as propriedades organolépticas e o preço, mas também atender demandas importantes dos consumidores atuais, que estão cada vez mais atentos a aspectos de qualidade e rastreabilidade. Tradicionalmente, o Brasil não é um grande consumidor de carne suína. Dados mais recentes mostram que cada brasileiro consome em média 15 kg por ano (ABPA, 2020). O baixo consumo nacional pode ser atribuído à formação de uma imagem negativa associada à carne suína, resultante de uma série de mitos relacionados a possíveis efeitos deletérios da carne à saúde humana (SCHLINDWEIN; KASSOUF, 2006). Um dos fatores limitantes para o consumo de carne suína é a gordura, que se tornou um fator indesejável na produção. Outro fator a ser considerado é o impacto ambiental frequentemente associado à atividade nas áreas onde é conduzida. Perante esse grande setor da produção animal e seu significativo potencial de poluição, é essencial que se preze por uma produção mais sustentável.

Para atender essas demandas sem comprometer a produtividade do setor, aditivos alimentares podem ser utilizados como alternativas que visam melhorar características de carcaça e também aspectos sanitários e zootécnicos. O termo aditivo inclui todas as substâncias adicionadas às rações com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudiquem seu valor nutritivo (SILVA, 2014).

A ractopamina (RAC) é classificada como um aditivo agonista beta-adrenérgico, da classe das fenetanolaminas e pode ter diferentes ações dentro do organismo. Dentre elas, aquela que mais se destaca é sua ação metabólica, que pode agir inibindo a lipogênese e estimulando a lipólise, retraindo o nitrogênio, aumentando assim, a síntese proteica (MIYADA, 1996). Devido a esta ação, a RAC também pode ser chamada de “Agente de Partição” ou “Agente de Repartição”.

Acredita-se que a RAC pode proporcionar melhorias significativas no desempenho dos suínos. Por esta razão, seu uso tem sido recomendado em rações formuladas em granjas comerciais na fase da terminação, geralmente em um período de três a cinco semanas pré-abate. Porém, estudos prévios mostraram que o efeito deste aditivo pode ser influenciado por fatores como genética, tempo de suplementação, dosagem e características do programa nutricional e por esse motivo há resultados diversos sobre o desempenho de

animais suplementados com RAC. Além disso, estudos que avaliem a sua relação com o custo ambiental de produção animal ainda são escassos.

Levando essas questões em consideração, este capítulo apresentará uma revisão de literatura e um estudo meta-analítico, capaz de integrar dados já publicados, obter novos resultados, explorar resultados contraditórios, aumentar a precisão analítica, obter melhor representatividade, planejando e gerando uma nova hipótese. Ao final do capítulo, será avaliada a influência do aditivo no impacto ambiental potencial da produção de suínos em um cenário convencional.

DESENVOLVIMENTO

Aditivos e a Ractopamina

De acordo com a legislação brasileira dada pela Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004, que aprovou o regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal, o termo aditivo é definido como sendo uma substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente, que não é utilizado normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, que melhore o desempenho dos animais e atenda às necessidades nutricionais (BRASIL, 2004). O uso de aditivos na alimentação de animais não ruminantes é bastante frequente e distribuído entre as diversas classes de produtos existentes.

A RAC foi o primeiro componente de sua classe a ter o uso aprovado pela agência reguladora dos Estados Unidos- Food and Drug Administration (FDA)- como promotor de crescimento. A aprovação pela agência reguladora FDA para uso em suínos aconteceu em 1999, sob o nome comercial de Paylean® (Elanco Animal Health, Greenfield, IN). A maior parte dos países importadores da carne brasileira permite o uso de RAC na dieta animal, exceto Rússia, países do Bloco Europeu e China, que não consideram o uso de aditivos repartidores de energia seguro à saúde animal e humana e exigem ausência.

Descobriu-se que esses compostos, originalmente desenvolvidos para tratar doenças respiratórias, poderiam ter um importante efeito na produção animal. Porém, sua utilização inadequada causou grandes problemas às autoridades regulatórias. O uso em larga escala de clenbuterol, membro da família β -agonista, acarretou em surtos de intoxicação alimentar em humanos na Europa e na China, através de resíduos deixados pelo fármaco nos alimentos (CHEN *et al.*, 2017). Por se tratar da mesma classe de compostos, os consumidores desses países consideram o uso de RAC nocivo e indesejável, embora ter sido demonstrado que a última é segura em administração a animais, sem período de carência e com concentrações

residuais em tecidos comestíveis abaixo dos valores de tolerância estabelecidos por órgãos internacionais da saúde e de alimentos (THOMPSON *et al.*, 2008; CHEN *et al.*, 2017). Todas estas questões deixam o mercado mundial da carne suína, de certo modo, conturbado.

Em 2017, houve um embargo russo à carne brasileira, ao qual foram suspensas as compras totais das carnes suína e bovina, tendo como alegação a presença de ractopamina em amostras de carne suína enviadas àquele país. Vale ressaltar que a substância é legalizada em países considerados extremamente exigentes no quesito sanitário, tais como Estados Unidos e Canadá. Alguns analistas acreditam que o embargo poderia ter alguma associação com estratégias de mercado e alegam que proibições internacionais de ractopamina não são baseadas em razões científicas (ZEN *et al.*, 2017).

Modo de Ação da Ractopamina

A RAC pertence à classe de compostos que se ligam aos receptores α e β adrenérgicos, localizados na superfície da membrana celular. Os agonistas β -adrenérgicos são absorvidos no intestino delgado onde o pH mais neutro promove uma redução da ionização desses compostos, facilitando sua absorção (NETO, 2002). Depois de absorvido, os agonistas β -adrenérgicos podem ter diferentes ações dentro do organismo: ação excitatória ou inibitória periférica sobre certos tipos de músculo liso; ação excitatória cardíaca, aumento da frequência cardíaca e da força de contração; ações metabólicas, como aumento da taxa de glicogenólise no fígado e músculo e liberação de ácidos graxos livres do tecido adiposo; ações endócrinas, como modulação da secreção de insulina, renina e hormônios hipofisários; ações sobre o Sistema Nervoso Central (SNC), como estimulação respiratória; no caso de algumas drogas, aumento do estado de vigília e da atividade psicomotora e redução do apetite e, ações pré-sinápticas, que resultam em inibição ou facilitação da liberação de neurotransmissores. Todas as ações e suas intensidades podem ser variáveis de acordo com as características ambientais presentes (SPINOSA *et al.*, 2002). Dentre as ações supracitadas aquela que mais se destaca no sistema produtivo seria a ação metabólica da RAC, no qual as células adiposas e musculares são as principais envolvidas.

As ações mediadas pela RAC ocorrem no interior da membrana celular após a estimulação do receptor β -agonista. O complexo agonista/ receptor fixa-se sobre a proteína de ligação G na célula, que quando ativada, vai induzir uma modificação na fluidez da membrana, permitindo assim, o seu deslocamento lateral, o que leva à estimulação da ação catalítica da enzima adenilato ciclase. Esta enzima, que se situa na face interna da membrana plasmática, participa da formação do monofosfato cíclico de adenosina (AMPc) a partir do trifosfato de adenosina (ATP), passando esta molécula a atuar como segundo mensageiro. O AMPc, por sua vez, ativa a proteína quinase, que conduz à fosforilação de enzimas, responsáveis

pela resposta final. Estas enzimas, quando são fosforiladas, promovem respostas celulares que incluem estimulação da lipólise, aumento da neoglicogênese, glicogenólise, aumento da insulina, glucagon e renina, relaxamento da musculatura lisa e aumento da contração cardíaca (MOODY *et al.*, 2000; SILVA, 2014).

A RAC e outros agonistas de receptores β -adrenérgicos, como o clenbuterol, salbutamol, terbutalina, cimaterol e isoproterenol, são conhecidos como “agentes de partição” por suas propriedades bioquímicas serem capazes de produzir aumento na eficiência alimentar, incremento da massa proteica corporal e redução dos teores de gordura corporal em animais de produção. Seus principais efeitos podem ser percebidos no músculo esquelético e tecido adiposo, porém, sabe-se que ocorrem efeitos sistêmicos sobre o sistema endócrino, metabolismo proteico, lipídico e de carboidratos (NETO, 2002).

Os agonistas β -adrenérgicos podem produzir hipertrofia do tecido muscular esquelético, sem hiperplasia. Essa hipertrofia pode ser consequência de um aumento da síntese de proteínas ou da redução da degradação de proteínas, ou ambas as situações (NETO, 2002). A deposição muscular da carcaça pode aumentar em uma proporção maior do que o crescimento dos órgãos viscerais, o que é interessante para a indústria, pois é mais econômico processar carcaças mais pesadas, uma vez que os custos fixos, por unidade de peso, são diluídos em uma maior quantidade de produto (SCHINCKEL *et al.*, 2001).

Segundo Agostini *et al.* (2011), esse aumento na deposição do músculo pela hipertrofia do diâmetro das fibras musculares, mais especificamente das fibras brancas e intermediárias, ocorre através da liberação de estímulos a partir dos receptores especializados que desencadeiam processos bioquímicos relacionados com o AMPc. Concomitantemente, os agonistas β adrenérgicos aumentam o fluxo sanguíneo para certas regiões do corpo, e assim oferecem maior aporte de nutrientes para a síntese de proteínas no músculo esquelético, melhorando o processo de hipertrofia (MERSMANN, 1998).

Conforme citado anteriormente, o aumento de carne magra nas carcaças também pode ser atribuído à diminuição da degradação proteica. Esse processo pode ocorrer quando os β -agonistas ativam os sítios de fosforilação, causando aumento na atividade da enzima calpastatina, esta por sua vez, inibe a ação das calpaínas, que são enzimas proteolíticas post-mortem (WATANABE *et al.*, 2012; VEDOVATTO *et al.*, 2014). Essa diminuição da proteólise permite que ocorra um aumento na massa corporal magra, sem um aumento proporcional das necessidades energéticas de manutenção, e pode ser comprovada por meio do decréscimo da excreção de 3-metil-histidina, produto do catabolismo proteico (WATANABE *et al.*, 2012).

A diminuição da quantidade de gordura corporal através da diminuição do tamanho dos adipócitos, particularmente no tecido celular subcutâneo e intermuscular, deve ser o efeito mais visível dos agonistas β -adrenérgicos (NETO, 2002). O aumento de aporte sanguíneo

para o tecido adiposo causado pelos agonistas β adrenérgicos pode transportar ácidos graxos não-esterificados para longe do tecido e melhorar o processo de degradação lipídica (MERSMANN, 1998).

A RAC pode inibir a ligação de insulina no receptor adrenérgico dos adipócitos, impedindo que ela promova a entrada de glicose, a conversão em ácidos graxos e a deposição de gordura (SILVA, 2014). Através do aumento da produção de AMPc que ativam quinases, que por sua vez podem fosforilar a enzima limitante da lipólise (Lipase Hormônio Sensível), a RAC também pode promover a quebra de triglicerídeos (MOODY *et al.*, 2000; SILVA, 2014).

Porém os dados disponíveis na literatura que comprovam as ações da RAC não são conclusivos. Moody *et al.* (2000) afirma que fatores como genética, dieta, dosagem e duração da suplementação interferem na resposta da RAC. A seleção genética busca alto potencial para deposição de carne magra e diminuição das taxas de deposição de gordura da carcaça, portanto, suínos selecionados geneticamente podem apresentar melhores resultados provavelmente pela maior quantidade de receptores β -adrenérgicos existentes nas células musculares e maior número de fibras musculares, expondo assim um maior número de células à ação dos agonistas β -adrenérgicos (BARK *et al.*, 1992).

Segundo o NRC (2012), o mecanismo de ação dos β -agonistas pode envolver aumento no gasto de energia e redirecionamento dos nutrientes da deposição lipídica para a deposição de carne magra. Assim, animais que recebem RAC podem ter maior necessidade de aminoácidos essenciais e maior relação aminoácidos/ energia metabolizável. Para gerar uma melhora no desempenho, é recomendável que dietas com inclusão de RAC sejam formuladas considerando exigências superiores de aminoácidos essenciais, especialmente de lisina digestível.

A RAC é adicionada na ração na fase de terminação para melhorar a capacidade de conversão alimentar dos animais e segundo Schinckel *et al.* (2001), uma melhor resposta ocorre nos primeiros 14 dias. Um período de utilização prolongado pode reduzir o efeito devido à dessensibilização dos receptores β -adrenérgicos, ou seja, o animal torna-se tolerante à RAC. A ação contínua do β -adrenérgico causa ativação de uma proteína quinase que ao fosforilar o receptor, o torna inativo e desacopla o complexo receptor-proteína de ligação-adenilato ciclase. Além disso, no espaço intracitoplasmático, o receptor β adrenérgico pode ser consumido, acarretando diminuição no número de receptores celulares. A variação no número de receptores por unidade de sarcolema é denominada *down-regulation* (ROSSI *et al.*, 2010). Um programa nutricional que aumente a dose de RAC adicionada à dieta após duas semanas de suplementação, mantendo as exigências nutricionais dos demais nutrientes ajustados com o intervalo de peso, pode evitar a queda de resposta e maximizar os efeitos positivos provocados pelo aditivo (SEE *et al.*, 2004).

A Meta-análise como Ferramenta de Estudo

Um experimento não pode ser conclusivo para uma inferência, já que os resultados refletem as condições experimentais. Por isso, a comunidade científica produz diversos experimentos sobre um mesmo assunto e gera um elevado número de publicações. Ao integrar diferentes variáveis de artigos anteriormente publicados, a meta-análise possibilita obter novos resultados, sintetizando resultados contraditórios, aumentando a precisão analítica, melhorando a representatividade, planejando e gerando uma nova hipótese (LOVATTO *et al.*, 2007).

Com o objetivo de analisar os efeitos da suplementação da RAC sobre o desempenho de suínos na fase da terminação, buscaram-se artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais. Uma meta-análise foi realizada utilizando os artigos encontrados a partir de uma busca nas principais bases bibliográficas digitais (Google Scholar, ScienceDirect, Scielo e PubMed). Após a identificação das publicações na área de pesquisa, os estudos foram criticamente avaliados em função de sua qualidade e relevância em relação aos objetivos da meta-análise. Assim, 69 artigos foram selecionados para a coleta de dados. Os artigos datam de 2003 a 2018, com maior concentração nos anos de 2009 (12%), 2014 (13%) e 2015 (13%). Os países com maior número de publicações foram os Estados Unidos, com 51%, e o Brasil, com 36% do número total de artigos.

Os resultados de desempenho (consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e peso vivo final) dos animais suplementados foram comparados com os respectivos grupos controle. A partir das informações de consumo de ração e de composição das dietas, também foram calculados os consumos médios dos principais nutrientes. As variáveis analisadas foram: características experimentais (período experimental e de fornecimento das dietas suplementadas, inclusão da RAC nas dietas, idade, peso vivo e sexo), a composição nutricional das dietas, o consumo de nutrientes, o desempenho produtivo e algumas características de carcaça (quando disponíveis). Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa Minitab 18 (Minitab Inc., State College, PA).

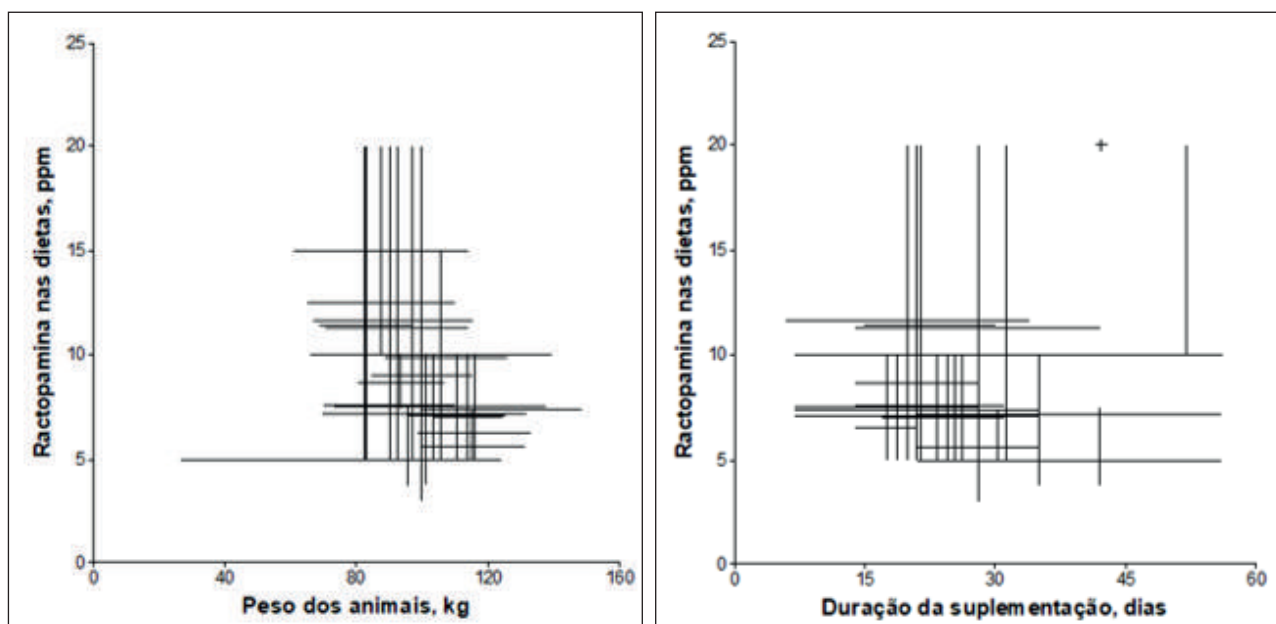
Na Figura 1, cada experimento é indicado por uma cruz, cuja linha horizontal indica a duração da suplementação utilizada e o peso dos animais em cada experimento, a linha vertical indica a margem de utilização de RAC (ppm) na dieta.

Nos estudos incluídos na base de dados, as concentrações mínimas de RAC testadas (nos tratamentos suplementados) foram de 5 ppm e as concentrações máximas não ultrapassaram 20 ppm. Estas doses estão de acordo com as principais práticas de suplementação utilizadas na suinocultura comercial.

Em relação ao tempo de adição da RAC, o menor período experimental foi de 6 dias de duração, enquanto o maior foi de 56 dias. O período de dias com adição de RAC observados

foram de 10 a 60 dias. Os animais utilizados nos experimentos, em sua maioria, pesavam de 60 a 150 kg de peso vivo.

Figura 1. Relação entre as concentrações de ractopamina testadas, peso dos animais e a duração dos estudos que compõem a base de dados¹

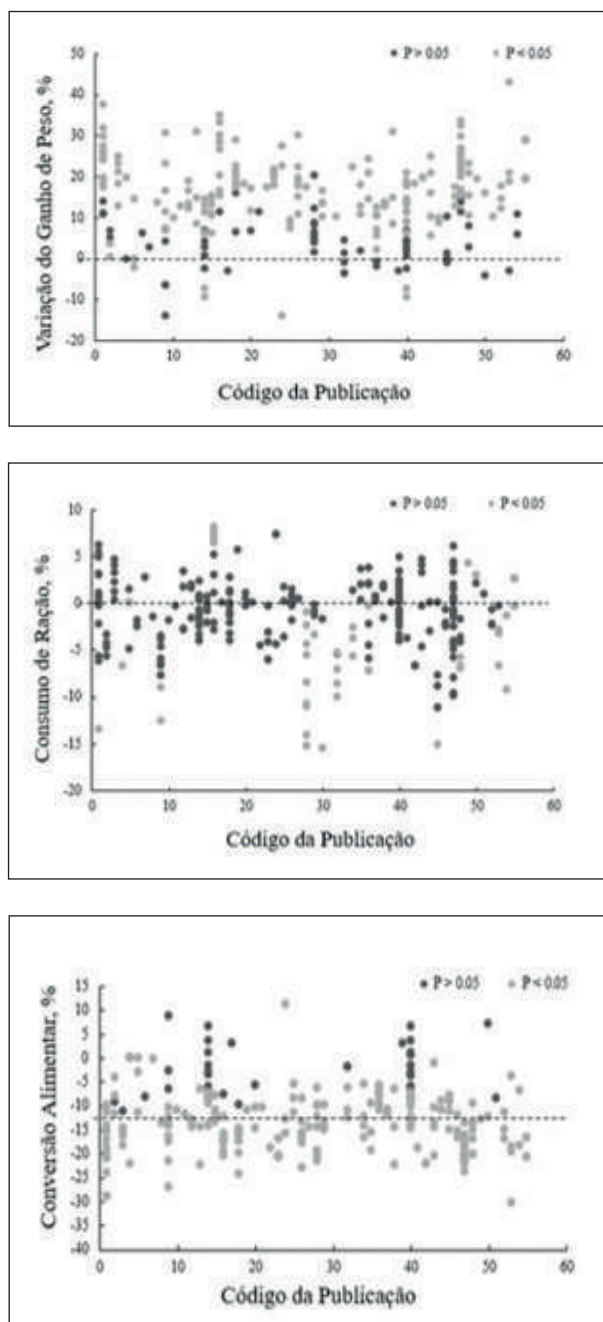


¹. Cada linha representa a amplitude testada num estudo do banco de dados.

Como pode ser visto na Figura 2, os estudos individuais mostraram vários efeitos da suplementação de RAC frente aos respectivos tratamentos controle. A melhora nas respostas de ganho de peso foi observada em 71,6% das comparações. No consumo de ração, 90,7% dos dados não demonstraram efeito para a suplementação de RAC. Porém, ao analisar a média de todos os resultados, encontramos uma diminuição significativa no consumo de ração em resposta à suplementação com RAC ($P < 0,05$) (Tabela 1). Além disso, 92,3% dos tratamentos contendo RAC apresentaram melhora na taxa de conversão alimentar.

É possível observar que existe uma inconsistência de efeitos para a inclusão da RAC nas dietas dos suínos, em uma abordagem individual. Essas diferentes respostas podem ser atribuídas a vários fatores, como condições experimentais, variação intra-experimento, dose, genética, sexo, tempo de suplementação, dentre outros fatores. Considerando essa grande variabilidade, o presente estudo chega a uma conclusão mais concisa sobre o real efeito da inclusão de RAC e seu efeito no desempenho em comparação aos respectivos grupos controle, pois a meta-análise é capaz de resumir os efeitos descritos nos estudos individuais anteriores.

Figura 2. Variação^{1,2} do ganho de peso (Δ GP), do consumo de ração (Δ CR), e da conversão alimentar (Δ CA) dos tratamentos suplementados com ractopamina relativizados ao respectivo tratamento controle.



¹ O valor P mostra o efeito do artigo original

² O código de publicação é o número atribuído a cada estudo

A meta-análise mostrou efeito significativo ($P < 0,05$) da adição de ractopamina em todas as variáveis de desempenho, conforme os dados da Tabela 1. Houve uma diminuição de 1,43% no Consumo Médio Diário (CMD), um aumento de 13,42% no Ganho Médio Diário (GMD) e uma melhoria de 12,56 % na Conversão Alimentar (CA) em relação ao grupo controle.

Tabela 1. Efeito¹ da ractopamina sobre as variáveis de desempenho de suínos

Variáveis	Desempenho controle	EPR	Efeito ¹ da ractopamina sobre o controle, %	EPR	P
Consumo de Ração (kg/dia)	3.00	0.02	-1.43	0.27	0.004
Ganho de Peso (kg/dia)	0.96	0.02	13.42	0.59	<0.001
Conversão Alimentar (kg/kg)	3.14	0.02	-12.56	0.42	0.001

¹ Efeito expresso como alteração percentual relativa; EPR: Erro padrão da média; P: probabilidade do efeito da ractopamina.

Efeito da Ractopamina no Impacto Ambiental da Produção de Suínos

Após a meta-análise, a metodologia de análise de ciclo de vida (LCA) foi utilizada neste estudo para simular o efeito da RAC sobre o impacto ambiental associado à suinocultura. Uma unidade de produção localizada na cidade de Concórdia, Santa Catarina, foi utilizada nesta simulação. Este cenário foi definido considerando que o estado é o maior produtor de carne suína do Brasil (IBGE, 2018). Foi considerado o sistema que envolveu desde a produção dos ingredientes da ração dos leitões até a entrega de animais prontos para abate. O provável impacto ambiental da ração final de terminação, 28 dias, suplementada com ractopamina foi avaliado. A dieta basal, sem ractopamina, foi formulada de acordo com os requerimentos nutricionais e energéticos mínimos para suínos em terminação. O desempenho dos animais nos dois cenários foi simulado utilizando o banco de dados da meta-análise, que indicou uma melhora de 12% na conversão alimentar de suínos suplementados com ractopamina. Portanto, menos ração é utilizada para que os animais alcancem o peso de abate, o que influencia nos demais recursos necessários e seus consequentes impactos ambientais potenciais.

Conforme a Tabela 3, a melhora na conversão alimentar associada ao uso da ractopamina representou uma redução de 2,5% nas emissões de CO₂-eq por tonelada de suíno produzido, no cenário cujos grãos utilizados na dieta (soja e milho) foram produzidos no sul do Brasil e 2,7% num cenário que considerava soja produzida no centro-oeste e milho produzido no sul do Brasil. Esta mitigação de impacto ambiental associada ao uso de ractopamina também foi observada na simulação dos impactos de eutrofização e acidificação, com redução de 2,7% na emissão de PO₄-eq e de 2,4% na emissão de SO₂-eq por tonelada de suíno produzido.

Em um estudo anterior que considerou o cenário norte-americano de produção, a retirada da ractopamina refletiu numa menor eficiência dos animais, acarretando um maior tempo de permanência na granja, aumentando em até 6,5% o potencial de mudança climática e 7,2% da água utilizada na fase de produção (BANDEKAR *et al.*, 2019). Desta forma é preciso considerar que práticas de alimentação e manejo, que estejam associadas a melhorias na conversão alimentar, podem ser estratégias para mitigação do impacto ambiental,

visto que reduzem os recursos necessários para que uma mesma quantidade de produto final seja obtida.

Tabela 3. Potencial do impacto ambiental de suínos de terminação (1t) em diferentes cenários de produção

	Programa de Alimentação	
	Com Ractopamina	Sem Ractopamina
SO-SO cenário¹		
Mudança Climática, kg CO ₂ -eq	1840	1886
Eutrofização, kg PO ₄ -eq	13,1	13,5
Acidificação, kg SO ₂ -eq	32,2	33,0
CW-SO cenário²		
Mudança Climática, kg CO ₂ -eq	2160	2220
Eutrofização, kg PO ₄ -eq	13,0	13,4
Acidificação, kg SO ₂ -eq	33,8	34,6

¹ SO-SO cenário: soja e milho produzidos no sul do Brasil

² CW-SO cenário: soja produzida no centro-oeste do Brasil e milho produzido no sul do Brasil

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição de ractopamina em dietas para suínos em terminação melhora o desempenho dos animais e reduz o impacto potencial de aquecimento global, eutrofização e acidificação associada com a produção. Portanto, mesmo que seu uso seja polêmico, há vantagens na adoção de estratégias como a administração de RAC, para uma produção animal mais eficiente, reduzindo os recursos necessários para se alcançar uma mesma quantidade de produto final (carne suína).

REFERÊNCIAS

1. AALHUS, J. L. et al. The effect of ractopamine on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality. **Meat Science**, [S. l.], v. 31, n. 4, p. 397-409, 1992.
2. ALMEIDA, V. V. et al. Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 9, p. 1969-1977, 2010.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (Brasil). **Relatório Anual**. [S. l.], 2020. 160 p.
4. BANDEKAR, P. A. et al. Life cycle assessment of alternative swine management practices. **Journal of Animal Science**, [S. l.], v. 97, n. 1, p. 472-484, 2019.
5. BARK, L. J. et al. Influence of genetic capacity for lean tissue growth on rate and efficiency of tissue accretion in pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3391-3400, 1992.
6. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. Disponível em:

7. <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=133040692>> Acesso em: 18 fev. 2021.
8. CANTARELLI, V. S. et al. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 844-851, 2009.
9. CHEN, Y. et al. Identification of buctopamine and mebuctopamine, a β_2 receptor agonist and its metabolite, in swine hair and feed additives. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 65, n. 19, p. 3965-3974, 2017.
10. IBGE. **Indicadores IBGE**: Estatística da produção pecuária, 2018. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=72380&view=detalhes>>. Acesso em: 18 fev. 2021
11. LOVATTO, P. A. et al. Meta-análise em pesquisas científicas - enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 285-294, 2007.
12. MARINHO, P. C. et al. Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 6, p. 1791-1798, 2007.
13. MCGRAW, D. W.; LIGGETT, S. B. Molecular mechanisms of β_2 -adrenergic receptor function and regulation. **Proceedings of The American Thoracic Society**. [S. l.], v. 2, n. 4, p. 292-296, 2005.
14. MERSMANN, H. J. Overview of the effects of beta-adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 160-172, 1998.
15. MIYADA, V. S. Fatores que influenciam as exigências nutricionais dos suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996. p. 435-446.
16. MOODY, D. E.; HANCOCK, D. L.; ANDERSON, D. B. Phenethanolamine repartitioning agents. In: MELLO, J. P. F. D. (Ed.). **Farm animal metabolism and nutrition**. New York: CAB, 2000. cap. 4, p. 65-95.
17. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nonnutritive feed additives. In: _____. 11th ed. Washington, DC: National Academy Press, 2012. cap. 10, p. 165-176.
18. NETO, J. P. Considerações gerais sobre o uso de agentes que alteram a produção animal. In: SPINOSA, H.S.; GORNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. cap. 48, p. 561-569.
19. NETO, J. P. Agonistas de receptores β_2 -adrenérgicos e produção animal. In: SPINOSA, H.S.; GORNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. cap. 50, p. 545-557.
20. ROSSI, C. A. R. et al. Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo ractopamina e extratos cítricos: desempenho e características de carcaça. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2343-2349, 2010.

21. SCHINCKEL, A. P. et al. Efeitos da ractopamina sobre o crescimento, a composição da carcaça e a qualidade dos suínos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. p. 324-335.
22. SCHLINDWEIN, M. M.; KASSOUF, A. L. Análise da influência de alguns fatores socioeconômicos e demográficos no consumo de carnes no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 549-572, 2006.
23. SEE, M.T.; ARMSTRONG, T. A.; WELDON, W. C. Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 2474-2480, 2004.
24. SILVA, C. A. Aditivos, promotores de crescimento e repartidores de nutrientes. In: _____. **Produção de Suínos: Teoria e Prática**. Brasília, DF: Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS), 2014. Cap. 16. p. 707-726.
25. SPINOSA, H.S; GÓRNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2002. 752 p.
26. THOMPSON, C. S. et al. Effective monitoring for ractopamine residues in samples of animal origin by SPR biosensor and mass spectrometry. **Analytica Chimica Acta**, [S. L.], v. 608, n. 2, p. 217-225, 2008.
27. VEDOVATTO, M. et al. Agonistas beta-adrenérgicos como aditivo para bovinos de corte. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 71, n. 4, p. 396-406, 2014.
28. WATANABE, P.H. et al. Qualidade da carne de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 5, p. 1381-1388, 2012.
29. ZEN, S. et al. **Embargo Russo à Carne Brasileira Preocupa, Mas Nem Tanto**. 2017. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniaao-cepea/embargo-russo-a-carne-brasileira-preocupa-mas-nem-tanto.aspx>> Acesso em: 22 fev. 2021.

“ Valina na nutrição avícola

- ▮ Thuani Venâncio da Silva **Pereira**
- ▮ Emanuele **Brusamarelo**
- ▮ Christiane Silva **Souza**
- ▮ Alisson Verbenes **Alves**
- ▮ Gerusa da Silva Salles **Corrêa**

RESUMO

A avicultura passou por inúmeras modificações nos últimos anos, sendo verificadas melhorias contínuas nas áreas de manejo, nutrição, genética, sanidade, instalações e tecnologias. Dentre tais área, destaca-se a nutrição, que desempenha importante papel para a obtenção de bons resultados produtivos e econômicos da atividade. A fabricação de aminoácidos sintéticos em larga escala pela indústria, acessíveis economicamente, tem possibilitado a aplicabilidade do conceito de proteína ideal na elaboração de rações pelas granjas avícolas, que consiste na redução dos níveis de proteína bruta das dietas, e conseqüentemente das quantidades de farelo de soja e outras fontes proteicas usadas. Nesse contexto, tem-se a valina, considerada como o quarto aminoácido limitante, pertencente aos aminoácidos de cadeia ramificada junto com a leucina e a isoleucina, que desempenham funções essenciais e direcionadas para a deposição proteica corporal, empenamento e crescimento das aves. Ao reduzir o conteúdo proteico nas dietas também se faz possível diminuir os custos de alimentação, melhorar o desempenho das aves e a qualidade da cama, além de redução na quantidade de amônia nas instalações, em função da menor excreção de nitrogênio pelas aves. Por outro lado, a redução de proteína bruta pode fazer com que outros aminoácidos, como os de cadeia ramificada, que são geralmente supridos por dietas com excesso de proteína bruta tornem-se limitantes para o desempenho das aves.

Palavras-chave: Aminoácido de Cadeia Ramificada, Desempenho, Exigência, Frango, Proteína Ideal.

INTRODUÇÃO

Dos nutrientes encontrados na ração, a proteína constitui o mais oneroso, sendo, ainda, fundamental para um bom desempenho dos animais (CALDERANO; MAIA, 2017; MARTINS; ASSUNÇÃO, 2018). A sua eficiência de utilização está dependente da quantidade, da composição e da digestibilidade de seus aminoácidos. A composição ou perfil aminoacídico da proteína bruta (PB) é mais importante do que a quantidade propriamente dita, uma vez que as aves não apresentam exigências em PB e sim para cada um dos aminoácidos essenciais que compõe a proteína dietética, além de necessitarem de um excedente de nitrogênio amino suficiente para a biossíntese de aminoácidos não essenciais (PERAZZO COSTA et al., 2014; BAIÃO et al., 2018).

Diferente das plantas, os animais não são capazes de sintetizar todos os aminoácidos que necessitam, a partir de intermediários metabólicos, devendo ser obrigatoriamente fornecidos via dietas, seja pelas matérias-primas como o milho e o farelo de soja ou pela suplementação com aminoácidos industriais. Dentre os aminoácidos considerados limitantes na nutrição de aves, produzidos em larga escala e comumente usados em granjas, têm-se a lisina, metionina, treonina, triptofano e valina que devem ser adicionados nas dietas para atendimento das exigências.

As dietas formuladas com base na proteína bruta resultam em conteúdo de aminoácidos acima das exigências dos animais, sendo economicamente dispendiosas, uma vez que o excesso de proteína fornecido via dieta às aves não permanece armazenado como reserva no organismo, esse excesso é catabolizado com alto custo energético (ARAÚJO et al., 2002). Além disso, o aumento na excreção de nitrogênio contribui com a poluição ambiental, principalmente em regiões onde há expressiva produção de aves. Entretanto, há necessidade de determinada quantidade de proteína bruta nas rações para assegurar reservas de nitrogênio direcionado para a síntese de aminoácidos não essenciais que são indispensáveis para as necessidades metabólicas.

Em rações a base de milho e de farelo de soja para frangos de corte, os aminoácidos metionina, lisina e treonina são considerados como o primeiro, o segundo e o terceiro aminoácidos limitantes e que já são suplementados de maneira rotineira nas rações das aves (CAMPOS et al., 2012). Segundo Perazzo Costa et al. (2014), a valina é o quarto aminoácido limitante, seguido da isoleucina, arginina e triptofano. No entanto, ainda, conforme os autores, em formulações em que se utilizam ingredientes de origem animal, como nas fases de crescimento e de terminação, pode ocorrer alternância na ordem de limitância dos aminoácidos, com a isoleucina ocupando agora o quarto lugar, seguido da valina, arginina e triptofano.

A partir da produção em larga escala pelas indústrias, o uso de aminoácidos para formulações de rações tem-se intensificado. Dessa forma, estratégias nutricionais vêm sendo

empregadas, como a utilização de dietas elaboradas com base no conceito de proteína ideal. Segundo Caetano et al. (2015), com a suplementação de aminoácidos industriais, consegue-se diminuir os teores de proteína bruta e, conseqüentemente, reduzir custos de formulação, principalmente com a menor inclusão de farelo de soja.

Como forma de substituição ao sistema de formulações por meio de proteína bruta ou aminoácidos totais, surgiu o conceito de proteína ideal. Para Emmert e Baker (1997), proteína ideal pode ser definida como o balanço exato de aminoácidos essenciais na dieta, sem excesso ou deficiência, que satisfaça exatamente a exigência do animal, para a manutenção e o máximo desempenho proteico.

No entanto, a progressiva redução de proteína bruta pode ocasionar uma situação em que outros aminoácidos, como treonina e, em particular, os aminoácidos de cadeia ramificada (isoleucina, leucina e valina), que são geralmente supridos por dietas com excesso de proteína bruta, tornem-se limitantes para o desempenho (PEGANOVA; EDER, 2002). Portanto, deve-se fornecer níveis mínimos de outros aminoácidos limitantes, como a valina, em dietas de aves.

Nesse contexto, com a presente revisão de literatura objetivou-se apresentar considerações sobre a importância da valina em dietas para aves de produção. O presente estudo apresentou-se como descritivo (Prodanov; Freitas, 2013), sendo realizada pesquisa bibliográfica (ZAMBELLO et al., 2018) acerca do uso do aminoácido de cadeia ramificada valina na nutrição avícola. Os trabalhos científicos utilizados nesta revisão foram retirados de diferentes bases de dados: Capes, Elsevier, Google Scholar, Pubmed, Scielo, Science Direct e Scopus.

AMINOÁCIDOS NA NUTRIÇÃO AVÍCOLA

Para Pires et al. (2006), as proteínas são moléculas essenciais aos organismos animais, devendo, portanto, estar presentes na alimentação em quantidades adequadas. Além do aspecto quantitativo deve-se considerar também o qualitativo, isto é, seu valor nutricional, que dependerá de sua composição, digestibilidade, biodisponibilidade de aminoácidos essenciais, ausência de toxicidade e de fatores antinutricionais. As proteínas são compostas por aminoácidos unidos por meio de ligações peptídicas para formar cadeias lineares, e esses aminoácidos são moléculas formadas por um carbono ligado ao grupo carboxila, um grupo amino, um hidrogênio e um grupo variável (grupo R). Apesar de 300 diferentes aminoácidos tenham sido descritos na natureza, apenas 20 são comumente encontrados como constituintes de proteínas em mamíferos (HARVEY, 2012).

Esses aminoácidos podem ser classificados nutricionalmente como essenciais e não essenciais. Os aminoácidos essenciais não podem ser sintetizados pelos animais em velocidade

suficientes para atender as exigências e, portanto, devem ser adicionados nas dietas, a saber: arginina, lisina, histidina, leucina, isoleucina, valina, metionina, treonina, triptofano e fenilalanina. Já, os aminoácidos não essenciais: alanina, asparagina, glutamina, ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina, serina, prolina e cisteína, podem ser obtidos por meio do metabolismo de outros aminoácidos, desse modo, o alimento deve conter níveis adequados de proteína dietética para que não ocorram gastos de aminoácidos essenciais para a síntese dos não essenciais (BERTECHINI, 2012).

Alguns desses aminoácidos não essenciais, como a glicina e a prolina podem ser considerados condicionalmente essenciais, uma vez que nas aves a síntese de prolina a partir da arginina é limitada devido à baixa atividade da arginase, e a síntese de prolina a partir do glutamato e da glutamina não pode ocorrer devido à falta da enzima pirrolina-5-carboxilato sintase. Para a glicina, a síntese é muito inferior a taxa de utilização pelas aves e suínos jovens, necessitando de glicina na dieta para o máximo crescimento (HOU; WU, 2018).

Segundo Araújo et al. (2002), a proteína fornecida às aves, diferente do que ocorre com os carboidratos e lipídios, o excesso não é armazenado no organismo, sendo catabolizado com alto custo energético, promovendo incremento calórico desnecessário, podendo comprometer o desempenho das aves. Além disso, há sobrecarga hepática e renal, pois, os mesmos são desaminados até ácido úrico, elevando os níveis desse composto no sangue. No entanto, em caso de deficiência energética, os aminoácidos poderão ser desaminados e o esqueleto carbônico entrar no metabolismo energético para a produção de adenosina trifosfato (ATP) (BERTECHINI, 2012).

Em caso de deficiência aminoacídica, a oxidação de outros aminoácidos na dieta aumenta progressivamente, isso porque o fornecimento deficiente desses aminoácidos essenciais limita a utilização de outros aminoácidos para a síntese proteica, principalmente no músculo esquelético, e, portanto, todos os aminoácidos em excesso são degradados. Alguns dos sintomas dessa deficiência consistem no baixo apetite, na redução da absorção, do transporte e do armazenamento de nutrientes orgânicos e inorgânicos, além de síntese reduzida de neurotransmissores, irritabilidade, transporte reduzido de oxigênio e retardo no crescimento (HOU; WU, 2018).

De acordo com Silva (2007), no balanço aminoacídico, o excesso de determinado aminoácido essencial pode afetar o apetite e o desempenho das aves, sem, contudo, causar sintomas clínicos, ou lesões de tecidos, e normalmente pode ocorrer quando a adição do aminoácido essencial ultrapassar às exigências das aves de 2 a 4%.

Com relação as vantagens atribuídas a maximização da utilização de aminoácidos para a síntese proteica, e não como fonte de energia, tem-se a diminuição na excreção de compostos do metabolismo, e dessa forma, há redução de potenciais elementos

poluidores para o ambiente, além da redução nos custos de produção, principalmente com a nutrição, e também redução dos níveis de exigência dietética dos aminoácidos limitantes (OLIVEIRA NETO, 2013).

As exigências dos aminoácidos essenciais são baseadas em proporções ideais ou porcentagens de um aminoácido referência sendo a lisina considerada como base para o cálculo (Padrão=100). Porém, equívocos nas determinações de lisina podem comprometer o balanço ideal de aminoácidos na dieta e gerar como consequência perdas em desempenho dos animais e eficiência metabólica (COSTA; PINHEIRO; LIMA, 2015).

A lisina foi escolhida como aminoácido referência, por ser o primeiro limitante em dietas a base de milho e farelo de soja para suínos, além do maior número de trabalhos publicados referentes à sua digestibilidade em aves, e ainda, suas análises serem menos dispendiosa que a metionina e a cistina, além disso, diferente de vários aminoácidos, a lisina absorvida é utilizada principalmente para a síntese proteica (JORDÃO FILHO et al., 2006).

Como complemento, a lisina é considerada para aves o segundo aminoácido essencial, porque os animais, diferente dos vegetais, não possuem as vias metabólicas para sintetizar lisina. Em razão, dessa não síntese endógena de lisina, precisa-se obrigatoriamente atender à exigência do animal por meio do seu fornecimento nas rações (HAESE et al., 2012).

Valina e o metabolismo de aminoácidos de cadeia ramificada

Os aminoácidos de cadeia ramificada, conhecidos como BCAA do inglês branched chain amino acids, nomeadamente valina, isoleucina e leucina, são aminoácidos essenciais com cadeias laterais hidrofóbicas, que desempenham papéis cruciais na determinação das estruturas das proteínas globulares bem como a interação dos domínios transmembranares das proteínas membranosas com bicamadas de fosfolípidos (BROSNAN; BROSNAN, 2006).

As diferenças no grupo da cadeia lateral ou grupo R dos aminoácidos conferem a cada um dos mais de 20 aminoácidos suas características únicas. No caso da leucina, isoleucina e valina, essas cadeias laterais são classificadas como alifáticas, que são compostos orgânicos formados por átomos de hidrogênio e de carbono e não possuem anel benzênico (COLE, 2015), além disso, assemelham-se entre si em estrutura e função, além de compartilharem os sistemas comuns de transporte por meio das membranas celulares e utilizarem as mesmas enzimas de degradação (NELSON; COX, 2011).

A valina é considerada o quinto aminoácido limitante para frangos de corte, em dietas a base de milho e de farelo de soja, e sua limitação fica mais evidente em aves com idades mais elevadas, quando a proteína dietética diminui e aumenta-se a contribuição do milho como fonte energética nas

rações (CORZO; MORAN JR; HOEHLER, 2004). Uma vez que a composição aminocídica do milho tem como limitantes os aminoácidos valina e isoleucina (PIRES et al., 2006), encontrados em concentrações menores que a leucina tanto no milho como no farelo de soja, de forma que o efeito antagônico da leucina com os outros BCAA pode ser mais significativo para aves alimentadas com dietas de baixa proteína (OSPINA-ROJAS et al., 2020).

A L-valina (ácido (2S)-2-Amino-3-metilbutanóico), deixou de ser considerada um aminoácido *food*, em que era produzida em menor escala, somente para atender a alimentação humana, para ser considerada um alimento *feed grade*, fabricado em maior escala (AJINOMOTO, 2010), possibilitando dessa maneira a sua utilização na nutrição avícola.

Com o avanço da biotecnologia aplicada à nutrição animal, os aminoácidos industriais passaram a ser facilmente encontrados comercialmente. Isso possibilitou utilizar os L-aminoácidos disponíveis no mercado, principalmente os limitantes (lisina, metionina, treonina, triptofano e valina) nas formulações com base na proteína ideal, para atender as exigências de frangos de corte para manutenção e produção (BRASIL et al., 2018; MARTINS; ASSUNÇÃO, 2018).

As exigências nutricionais em aminoácidos para aves podem ser influenciadas por diversos fatores como a idade das aves, o sexo, a linhagem, a temperatura, a sanidade e os manejos adotados. Rostagno et al. (2017) evidenciaram que as necessidades dietéticas de proteínas diminuem com o aumento da idade das aves, para frangos de corte machos de desempenho regular-médio, as exigências de valina digestível para as fases 1-7; 8-21; 22-33 e 34-42 dias de idade são respectivamente de 10,06; 9,67; 8,65 e 7,81 g/kg ração, enquanto que para as fêmeas, os níveis de valina digestível são de 9,24; 8,73; 7,95 e 6,90 g/kg ração.

Considerando as questões fisiológicas têm-se que as exigências nutricionais para frangos de corte machos e de fêmeas são diferentes, para Brumano (2008), a criação separada dos frangos por sexo visa melhorar a nutrição dos animais e diminuir os gastos com as dietas, já que possuem exigências nutricionais distintas. Ainda segundo o autor, o mesmo ocorre com as linhagens modernas, que necessitam de aporte maior de aminoácidos para melhor expressão de ganhos genéticos, uma vez que o genótipo não só afeta a capacidade de deposição, mas também tem influência na eficiência de deposição de aminoácidos. Durante a fase de aceleração de crescimento que nas aves acontece até o 35º dia de idade, há um aumento maior no ganho de massa corporal e após o 45º dia ocorre a desaceleração (BORGES, 2011). No entanto, fêmeas diminuem a taxa de crescimento mais cedo que o macho, uma vez que a inflexão da curva de crescimento ocorre por volta dos 35 dias de idade, enquanto dos machos somente aos 45 dias (MARCATO et al., 2010).

O conhecimento da exigência animal focado numa eficiente conversão de proteína dietética em proteína muscular, é imprescindível para a produção de carne de frango

com alto rendimento de carcaça e de cortes comerciais. Com relação ao sexo, os machos apresentam melhor rendimento de carcaça e maior ganho de peso diário, provavelmente por apresentarem maior número de fibras musculares que as fêmeas no mesmo músculo (STRINGHINI, et al., 2006).

No caso das fibras musculares, após o nascimento, o número de fibras permanece constante e o crescimento da massa muscular se dá devido a hipertrofia dessas fibras, resultante principalmente da maior deposição de actina e miosina, que são proteínas miofibrilares (ASHMORE; TOMPKINS; DOERR, 1972), e que são proteínas compostas de aproximadamente 18% de BCAA, que inclui a leucina, a isoleucina e a valina (SHIMOMURA et al., 2006).

Os aminoácidos de cadeia ramificada possuem um importante papel na síntese proteica muscular e nos tipos de fibras musculares (brancas e vermelhas), minimizando a quebra das mesmas, ajudando no ganho de massa muscular (SHIMOMURA et al., 2006). Nos frangos de corte, as miofibras brancas formam predominantemente a musculatura do peito, enquanto que os músculos vermelhos da coxa e sobrecoxa são formados por miofibras brancas, vermelhas e intermediárias (GONZALES; SARTORI, 2002). Desse modo, a suplementação com esses aminoácidos pode influenciar o diâmetro dessas fibras musculares.

Os aminoácidos de cadeia ramificada também estão ligados ao empenamento das aves e o desbalanço nas rações podem ocasionar o crescimento de penas de formato côncavo anormal que se dobram para fora do corpo da ave (FERREIRA et al., 2016). Neste caso, ocorre a descaracterização da estrutura das bárbulas e barbículas, e o mau empenamento pode associar-se a redução de massa corporal das aves além de pior conversão alimentar (DUARTE et al., 2014). Dentre os BCAAs, a valina é encontrada em alta concentração na proteína da pena, sendo possível que as aves apresentem uma exigência maior de valina para síntese de queratina para repor as perdas de penas (DE LIMA et al., 2016).

Os problemas de empenamento também estão ligados ao aumento do número de lesões cutâneas, o que acarreta prejuízos na linha de abate, devido a lacerações de carcaças (FERREIRA et al., 2016); além de influenciar o desempenho zootécnico das aves, pois as penas participam dos processos de termorregulação (GARCIA et al., 2002).

Corzo, Dozier III e Kidd (2008) estimaram níveis de valina digestível de 10,0 g/kg e 9,9 g/kg ração para maximização do ganho de peso e da conversão alimentar de frangos de corte machos (Ross®), na fase de um a 14 dias de idade das aves. Em outro estudo, com frangos de corte machos (Ross® × Ross TP-16®) e inclusões crescentes de valina, até o nível máximo de 1,30 kg/tonelada, Corzo et al. (2011) observaram efeito negativo na conversão alimentar a partir do nível de 0,78 kg/tonelada.

Nascimento et al. (2016) e Ferreira et al. (2016), ao avaliarem frangos de corte (Cobb 500® ou 700®) na fase de crescimento determinaram níveis de valina digestível de 8,0; 8,5;

7,83 e 9,05 g/kg ração para melhor conversão alimentar dos animais. Os resultados dos diferentes estudos denotaram que há discrepância nas estimativas dos níveis de valina digestível e aumento da exigência no decorrer dos anos, e que isto pode ser devido, principalmente, à rápida taxa de crescimento dos frangos de corte da atualidade. Segundo de Lima et al. (2016), em ensaios de balanço de nitrogênio, com galos (Cobb®), o requisito de manutenção determinado para valina foi de 41 mg/kg peso corporal.

As aves são sensíveis ao desequilíbrio na dieta, uma vez que o aminoácido que está em menor nível torna-se limitante, pode ocorrer depressão na ingestão de alimento, e que pode ser corrigido pela suplementação com o aminoácido que está limitante. A maioria dos desequilíbrios se manifesta no nível de transporte por meio de mecanismos competitivos (D'MELLO, 2003). Como exemplo, cita-se o antagonismo entre os aminoácidos de cadeia ramificada.

Segundo Harper, Miller e Block (1984), em estudos com ratos verificou-se que maior concentração de leucina na dieta aumentou a oxidação dos cetoácidos oriundos da valina e da isoleucina, o que pode deprimir as concentrações desses dois aminoácidos no sangue e músculo.

Embora parte do catabolismo dos aminoácidos ocorra no fígado, os aminoácidos ramificados são oxidados como combustível principalmente pelos tecidos muscular, uma vez que as aminotransferases para esses aminoácidos possui baixa atividade no fígado e alta no músculo (HARPER; MILLER; BLOCK, 1984; NELSON; COX, 2011). Assim, apesar do fígado não poder catabolizar os BCAAs de forma direta este possui um sistema ativo para a degradação dos cetoácidos de cadeia ramificada provenientes destes aminoácidos (SHIMOMURA et al., 2006).

No catabolismo da leucina, da isoleucina e da valina, os primeiros passos são comuns aos três aminoácidos e que envolve a aminotransferase de cadeia ramificada (BCAT). No caso, a isoforma citosólica da aminotransferase (BCATc) catalisa o único passo catabólico no metabolismo do BCAA que ocorre fora das mitocôndrias (SWEATT et al., 2004). Dessa forma, estas isoenzimas transferem o grupo α -amino de leucina, isoleucina ou valina para α -cetoglutarato desidrogenase de cadeia ramificada (BCKD) que catalisa a descarboxilação oxidativa dos cetoácidos de cadeia ramificada, em reação irreversível (BROSNAN; BROSNAN, 2006).

O passo inicial no catabolismo dos aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) é uma transaminação por aminotransferase de cadeia ramificada (BCAT) dependente de piridoxal-fosfato (vitamina B6), e que aceitam a leucina, a isoleucina e a valina como substrato, portanto tem-se a primeira reação envolvida na degradação dos BCAA (HARPER; MILLER; BLOCK, 1984; BURRAGE et al., 2014) processo no qual ocorre a transferência de um agrupamento amino do aminoácido para o α -cetoglutarato, que por sua vez é transformado em glutamato

e, então, os BCAA convertidos em seus respectivos α -cetoácidos: leucina em α -cetoisocaproico (KIC), isoleucina em α -ceto- β -metilvalerato (KMV) e valina em α -cetoisovalerato (KIV) (BURRAGE et al., 2014). Simultaneamente, a reação catalisada pela BCAT, acarreta na conversão do α -cetoglutarato em glutamato, e a partir deste aminoácido pode ocorrer a síntese de outros aminoácidos, como a alanina e a glutamina. Dessa forma, para tecidos que necessitam de glutamato e outros aminoácidos, ocorre uma transferência de nitrogênio pelo processo de transaminação dos aminoácidos (HARRIS; JOSHI; JEOUNG, 2004).

A segunda etapa ocorre mediada pelo complexo multi-enzimático desidrogenase de cetoácido de cadeia ramificada (BCKDH), que possui três subunidades (E1, E2, E3), regulada pela interconversão entre a forma fosforilada e desfosforilada (WILTAFSKY; PFAFEL; ROTH, 2010). Localizado na superfície interna da membrana mitocondrial, local em que ocorre a descarboxilação oxidativa dos cetoácidos de cadeia ramificada (KIC, KMV e KIV) para formar respectivamente isovaleril-CoA, 3-metilbutiril-CoA e isobutiril-CoA. Os produtos finais do catabolismo da isoleucina são propionil-CoA e acetil-CoA, portanto, é tanto glicogênico quanto cetogênico, a leucina produz acetoacetato e acetil-CoA, considerada cetogênica e a valina produz succinil-CoA e portanto, glicogênico (HARPER; MILLER; BLOCK, 1984). Assim, a suplementação de leucina e valina podem afetar as concentrações séricas de triglicerídeos, corpos cetônicos, ácido úrico e glicose no sangue (OSPINA-ROJAS et al., 2017).

Antagonismo de aminoácidos de cadeia ramificada

Conceitualmente, o antagonismo caracteriza-se pela interação entre aminoácidos de estrutura semelhantes, que resultam em efeitos adversos. De modo que competem pelo mesmo sítio de absorção na borda em escova das células intestinais e o excesso de um pode aumentar e/ou reduzir a atividade de enzimas específicas do metabolismo dos aminoácidos (SILVA, 2007).

A ingestão elevada de leucina, em dietas com baixa proteína, por animais ou humanos, deprimem a concentração de valina e isoleucina no sangue e nos músculos, sendo que essas alterações foram verificadas, em estudos primeiramente com ratos, pelo aumento da oxidação da isoleucina e da valina, em que, o excesso de leucina causou depressão severa no crescimento dos ratos, que só foi revertido com a adição suplementar de isoleucina e valina (HARPER; MILLER; BLOCK, 1984).

A interação entre os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) incluem seu catabolismo, por competirem pelas mesmas enzimas que catalisam as duas primeiras etapas. O catabolismo é iniciado por uma reação de transaminação reversível, catalisada pelas transaminases de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAT), produzindo α -cetoácido de cadeia ramificada (BCKA), que passam, na segunda etapa, por uma reação de descarboxilação oxidativa, por

um complexo enzimático da desidrogenase dos α -cetoácido de cadeia ramificada (BCKDH) para produzir compostos de acil-CoA, com menos carbono são degradados em uma série de reações análogas às envolvidas na oxidação de ácidos graxos (HARPER; MILLER; BLOCK, 1984; D'MELLO, 2003). Esta última etapa é irreversível, altamente regulada e limitante da taxa para o catabolismo, levando a perda de BCAAs disponíveis para a síntese proteica.

O excesso de leucina na dieta pode aumentar o seu próprio catabolismo, e também de valina e isoleucina, uma vez que estimula a atividade do complexo multi-enzimático desidrogenase de cetoácido de cadeia ramificada (BCKDH), diminuindo as concentrações séricas desses aminoácidos, principalmente da valina, a medida que seu efeito antagônico de leucina é maior nesse aminoácido do que em isoleucina (WESSELS et al., 2016). Dessa maneira, faz-se necessário a suplementação de valina e de isoleucina além da adição de fenilalanina, triptofano e treonina para normalização completa do crescimento (HARPER; MILLER; BLOCK, 1984).

CNSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de aminoácidos industriais prontamente absorvíveis pelos animais, permitem elaborar planos nutricionais estratégicos para aves. Nas dietas de frangos de corte, a base de milho e de farelo de soja, a valina é indispensável para a deposição proteica corporal, empenamento e crescimento das aves. A utilização de aminoácidos para síntese proteica, e não como fonte de energia pelos animais incorre na redução de custos de produção e de exigência dietética do aminoácido limitante, além disso, pode contribuir para diminuir a excreção de produtos com potencial poluidor do metabolismo animal para o ambiente pelo melhor aproveitamento de todos os nutrientes da dieta. Desse modo, não é desejável o uso de proteína como fonte de energia devido ao alto custo energético para o organismo animal e também pelo aumento do custo com a alimentação das aves. As dietas desbalanceadas podem reduzir o ganho de massa corporal, pela limitação da síntese proteica, tendo como consequência a piora da conversão alimentar.

■ REFERÊNCIAS

1. AJINOMOTO. **L-Valina Feed Grade uma grande inovação para as indústrias de rações.** Disponível em: <http://www.lisina.com.br/upload/Folder%20Valina_2010.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2017.
2. ARAÚJO L. F.; JUNQUEIRA O. M.; ARAÚJO C. S. S.; ARTONI S. M. B.; FARIA FILHO D. E. Diferentes critérios de formulação de rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 3, p. 195-202, 2002.

3. ASHMORE, C. R.; TOMPKINS, G.; DOERR, L. Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. **Journal of Animal Science**, v. 34, n. 1, p. 37-41, 1972.
4. BAIÃO, N. C.; LARA, L. J. C.; LÚCIO, C. G. Nutrição e manejo da alimentação. MACARI, M.; GONZALES, E.; PATRÍCIO, I. S.; SHIROMA, N. N. **Produção de matrizes de frangos de corte**. Campinas-SP: FACTA, 2018. 524 p.
5. BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2012. 373 p.
6. BORGES, L. L. **Efeito de dietas contendo virginiamicina sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a morfometria intestinal de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.
7. BRASIL, R. J. M.; LIMA, C. A. R.; MACHADO, N. J. B.; CURVELLO, F. A. Exigências de lisina digestível para frangos de corte de crescimento lento. **Revista Científica de Avicultura e Suinocultura**, v. 4, n. 2, p. 040-050, 2018.
8. BROSNAN, J. T.; BROSNAN, M. E. Branched-chain amino acids: enzyme and substrate regulation. **The Journal of Nutrition**, v. 136, p. 207S-211S, 2006.
9. BRUMANO G. Fatores que influenciam as exigências de metionina+cistina para aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 6, p.749-761, 2008.
10. BURRAGE, L. C.; NAGAMANI, S. C. S.; CAMPEAU, P. M.; LEE, B. H. Branched-chain amino-acid metabolism: from rare mendelian diseases to more common disorders. **Human Molecular Genetics**, v. 23, p. 1-8, 2014.
11. CAETANO, V. C.; FARIA, D. E.; CANIATTO, A. R. M.; FILHO, D. E. F.; NAKAGI, V. S. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte de um a 46 dias alimentados com dietas contendo níveis de valina e reduzido teor proteico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 6, p. 1721-1728, 2015.
12. CALDERANO, A. A.; MAIA, R. C. **Formulação de rações para frangos de corte convencionais e caipiras**. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2017. 126 p.
13. CAMPOS, A. M. de A.; ROSTAGNO, H. S.; NOGUEIRA, E. T.; ALBINO, L. F. T.; PEREIRA, J. P. L.; MAIA, R. C. Atualização da proteína ideal para frangos de corte: Arginina, isoleucina, valina e triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 326-332, 2012.
14. COLE, J. T. Metabolism of BCAAs. In: RAJENDRAM, R.; PREEDY, V. R.; PATEL, V. B. **Branched chain amino acids in clinical nutrition**. Humana Press: New York, 2015. p. 13-24.
15. CORZO, A.; DOZIER III, W. A.; KIDD, M. T. Valine nutriente recommendations for Ross x Ross 308 broilers. **Poultry Science**, v. 87, p. 335-338, 2008.
16. CORZO, A.; DOZIER III, W. A.; MEJIA, L.; ZUMWALT, C. D.; KIDD, M. T.; TILLMAN, P. B. Nutritional feasibility of L-valine inclusion in commercial broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 20, n. 3, p. 284-290, 2011.
17. CORZO, A.; MORAN JR., E. T.; HOEHLER, D. Valine needs of male broilers from 42 to 56 days of age. **Poultry Science**, v. 83, n. 6, p. 946-951, 2004.
18. COSTA, F. G. P.; SILVA, J. H. V. da; GOULART, C. de C.; NOGUEIRA, E. T.; SÁ, L. M. Exigências de aminoácidos para aves. In: SAKOMURA, N. K. et al. (Ed.). **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2014. p. 240-261.

19. COSTA, F. G. P.; PINHEIRO, S. G.; LIMA, M. R. Exigências de aminoácidos para poedeiras. In: CONGRESSO SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2015. São Pedro-SP. **Anais ...** São Pedro: 29ª Reunião do CBNA, 2015.
20. DE LIMA, M. B.; SAKOMURA, N. K.; DORIGAM, J. C. P.; DA SILVA, E. P.; FERREIRA, N. T.; FERNANDES, J. B. K. Maintenance valine, isoleucine, and tryptophan requirements for poultry. **Poultry Science**, v. 95, n. 4, p. 842–850, 2016.
21. D'MELLO, J. P. F. Adverse effects of amino acid. p. 125-142. In: D'MELLO, J. P. F. (Ed.). **Amino acids in animal nutrition**. 2. ed. Edinburgh: CABI Publishing, 2003.
22. DUARTE, K. F.; JUNQUEIRA, O. M.; DOMINGUES, C. H. F.; FILARDI, R. S.; BORGES, L. L.; PRAES, M. F. F. M. Digestible valine requirements for broilers from 22 and 42 days old. **Acta Scientiarum Zootechny**, v. 36, n. 2, p. 151-156, 2014.
23. EMMERT, J. L. Y.; BAKER, D. H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **Applied Poultry Science**, v. 6, p. 462-470, 1997.
24. FERREIRA, N. T.; ALBUQUERQUE, R.; SAKOMURA, N. K.; DORIGAM, J. C. P.; SILVA, E. P.; BURBARELLI, M. F. C.; FERREIRA, J. G.; GOUS, R. M. The response of broilers during three periods of growth to dietary valine. **Animal Feed Science and Technology**, v. 214, p. 110- 120, 2016.
25. GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; NAAS, I. A.; MOREIRA, J.; ALMEIDA, I. C. L.; TAKITA, T. S. Efeito da densidade de criação e do sexo sobre o empenamento, incidência de lesões na carcaça e qualidade da carne de peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 1, p. 001-009, 2002.
26. GONZALES, E.; SARTORI, J. S. Crescimento e metabolismo muscular. p. 279-298. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002.
27. HAESE, D.; KILL, J. L.; HADDADE, I. R.; SARAIVA, A.; VITÓRIA, E. L.; DEL PUPPO, D.; SOUZA, E. O. Exigência de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos mantendo as relações metionina + cistina e treonina digestível na proteína ideal. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, p. 538-544, 2012.
28. HARPER, A. E.; MILLER, R. H.; BLOCK, K. P. Branched-chain amino acid metabolism. **Annual Review of Nutrition**, v. 4, p. 409-454, 1984.
29. HARRIS, R. A.; JOSHI, M.; JEOUNG, N. H. Mechanisms responsible for regulation of branched-chain amino acid catabolism. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 313, p.391-396, 2004.
30. HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. Tradução de: PORTELLA, A. K. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. Título original: Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry.
31. HOU, Y.; WU, G. Nutritionally essential amino acids. **Advances in Nutrition**, v. 9, n. 6, p. 849- 851, 2018.
32. JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; RIBEIRO, M. L. G.; COSTA, F. G. P.; RODRIGUES, P. B. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1728-1734, 2006.

33. MARCATO, S. M.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; SIQUEIRA, J. C. D.; nDOURADO, 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.
34. MARTINS, R. A.; ASSUNÇÃO, A. S. A. Importância dos aminoácidos na nutrição de frangos de corte. Revisão de Literatura. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.12, n.4, p.539- 554, 2018.
35. NASCIMENTO, G. R.; MURAKAMI, A. E.; OSPINA-ROJAS, I. C.; DIAZ-VARGAS, M.; PICOLI, K. P.; GARCIA, R. G. Digestible valine requirements in low-protein diets for broilers chicks. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 18, n. 3, p. 381-386. 2016.
36. NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 1274 p.
37. OLIVEIRA NETO, A. M. **Avaliação de fontes de metionina em rações para frangos de corte em crescimento**. 2013. 43 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
38. OSPINA-ROJAS, I. C.; POZZA, P. C.; RODRIGUEIRO, R. J. B.; GASPARINO, E.; KHATLAB, A. S.; MURAKAMI, A. E. High leucine levels affecting valine and isoleucine recommendations in low-protein diets for broiler chickens. **Poultry Science**, v. 99, n. 11, p. 5946–5959, 2020.
39. OSPINA-ROJAS, I. C.; MURAKAMI, A. E.; DUARTE, C. R. A.; NASCIMENTO, G. R.; GARCIA, E. R. M.; SAKAMOTO, M. I.; NUNES, R. V. Leucine and valine supplementation of low-protein diets for broiler chickens from 21 to 42 days of age. **Poultry Science**, v. 96, n. 4, p. 914-922, 2017.
40. PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, v. 81, p. 1714-1721, 2002.
41. PERAZZO COSTA, F. G.; SILVA, J. H. V.; GOULART, C. C.; NOGUEIRA, E. T.; SÁ, L. M. Exigências de aminoácidos para aves. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; PERAZZO COSTA, F. G.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal-SP: FUNEP, 2014. 678 p.
42. PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. de A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.
43. PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo-RS: Feevale, 2013. 276 p.
44. ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; DE OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV, 2017.
45. SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G.; SATO, J.; MURAKAMI, T.; SHIMOMURA, N.; KOBAYASHI, H.; MAWATARI, K. Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. **The Journal of Nutrition**, n. 136, p. 529-532, 2006.

46. SILVA, J. H. V. **Tabela de exigências nutricionais para codornas**: composição de alimentos e manejo produtivo. Universidade Federal da Paraíba: Departamento de Agropecuária, 2007. 200 p.
47. STRINGHINI, J. H.; ANDRADE, M. L.; ANDRADE, L.; XAVIER, S. A. G.; CAFÉ, M. B.; LEANDRO, N. S. M. Desempenho, balanço e retenção de nutrientes e biometria dos órgãos digestivos de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de proteína na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2350-2358, 2006.
48. SWEATT, A. J.; GARCIA-ESPINOSA, M. A.; WALLIN, R.; HUTSON, S. M. Branched-chain amino acids and neurotransmitter metabolism: expression of cytosolic branched-chain aminotransferase (BCATc) in the cerebellum and hippocampus. **The Journal of Comparative Neurology**, v. 477, p. 360-370, 2004.
49. WESSELS, A. G.; KLUGE, H.; HIRCHE, F.; KIOWSKI, A.; SCHUTKOWSKI, A.; CORRENT, E.; BARTELT, J.; KÖNIG, B.; STANGL, G. I. High leucine diets stimulate cerebral branched-chain amino acid degradation and modify serotonin and ketone body concentrations in a pig model. **PLoS ONE**, v. 11, n. 3, p. 1-15, 2016.
50. WILTAFSKY, M. K.; PFAFFL, M. W.; ROTH, F. X. The effects of branched-chain amino acid interactions on growth performance, blood metabolites, enzyme kinetics and transcriptomics in weaned pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 103, n. 7, p. 964-976, 2010.
51. ZAMBELLO, A.V.; SOARES, A.G.; TAUIL, C. E.; DONZELLI, C. A.; FONTANA, F.; CHOTOLLI, W. P. **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. MAZUCATO, T. (Org.). 1. ed. Petrópolis-SP: FUNEPE, 2018. 94 p.

“

Variabilidade de peso de leitões ao nascimento: efeito sobre o desempenho e características de carcaça

■ Marcos Speroni **Ceron**
UNIFENAS

■ Vladimir de **Oliveira**
UFSM

■ Bruno Neutzling **Fraga**
UNIPAMPA

■ Carlos Augusto Rigon **Rossi**
UFSM

■ Daniela Regina **Klein**
UFSM

■ Michael Silveira **Reis**
UNIFENAS

■ Carlos Eduardo **Botega**
UNIFENAS

■ Giovane **Krebs**
UFRGS

■ Alexandre de Mello **Kessler**
UFRGS

RESUMO

Matrizes hiperprolíficas aumentam a lucratividade do sistema de produção de suínos, porém podem resultar em crescimento intrauterino retardado, redução do peso médio ao nascimento e aumento da variabilidade de peso da leitegada o que aumenta a variação de peso ao abate. Além disso, a lotação uterina pode prejudicar o número e o tipo de fibras musculares e também o desenvolvimento dos órgãos dos leitões, por isso a importância de um cuidado maior com a nutrição adequada no terço final da gestação. Nesse período ocorre o maior desenvolvimento dos tecidos maternos e crescimento fetal, já que placentas com maior irrigação sanguínea são mais eficientes para disponibilizar nutrientes para os fetos e produzem leitegadas mais numerosas e homogêneas. O peso ao nascer pode afetar as características de carcaça e a qualidade da carne ao abate, leitões com baixo peso ao nascer apresentam menor deposição de proteína e maior deposição de gordura na carcaça, aumentando a espessura de toucinho e reduzindo área de olho de lombo e a porcentagem de carne magra na carcaça. Existem algumas estratégias nutricionais para melhorar o desenvolvimento intrauterino como a utilização de aditivos como arginina, carnitina e ractopanina. Dessa forma, a compreensão do crescimento uterino retardado, da eficiência placentária, capacidade uterina e a utilização de estratégias de nutrição fetal com a suplementação das porcas gestantes são fundamentais para reduzir a variabilidade de peso dos leitões ao nascimento.

Palavras-chave: Crescimento Intrauterino Retardado, Nutrição Fetal, Peso ao Nascimento, Prolificidade.

INTRODUÇÃO

A atividade suinícola é caracterizada pela busca incessante de melhores índices produtivos, os quais proporcionam maior lucro ao produtor. Dentre esses, a seleção de matrizes hiperprolíficas para atingir médias superiores a quinze leitões nascidos totais por parto. Entretanto, as consequências de um grande número de leitões nascidos, invariavelmente, são redução do peso médio ao nascimento e aumento da variabilidade de peso da leitegada (PAREDES et al., 2014; HEUB et al., 2019). Além disso, estes leitões podem apresentar crescimento inferior aos seus contemporâneos e, conseqüentemente, o aumento da variação de peso do lote ao abate (DEEN et al., 1998; DEEN e BILKEI, 2004; ALMEIDA et al., 2014).

A variação de peso esperado dos animais ao abate e dos lotes na fase de terminação pode ser caracterizada pelo baixo crescimento de alguns animais (DEEN et al., 1998). O baixo peso pode ser consequência de desafios sanitários, falhas nutricionais e de manejo aos quais os suínos são submetidos durante sua vida pós-natal bem como pré-natal (WELLOCK et al., 2003). Desse modo, os animais com baixo peso ao nascer aumentam tanto o tempo de permanência nas instalações quanto o consumo acumulado de ração, além disso, existem indícios de piora nas características e qualidade de carne no momento do abate (QUINIOU et al., 2002).

Diversos fatores intrínsecos e extrínsecos causam variabilidade no peso ao nascer dos leitões. Entre eles estão, o crescimento uterino retardado, eficiência placentária, capacidade uterina e a nutrição fetal (KNOL et al., 2002; PANZARDI et al., 2009). Assim, a compreensão das causas de variação de peso ao nascimento e seus efeitos durante o período pré e pós-natal são fundamentais para aumentar a lucratividade e a qualidade do sistema de produção de suínos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Capacidade uterina e a variabilidade de peso pós-natal

A capacidade uterina pode ser definida como o número de fetos vivos que podem ser mantidos no útero durante a gestação (VALLET et al., 2011). Dessa maneira, a capacidade uterina influencia a sobrevivência embrionária e o desenvolvimento dos fetos desde a nidação. No entanto, após o trigésimo dia de gestação, a capacidade uterina começa a interferir mais intensamente sobre o tamanho da leitegada (FORD et al., 2002). Isso, porque ocorre uma diferenciação na estrutura e na densidade da vascularização do útero que, por sua vez, torna o fornecimento de nutrientes mais desuniforme (PÈRE e ETIENNE, 2000; FORD et al., 2002).

Estudos comprovam que a lotação uterina pode prejudicar o número e o tipo de fibras musculares e também o desenvolvimento dos órgãos dos leitões (FOXCROFT e TOWN, 2004.). De maneira geral, quanto maior o tamanho da leitegada (número total de nascidos), menor será o peso ao nascer e maior será a variação de peso dos leitões (QUINIOU et al. 2002).

Desenvolvimento da placenta e o crescimento fetal

O desenvolvimento gestacional pode ser compreendido em três etapas. A fase inicial da gestação é um período crítico para a sobrevivência embrionária e para o aumento do tamanho da leitegada (PANZARDI et al., 2009). Na segunda fase da gestação, ocorre estabelecimento do número de fibras musculares nos fetos (PANZARDI et al., 2009). O terço final da gestação é o período em que ocorre o maior desenvolvimento dos tecidos maternos e crescimento fetal. Logo, a oferta de uma nutrição inadequada para as porcas, em qualquer uma das fases, pode trazer consequências para o desenvolvimento pré e pós-natal dos leitões (CAMPOS et al., 2012).

Dentre os tecidos maternos, a placenta é responsável pela troca de nutrientes, gases respiratórios e produtos metabólicos. Placentas com maior irrigação sanguínea são mais eficientes para disponibilizar nutrientes para os fetos, bem como produzem leitegadas mais numerosas e homogêneas, conforme é observado em porcas da raça Meishan (FARMER e ROBERT, 2003). A baixa eficiência placentária é a principal responsável pelo aumento na taxa de mortalidade pré-natal e do número de leitões nascidos com baixo peso. Quanto maior a eficiência placentária, menor é o peso de placenta necessário para uma boa troca de nutrientes entre a mãe e o feto o que diminui as limitações de crescimento fetal advindas da capacidade uterina (VALLET et al., 2011).

Nutrição fetal e a variabilidade de peso pós-natal

Estudos comprovam que a nutrição materna durante a gestação influencia o peso ao nascimento dos leitões (ALMEIDA, 2009) e que leitões de baixo peso apresentam menor número de fibras musculares secundárias (GONDRET et al., 2005). As fibras musculares têm seu desenvolvimento iniciado no período pré-natal e a sua formação é caracterizada por dois principais eventos: a proliferação dos mioblastos para aumento do número de células e a formação das células multinucleadas, denominadas fibras musculares (FOXCROFT et al., 2006).

O número de fibras primárias é resistente à influência ambiental, mas o número de fibras secundárias é suscetível a diversos fatores, incluindo a nutrição (DWYER e STICKLAND, 1994). Estudos de efeitos nutricionais maternos sobre o crescimento fetal normalmente enfatizam o terço final da gestação como o período em que ocorre intenso crescimento fetal.

Contudo, recentemente as fases iniciais da gestação também recebem atenção, uma vez que coincidem com a organogênese fetal e a hiperplasia das fibras musculares (ROBINSON et al., 1999). Assim, embora as exigências nutricionais, em termos absolutos, sejam pequenas, a atividade metabólica fetal e a taxa de crescimento específica são altas.

Existem evidências de que pequenas alterações no fornecimento de nutrientes durante períodos críticos dos embriões e fetos podem impactar o seu desenvolvimento e crescimento e, em decorrência, afetar a sobrevivência neonatal e o desempenho pós-natal (GONDRET et al., 2006). A nutrição fetal também influencia na variabilidade de peso e nas características de carcaça dos suínos na fase de terminação. Em um estudo realizado por Gondret et al. (2006), foi observado que suínos mais leves ao nascer possuem maior teor de gordura muscular ao abate, maior espessura de toucinho e menor massa muscular em relação aos suínos mais pesados ao nascimento, além de apresentar carne mais dura na análise sensorial, maior perda de água por gotejamento e rápida queda de pH pós-morte, fatores conhecidos por afetar a qualidade da carne.

O peso ao nascer afeta de forma irreversível a deposição de gordura e de proteína e a qualidade da carne do suíno (GONDRET et al., 2005), bem como influencia na variabilidade de peso nos animais ao abate. O que torna o conhecimento dos efeitos do peso ao nascer durante o período pós-natal de grande interesse para indústria.

Crescimento Intrauterino Retardado

O Crescimento Intrauterino Retardado (CIUR) é definido como a redução no crescimento e desenvolvimento de embriões e fetos (WU et al., 2006). Este pode ser determinado quando os leitões pesarem menos de dois desvios padrões da média de peso ao nascer da leitegada (WU et al., 2006). A principal causa da ocorrência de leitões com CIUR é devido a porcas hiperprolíficas (VALLET et al., 2011), constante nas granjas brasileiras, o que acarreta maiores taxas de mortalidade e redução no desempenho dos lactentes. Wu et al. (2006) apontaram como causa de surgimento do CIUR a nutrição materna, ingestão de substâncias tóxicas, distúrbios nos mecanismos homeostáticos, estresse térmico, entre outros.

Efeito do peso ao nascer do leitão na fase de lactação

O baixo peso ao nascer é responsável por causar grandes prejuízos em unidades produtoras de leitão (ŠKORPUT et al. 2018). Leitões com peso ao nascer acima de 1 kg apresentam taxa de natimortalidade inferior a 7% dos totais nascidos. Em contrapartida, para leitões classificados entre 0,8 e 0,9 kg, a taxa eleva-se para 11 e 24%, respectivamente (QUINIOU et al. 2002).

Leitões com baixo peso ao nascer também, apresentam maiores chances de morrer durante as primeiras 72 horas de vida, em comparação aos leitões com peso vivo superior a 1 kg (FURTADO et al., 2012). A taxa de sobrevivência ao desmame para leitões pesados (> 1kg) é de 85%, para os leitões leves (peso vivo entre 0,6 a 0,8 kg) é de 48% e para leitões com peso inferior a 0,6 kg a taxa de sobrevivência cai drasticamente 15% (QUINIOU et al. 2002).

A mortalidade dos leitões leves durante a fase de lactação está associada principalmente a menor capacidade de ingestão de colostro bem como a maior susceptibilidade a morte por esmagamento e ao estresse térmico. Os leitões leves possuem menor nível de energia corporal e, por consequência, maior sensibilidade ao frio, maior dificuldade para acessar as tetas que produzem mais leite e maior tempo para realizar a primeira mamada (LAY JR, et al., 2008). Assim, leitões não afetados por CIUR ingerem maior volume de colostro nas primeiras 24 horas de vida o que impacta na maior sobrevivência e maior ganho de peso (DEVILLERS et al., 2007).

Leitões leves também apresentam menor peso ao desmame, em comparação aos leitões médios pesados ao nascimento. Em uma meta-análise realizada por Lanferdini et al. 2018, foi observado que os leitões leves, em comparação aos médios e pesados, apresentaram redução no peso ao desmame de 1 e 1,7 kg, respectivamente.

O melhor desempenho dos leitões mais pesados pode ser explicado por sua maior capacidade de estimular a glândula mamária o que garante maior fluxo de leite e de ingestão de nutrientes (BÉRARD et al., 2010b). Em contrapartida, o crescimento pós-natal dos leitões leves é restringido pelo seu menor número de fibras musculares (GONDRET et al., 2006; BÉRARD et al., 2010a).

O peso dos órgãos é outro fator que não pode ser negligenciado para explicar o menor desempenho dos leitões leves em relação aos pesados. Leitões com CIUR apresentam órgãos menores e maiores disfunções do trato gastrointestinal. Leitões leves apresentam menor peso de órgãos vitais no processo de digestão e metabolismo de nutrientes, como intestino delgado, fígado e rins (LANFERDINI et al., 2018). Acredita-se que o menor desenvolvimento gastrointestinal prejudique os processos de digestão e absorção de nutrientes o que compromete o crescimento dos leitões leves.

Efeito do peso ao nascer do leitão na fase de creche

A fase de creche ou fase pós-desmame é um período crítico para o desenvolvimento dos leitões em função do estresse fisiológico, nutricional e queda da imunidade (HEO et al., 2013). O peso ao nascer exerce grande influência no peso ao desmame dos leitões. De forma geral, os leitões mais pesados ao desmame apresentam maior ganho de

peso e são menos susceptíveis a distúrbios digestórios e a diarreia durante a fase de creche (ALVARENGA, 2011).

A imaturidade fisiológica do intestino delgado dos leitões com baixo peso ao nascer pode aumentar os riscos de desenvolvimento de doenças intestinais e limitar a capacidade digestiva (MORISE et al., 2008; ALVARENGA, 2011). Wang et al. (2010), observou que a eficiência de utilização de nutrientes é reduzida em leitões com CIUR, afetando seu desempenho subsequente.

O peso ao desmame também é um importante parâmetro de predição para o desempenho de saída de creche, pois há uma grande correlação entre o peso ao desmame e o peso de saída de creche. Em um estudo realizado por Lanferdini et al. (2018), foi observado que leitões com baixo peso ao nascer são 4,1 kg mais leves ao final da creche em relação aos leitões considerados pesados ao nascimento.

Leitões com baixo peso ao nascer apresentam menor consumo acumulado de ração durante a fase de creche (BRUININX et al. 2001). Isto porque o peso dos animais influencia no consumo de ração e, portanto, os animais pesados apresentam maior consumo de ração que os animais leves (HYUN et al. 1998). Tal fato pode ser agravado pela questão de hierarquia social, uma vez que os animais leves dificilmente serão os dominantes na baia, o que prejudica o seu consumo de ração e desempenho (BOLHUIS et al., 2005).

Bruininx et al. (2001), avaliaram que os suínos nascidos pesados apresentaram menor número de visitas e maior consumo de ração por visita ao comedouro na fase de creche. A diferença no comportamento ingestivo está associado à menor capacidade ingestiva dos leitões leves em relação às demais categorias (NYACHOTI et al., 2004). O peso ao nascer gera um impacto importante sobre as características econômicas da produção, motivo pelo qual a viabilidade de manter leitões de baixo peso ao nascer no sistema de produção é uma questão a ser estudada (ALMEIDA et al., 2014).

Efeito do peso ao nascer do leitão sobre as fases de crescimento e terminação

As fases de crescimento e terminação compreendem o período dos 25-35 kg dos leitões até o peso de abate do suíno terminado (100 a 130 kg). Estas fases possuem a maior parte dos custos com a alimentação dos animais e, por consequência, muitas estratégias para reduzir a idade de abate e aumentar a eficiência alimentar (TALAMINI et al., 2006).

Conforme Gondret et al. (2006), os leitões com baixo peso ao nascer necessitam mais 12 dias de alojamento para atingir o peso de abate dos leitões nascidos pesados. No entanto, isto não representa a mesma qualidade de carcaça porque existe variação sobre a deposição dos tecidos corporais para as diferentes categorias de peso ao nascer.

Segundo Pardo (2013) e Lanferdini et al. (2018), os dados na literatura sobre o impacto do peso ao nascer nas características de carcaça e qualidade da carne são bastante inconsistentes, talvez devido as condições experimentais (nutrição e ambiente) distintas. Por exemplo, já foram observadas carcaças com maior deposição de gordura para suínos com baixo peso ao nascer alojados de forma individual e alimentados de forma *ad libitum* (GONDRET, et al., 2006). Em contrapartida, não foram observadas alterações nas características na carcaça de suínos com baixo peso ao nascer alojados em grupo e com alimentação restrita (GONDRET, et al., 2005).

Na literatura, apesar das inconsistências observados, uma série de estudos apontam a influência entre o peso ao nascer com as características de carcaça e a qualidade da carne ao abate. Sabe-se que leitões com baixo peso ao nascer possuem menor deposição de proteína e maior deposição de gordura na carcaça (CERON, 2018). Portanto, estes animais apresentam maior espessura de toucinho, menor área de olho de lombo e menor porcentagem de carne magra na carcaça, o que prejudica o valor comercial da carcaça (HEYER, et al., 2004). Talvez, isso possa ser explicado pelo menor número de fibras musculares e menor diâmetro de adipócitos em consequência da má nutrição fetal e desenvolvimento muscular pós-natal (GONDRET et al., 2006; REHFELDT e KUHN, 2006; WANG et al., 2017).

Existem evidências de que o peso ao nascer também influencia alguns parâmetros de qualidade da carne em suínos (BÉRARD, et al., 2010b). Foi observado através de análise sensorial que suínos leves apresentam carne menos macia em comparação aos suínos nascidos pesados. O maior diâmetro médio das miofibrilas musculares, apresentada nos suínos leves, está associado a menor maciez da carne (GONDRET et al., 2006). O maior diâmetro médio das miofibrilas e o menor número de fibras musculares apresentados pelos suínos leves estão associados a maior perda por gotejamento durante o período de rigor mortis da carcaça (MONIN et al., 1999). Essas evidências permitem concluir que suínos com baixo peso ao nascer possuem menor qualidade de carne em relação aos suínos nascidos pesados.

Em uma meta-análise realizada sobre o presente tema, nenhum efeito foi observado sobre a influência do peso ao nascer sobre o peso dos cortes comerciais dos suínos, exceto para peso absoluto de pernil e para o peso relativo de barriga (LANFERDINI et al., 2018). De acordo com Pardo (2013), o maior peso de barriga está associado a maior quantidade de gordura intramuscular encontrada nesse corte, afetada pela baixa eficiência alimentar apresentadas pelos suínos leves na fase de terminação.

Como foi observado, embora as controvérsias existentes, o baixo peso ao nascer dos leitões pode gerar graves consequências sobre o desenvolvimento pós-natal, as características de carcaça e a qualidade de carne. Dessa maneira, torna-se importante

desenvolver estratégias para aumentar o crescimento intrauterino e maximizar a formação de fibras musculares.

Estratégias nutricionais para aumentar o crescimento pré-natal dos leitões

Suplementação com arginina

A arginina é um aminoácido utilizado para síntese de proteína, creatina, óxido nítrico e poliaminas (KIM et al., 2007). Estudos indicam que a suplementação de porcas em gestação com arginina causa aumento do número de leitões nascidos vivos bem como do peso médio ao nascer da leitegada (LIU et al., 2012; CHE et al., 2013; COSTA et al., 2019).

O óxido nítrico, predecessor da arginina, é responsável por regular diversos processos reprodutivos na fêmea suína, como a manutenção da gestação e parto, desenvolvimento placentário e angiogênese. Assim, o aumento da síntese de óxido nítrico no terço final da gestação pode melhorar a transferência de nutrientes entre a mãe e o feto (LIU et al., 2012). As poliaminas, predecessoras da arginina, são moléculas policatiônicas responsáveis pela proliferação e diferenciação celular, embriogênese, angiogênese, bem como o desenvolvimento placentário e embrionário (WU et al., 2006; CHE et al., 2013).

Em um estudo realizado por Bérard e Bee (2010), foi observado que o fornecimento de 26 g d⁻¹ de L-arginina HCL entre os 14 e 28 dias de gestação afeta positivamente a formação de fibras musculares, além de aumentar o número de fetos viáveis e o peso total dos fetos aos 75 dias de gestação. A suplementação com arginina pode ser mais eficiente no terço final da gestação, pois o ganho peso fetal é maior nos últimos 20 dias de gestação (QUESNEL et al., 2014; PALENCIA et al., 2018). A suplementação com 0,5% de L-arginina causou redução de 8,3% de leitões natimortos, bem como aumentou em 9,8 e 6,4% o número de leitões nascidos vivos e o peso médio da leitegada, respectivamente (NUNTAPAITOON et al. 2018).

A suplementação com arginina de porcas lactantes pode alterar a composição nutricional do leite e melhorar o desempenho dos leitões durante a fase de lactação. A suplementação da porca com 1% de L-arginina pode aumentar a concentração de imunoglobulina G no colostro da porca (NUNTAPAITOON et al. 2018), fator que pode influenciar na mortalidade pós-natal.

Suplementação com carnitina

A carnitina é definida, quimicamente, como uma amida quaternária que é sintetizada, principalmente, pelo fígado e rins. Sua síntese é realizada a partir dos aminoácidos lisina e metionina, em concomitância com os nutrientes ferro, ácido ascórbico, niacina e vitamina B6 (COELHO et al., 2005). A suplementação de porcas com L-carnitina durante a gestação está associada ao maior tamanho de leitegada, sem comprometer o peso dos leitões

ao nascer (ROONEY, et al., 2020). Rooney et al. (2019) observaram que suínos com baixo peso ao nascer ($\leq 1,2$ kg) oriundos de porcas primíparas suplementadas com L-carnitina apresentaram maior peso de carcaça e maior profundidade de músculo no momento do abate. Esses resultados estão associados ao aumento dos níveis de insulina e IGF circulantes durante a gestação, causada pela L-carnitina, estimulando a foliculogênese e aumento da hiperplasia muscular pré-natal (MUSSER et al., 1999).

Existem evidências que a suplementação de leitões lactação com L-carnitina durante as primeiras semanas de lactação pode influenciar na hiperplasia muscular no período pós-natal. Lösel et al. (2009) observaram que o fornecimento de L-carnitina para leitões nascidos leves ($\leq 1,16$ kg) estimulou o aumento do número total de fibras musculares no músculo semitendinoso, mas o mesmo efeito não foi observado em leitões mais pesados. O autor justifica que a L-carnitina estimula a β -oxidação de ácidos graxos, melhora o balanço energético à nível muscular, estimula a miogênese muscular pós-natal nos leitões com baixo peso ao nascer.

Suplementação com ractopamina

A ractopamina é um agonista β -adrenérgico que estimula o maior aporte de massa muscular esquelética por hipertrofia celular e reduz os teores de gordura das carcaças (MILLS et al., 2003a; ROSSI et al., 2010). A eficiência da ractopamina na redução do tecido adiposo do animal pode estar relacionada à atividade desta substância em bloquear a lipogênese e estimular a lipólise (MILLS et al., 2003b).

Existem controvérsias sobre os benefícios do uso da ractopamina para nutrição de porcas gestantes (MARTINEZ, et al., 2020), mas alguns pesquisadores obtiveram bons resultados. A utilização de ractopamina durante o período de 25 a 50 dias de gestação estimula o desenvolvimento das fibras musculares dos fetos (HOSHI et al., 2005).

Gatford et al (2009), observaram que a ractopamina melhorou o ganho de peso e o número de fibras musculares de leitões oriundos de porcas suplementadas com ractopamina. O maior crescimento dos fetos está associado ao estímulo proporcionado aos receptores β -adrenérgicos existentes nos vasos sanguíneos e na placenta, o que proporciona maior fluxo sanguíneo e maior retenção de nitrogênio nos fetos (CANTARELLI et al., 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As porcas hiperprolíficas possuem a capacidade de produzir leitegadas numerosas, porém com menor peso médio ao nascimento e maior variabilidade de peso ao nascer. A compreensão das causas de variação de peso ao nascer e seus efeitos durante o período pré

e pós-natal são fundamentais para aumentar a lucratividade e a qualidade do sistema de produção de suínos.

O crescimento uterino retardado, eficiência placentária, capacidade uterina e a nutrição fetal estão entre os principais fatores que causam a variabilidade no peso ao nascer dos leitões por limitar o desenvolvimento das fibras musculares. O peso ao nascer do leitão é fundamental na sobrevivência e desempenho, bem como pode interferir nas características de carcaça e qualidade de carne no momento do abate. O desenvolvimento de estratégias nutricionais de suplementação das porcas, durante as diferentes fases da gestação, pode aumentar o crescimento intrauterino, maximizar a formação de fibras musculares e reduzir a variabilidade de peso dos leitões ao nascimento.

■ REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, F. R. C. L. Influência da nutrição da fêmea sobre a qualidade do leitão ao nascer. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, supl. 1, p. 31-33, 2009.
2. ALMEIDA, M. et al. Effect of birth weight and litter size on the performance of landrace gilts until puberty. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 42, n. 1, p. 1-8, 2014.
3. ALVARENGA, A. L. N. Implicações da programação pré-natal sobre o desempenho subsequente, características de carcaça e qualidade de carne em suínos. **Tese**, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.
4. BÉRARD, J. et al. Intrauterine crowding decreases average birth weight and affects muscle fiber hyperplasia in piglets. **Journal of animal science**, v. 88, n. 10, p. 3242-3250, 2010a.
5. BÉRARD, J.; BEE, G. Effects of dietary L-arginine supplementation to gilts during early gestation on foetal survival, growth and myofiber formation. **Animal**, v. 4, n. 10, p. 1680-1687, 2010.
6. BÉRARD, J.; KREUZER, M.; BEE, G. In large litters birth weight and gender is decisive for growth performance but less for carcass and pork quality traits. **Meat Science**, v. 86, n. 3, p. 845-851, 2010b.
7. BOLHUIS, J. M. et al. Individual coping characteristics, aggressiveness and fighting strategies in pigs. **Animal Behaviour**, v. 69, n. 5, p. 1085-1091, 2005.
8. BRUININX, E. M. A. M. et al. Individually measured feed intake characteristics and growth performance of group-housed weanling pigs: effects of sex, initial body weight, and body weight distribution within groups. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 2, p. 301-308, 2001.
9. CAMPOS, P. H. R. F. et al. Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. **Animal**, v. 6, n. 5, p. 797-806, 2012.
10. CANTARELLI, V. S. et al. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 844-851, 2009.

11. CERON, M. S. Características de crescimento e qualidade de carcaça de suínos com diferentes pesos de nascimento. **Tese**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.
12. CHE, L. et al. Effects of dietary arginine supplementation on reproductive performance and immunity of sows. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 4, p. 167–175, 2013.
13. COELHO, C. D. F. et al. Aplicações clínicas da suplementação de L-carnitina. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 5, p. 651–659, 2005.
14. COSTA, K. A. et al. Nutrition influence on sow reproductive performance and conceptuses development and survival: A review about L -arginine supplementation. **Livestock Science**, v. 228, p. 97-103, 2019.
15. DEEN, J. et al. Analysis of variation in growth. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF SWINE PRACTITIONERS, 29., 1998, Des Moines. **Proceedings ...** Des Moines: AASP, 1998. p. 325-326.
16. DEEN, M. G. H.; BILKEI, G. Cross fostering of low-birthweight piglets. **Livestock Production Science**, v. 90, n. 2-3, p. 279-284, 2004.
17. DEVILLERS, N. et al. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. **Animal**, v. 1, n. 7, p. 1033-1041, 2007.
18. DWYER, C. M.; STICKLAND, N. C. The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. **Animal Science**, v. 72, n. 4, p. 911-917, 1994.
19. FARMER, C.; ROBERT, S. Hormonal, behavioural and performance characteristics of Meishan sows during pregnancy and lactation. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, n. 1, p. 1-12, 2003.
20. FORD, S. P.; VONNAHME, K. A.; WILSON, M. E. Uterine capacity in the pig reflects a combination of uterine environment and conceptus genotype effects. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 1, p. 66-73, 2002.
21. FOXCROFT, G. R. et al. The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84 suppl., p. E105–E112, 2006.
22. FOXCROFT, G. R.; TOWN, S. Prenatal programming of postnatal performance – The unseen cause of variance. **Advances in Pork Production**, v.5, p.269-279, 2004.
23. FURTADO, C. S. D. et al. Influência do peso ao nascimento e de lesões orais, umbilicais ou locomotoras no desempenho de leitões lactentes. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 40, n. 4, p. 1-7, 2012.
24. GATFORD, K. L. et al. Responses to maternal GH or ractopamine during early-mid pregnancy are similar in primiparous and multiparous pregnant pigs. **Journal of Endocrinology**, v. 203, n. 1, p. 143, 2009.
25. GONDRET, F. et al. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity, and muscle histological traits at market weight. **Livestock Production Science**, v. 93, n. 2, p. 137-146, 2005.

26. GONDRET, F. et al. Low birth weight is associated with enlarged muscle fiber area and impaired meat tenderness of the longissimus muscle in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 1, p. 93-103, 2006.
27. HEO, J. M. et al. Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 97, n. 2, p. 207-237, 2013.
28. HEUB, E. M. et al. Invited review: piglet survival: benefits of the immunocompetence. **Animal**, v. 13, n. 10, p. 2114-2124, 2019.
29. HEYER, A. et al. Effect of extra maternal feed supply in early gestation on sow and piglet performance and production and meat quality of growing/finishing pigs. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science**, v. 54, n. 1, p. 44-55, 2004.
30. HOSHI, E. H. et al. Muscle fiber number and growth performance of pigs from sows treated with ractopamine. **Asian-australasian journal of animal sciences**, v. 18, n. 10, p. 1492-1497, 2005.
31. HYUN, Y. et al. Effects of feeder type, space allowance, and mixing on the growth performance and feed intake pattern of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 2771-2778, 1998.
32. KIM, S. W. et al. Functional amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 20, n. 2, p. 295-306, 2007.
33. KNOL, E. F.; LEENHOUWERS, J. I.; VAN DER LENDE, T. Genetic aspects of piglet survival. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 1, p. 47-55, 2002.
34. LANFERDINI, E. et al. Piglet birth weight, subsequent performance, carcass traits and pork quality: A meta-analytical study. **Livestock Science**, v. 214, p. 175-179, 2018.
35. LAY JR, D. C. et al. Prenatal stress effects on pig development and response to weaning. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 6, p. 1316-1324, 2008.
36. LIU, X. D. et al. Effects of dietary L-arginine or N-carbamylglutamate supplementation during late gestation of sows on the miR-15b/16, miR-221/222, VEGFA and eNOS expression in umbilical vein. **Amino Acids**, v. 42, n. 6, p. 2111-2119, 2012.
37. LOSEL, D.; KALBE, C.; REHFELDT, C. L-Carnitine supplementation during suckling intensifies the early postnatal skeletal myofiber formation in piglets of low birth weight. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 7, p. 2216-2226, 2009.
38. MARTINEZ, C. H. G. et al. Dietary ractopamine supplementation of pregnant sows: what are the impacts on the neonate?. **Animal**, v. 14, n. 1, p. 50-58, 2020.
39. MILLS, S. E. et al. Stereoselectivity of porcine β -adrenergic receptors for ractopamine stereoisomers. **Journal of animal science**, v. 81, n. 1, p. 122-129, 2003a.
40. MILLS, S. E.; SPURLOCK, M. E.; SMITH, D. J. β -Adrenergic receptor subtypes that mediate ractopaminestimulation of lipolysis. **Journal of animal science**, v. 81, n. 3, p. 662-668, 2003b.
41. MONIN, G. et al. Effects of the halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 2, p. 408-415, 1999.

42. MORISE, A.; LOUVEAU, I.; LE HUËROU-LURON, I. Growth and development of adipose tissue and gut and related endocrine status during early growth in the pig: impact of low birth weight. **Animal**, v. 2, n. 1, p. 73-83, 2008.
43. MUSSER, R. E. et al. Effects of L-carnitine fed during gestation and lactation on sow and litter performance. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 12, p. 3289-3295, 1999.
44. NUNTAPAITOON, M. et al. L-arginine supplementation in sow diet during late gestation decrease stillborn piglet, increase piglet birth weight and increase immunoglobulin G concentration in colostrum. **Theriogenology**, v. 121, p. 27-34, 2018.
45. NYACHOTI, C. M. et al. Voluntary feed intake in growing-finishing pigs: a review of the main determining factors and potential approaches for accurate predictions. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 84, n. 4, p. 549- 566, 2004.
46. PALENCIA, J. Y. P. et al. Arginine for gestating sows and foetal development: A systematic review. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 102, n. 1, p. 204-213, 2018.
47. PANZARDI, A. et al. Fatores que influenciam o peso do leitão ao nascimento. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n. Supl 1, p. s49-s60, 2009.
48. PARDO, C. E. et al. Intrauterine crowding impairs formation and growth of secondary myofibers in pigs. **Animal**, v. 7, n. 3, p. 430-438, 2013.
49. PAREDES, S. P. et al. Identifying the limitations for growth in low performing piglets from birth until 10 weeks of age. **Animal**, v. 8, n. 6, p. 923-930, 2014.
50. PÉRE, M. C.; ETIENNE, M. Uterine blood flow in sows: effects of pregnancy stage and litter size. **Reproduction Nutrition Development**, v. 40, p. 369-382, 2000.
51. QUESNEL, H. et al. Supplying dextrose before insemination and L-arginine during the last third of pregnancy in sow diets: effects on within-litter variation of piglet birth weight. **Journal of animal science**, v. 92, n. 4, p. 1445-1450, 2014.
52. QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock production science**, v. 78, n. 1, p. 63-70, 2002.
53. REHFELDT, C.; KUHN, G. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 113-123, 2006.
54. ROBINSON, J. J. et al. Nutritional effects on foetal growth. **Animal Science**, v. 68, p. 315-331, 1999.
55. ROSSI, C. A. R. et al. Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo ractopamina e extratos cítricos: desempenho e características de carcaça. **Ciência Rural**, v. 40, n. 11, p. 2343-2349, 2010.
56. ROONEY, H. B. et al. Effect of l-carnitine supplementation and sugar beet pulp inclusion in gilt gestation diets on gilt live weight, lactation feed intake, and offspring growth from birth to slaughter. **Journal of animal science**, v. 97, n. 10, p. 4208-4218, 2019.
57. ROONEY, H. B. et al. Effect of dietary l-carnitine supplementation to sows during gestation and/or lactation on sow productivity, muscle maturation and lifetime growth in progeny from large litters. **British Journal of Nutrition**, v. 124, p. 43-56, 2020.

58. ŠKORPUT, D. et al. Variability of birth weight and growth of piglets in highly prolific sows. **Journal of Central European Agriculture**, v. 19, n. 4, p. 823-828, 2018.
59. TALAMINI, D. J. D. et al. Custos agregados da produção integrada de suínos nas fases de leitões e de terminação. **Revista Custos e Agronegócios on line**, v. 2, p. 64-83, 2006.
60. VALLET, J. L.; FREKING, B. A.; MILES, J. R. Effect of empty uterine space on birth intervals and fetal and placental development in pigs. **Animal Reproduction Science**, v. 125, n. 1, p. 158-164, 2011.
61. WANG, X. et al. Temporal proteomic analysis reveals continuous impairment of intestinal development in neonatal piglets with intrauterine growth restriction. **Journal of Proteome Research**, v.9, p.924-935, 2010.
62. WANG, Z. et al. iTRAQ-based proteomic analysis reveals key proteins affecting muscle growth and lipid deposition in pigs. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2017.
63. WELLOCK, I. J. et al. Modelling the effects of thermal environment and dietary composition on pig performance: model logic and concepts. **Animal Science**, v. 77, n. 2, p. 255-266, 2003.
64. WU, G. et al. Intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 2316-2337, 2006.

“

Óleos de caju e mamona na dieta de frangos de corte

┆ Daiane **Crespão**
UTFPR

┆ Patricia **Rossi**
UTFPR

┆ Paulo Segato **Cella**
UTFPR

┆ Carlos Alexandre **Oelke**
UNIPAMPA

┆ Lilian Kelly **Pereira**
UTFPR

┆ Jackeline Dall Agnol de **Lima**
UTFPR

┆ Douglas Francisco da **Silva**
UTFPR

┆ Maria Antonia Michels de **Souza**
UTFPR

RESUMO

A produção avícola brasileira vem conquistando cada vez mais um lugar de destaque no mercado mundial, e com isso acaba se tendo a necessidade de se adaptar as normas exigidas pelos seus importadores da carne. Dentro dessas exigências está a não utilização de antibióticos como promotores de crescimento, sendo assim alternativas são utilizadas para substituir os mesmos. Como substitutos utilizados hoje temos enzimas, probióticos, simbióticos, ácidos orgânicos, óleos essenciais e óleos funcionais. Nesta presente revisão será abordado a utilização dos óleos funcionais os quais tem ação anti-inflamatória, antioxidante, imunomodulador, além de, oferecer aporte energético. Espera-se com esta revisão levantar informações como: principais componentes, modo de ação, resultados de trabalhos buscando esclarecer seus benefícios como promotor de crescimento alternativo na produção de frangos de corte.

Palavras-chave: Aditivos Alimentares, *Anacardium Occidentale* L, *Ricinus Communis* L.

INTRODUÇÃO

A avicultura se apresenta como uma das cadeias mais importantes na economia do país, gerando milhares de empregos direta e indiretamente. O Brasil segundo dados da ABPA (2014) é o terceiro maior produtor de carne de frango e é o maior exportador da carne de frango. Segundo pesquisas da RABOBANK (2014), as perspectivas para a carne de frango no Brasil são animadoras, pois o país tem grandes chances de conquistar novos mercados importadores, e isso serve de incentivo à cadeia produtiva. A situação atual em que o país se encontra é devido ao nível tecnológico que já é utilizado, onde nenhuma outra atividade que envolva produção de proteína animal se equipara ao frango de corte (RUSSO, 2011). A carne de frango é uma fonte de proteína animal de boa qualidade e de um preço acessível à maioria da população atualmente o que contribui ainda mais para o crescimento mundial.

Essa elevada produtividade é devido a vários fatores, entre eles podemos citar a nutrição, sanidade, manejo e melhoramento genético. Além disso, a utilização de aditivos promotores de crescimento também contribui para esta elevada produtividade (FUKAYAMA et al., 2005). Os promotores de crescimento e antibióticos atuam na microbiota intestinal contribuindo para melhorar os índices zootécnicos. Atualmente o uso de antibióticos como promotores de crescimento estão proibidos devido a uma crescente demanda dos consumidores e pressão da comunidade Europeia, devido à resistência cruzada com antibióticos usados na terapêutica humana, ou resíduos nos produtos finais dos animais (ARAÚJO, 2010). Essa proibição instigou aos pesquisadores a busca por produtos com efeitos similares aos dos antibióticos, mas que não tivessem os efeitos negativos. Entre os produtos pesquisados podemos citar vários promotores de crescimento alternativos aos antibióticos: enzimas, probióticos, simbióticos, ácidos orgânicos, óleos essenciais, óleos funcionais entre outros (CAMPESTRINI et al., 2005). Os óleos funcionais são obtidos do metabolismo primário das plantas, os quais têm princípios ativos que podem trazer benefícios para o organismo dos animais pela ação imunomodulatória, antioxidante (TORRENT, 2012) e antimicrobiana (GRESSLER et al., 2010). O óleo de mamona com grande quantidade de ácido ricinoléico e as reações químicas realizadas por este ácido dá origem a inúmeros compostos (OLIVEIRA, 2012), sendo considerado um ionóforo divalente (VIEIRA, 2009).

O óleo de caju retirado do fruto do cajueiro é composto de ácidos anacardiol, cardol e cardanol o que dão efeito antioxidante aos óleos extraídos do caju (OLIVEIRA, 2012).

Segundo DIBNER & RICHARDS (2005), a utilização de produtos alternativos como os óleos e outros produtos extraídos de plantas e que são facilmente encontradas na natureza podem colaborar para a redução de custos na produção e melhorar o aproveitamento da dieta. Por este motivo várias pesquisas vêm sendo realizadas a partir dos óleos extraídos de

plantas como mamona, caju, orégano, alecrim, e outras diversas fontes que possam trazer algum benefício para o animal (ARAUJO et al., 2007).

Tomando como base o texto exposto acima a busca por promotores de crescimento alternativos aos antibióticos torna-se necessário para manter a produtividade e ao mesmo tempo atender as exigências dos mercados importadores. Além disso, a inclusão de produtos/ingredientes rico em proteínas (algas) pode contribuir por melhorar o desempenho dos animais.

Sendo assim, o objetivo da presente revisão é fazer uma abordagem sobre o uso de óleos funcionais na dieta de frangos.

Antibióticos como promotores de crescimento

A avicultura busca uma produtividade compensatória tanto para o produtor como para a integradora, assim na maioria dos casos, produzindo em quantidade, mas mantendo a qualidade dos produtos. Um dos meios encontrados para melhorar o desempenho com qualidade e quantidade é o uso de aditivos alimentares, como os antibióticos, que tem papel importante no crescimento das aves (CAMPESTRINI et al., 2005).

Os antibióticos são aditivos obtidos a partir da fermentação de fungos ou bactérias (GATTAS, 2009) adicionados às rações com intuito de eliminar possíveis patógenos que estejam presentes no trato gastrointestinal das aves e que possam comprometer o crescimento, ou reduzi-lo, com a utilização desses produtos a tendência é uma melhora em alguns índices zootécnicos melhorando a produção (TOLEDO et al., 2007). Os primeiros experimentos realizados com a utilização de antibióticos datam 1946 e relatam números em que a animais alimentados com ração contendo este aditivo tiveram um desempenho superior aos animais que receberam uma ração basal sem antibiótico (TOLEDO et al., 2007). E LODDI et al. (2000) realizou experimentos com frangos de corte, o qual também comprovou a eficiência do uso de antibióticos na alimentação. CORNELI (2004) e LANGHOUT (2005), também relataram em experimentos realizados um desempenho superior em animais que receberam antibióticos na dieta. BELLAYER (2000), também afirma que a utilização desse aditivo previne doenças e melhora a eficiência alimentar. Esse melhor desempenho encontrado se deve a ação dos antibióticos na microbiota intestinal possuindo três efeitos nos animais: metabólico (modificando o metabolismo do animal), nutricional (aumentando disponibilidade de nutrientes e a permeabilidade do epitélio intestinal) e efeito sobre controle de doenças (inibindo a proliferação e possíveis patógenos) (GATTAS, 2009).

A utilização de antibióticos teve início na década de 50 com uso indiscriminado, isso fez com que algumas populações de bactérias desenvolvessem resistência (LODDI et al., 2000). Isso levou também a países importadores apresentar restrições na compra de carne, leite e ovos os quais poderiam apresentar resíduos tanto do antibiótico utilizado como também

dos metabólitos produzidos a partir destes, causando reações adversas aos consumidores desta carne como sensibilidade e casos mais extremos como câncer, além de selecionar bactérias causando resistência (GATTAS, 2009).

Uma publicação do Ministério de Agricultura e Pecuária (2012) no Diário Oficial da União, sendo uma instrução normativa proibindo a importação, fabricação e uso de antibióticos como aditivos alimentícios para promover o crescimento de aves e suínos.

A utilização dos aditivos já estava sendo banido na produção de carne desde 2006 pelos países importadores como a Europa que não aceitariam carnes produzidas com antibióticos, além de o público consumidor a partir do momento que obteve um maior poder aquisitivo começou a buscar produtos de qualidade superior (FUKAYAMA et al., 2005).

Aditivos – definição, função e normas segundo Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA)

Segundo o MAPA aditivos são produtos destinados à alimentação animal: substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano (Instrução Normativa 15/2009/MAPA).

No caso de óleos derivados de plantas são aditivos como intuito melhorar a digestão e absorção dos nutrientes (TRAESSEL et al., 2011).

A utilização de aditivos alimentares na avicultura vem crescendo, onde várias exigências são impostas a produção para atender o mercado principalmente externo. As pesquisas com novos produtos são constantes para avaliar-se a qualidade e os efeitos que produtos alternativos podem apresentar (ARAÚJO et al., 2007)

Os aditivos são classificados de diversas maneiras a partir de critérios pré-estabelecidos por órgãos próprios. A classificação dos aditivos segundo a União Europeia em 2005 pode ser em: tecnológico (conservantes, antioxidantes, emulsificantes), sensoriais (corantes, aromatizantes, palatilizantes), nutricionais (vitaminas, aminoácidos), zootécnicos (enzimas, ácidos orgânicos) e anticoccidianos (coccidiostáticos e anticoccidianos) (SOUSA et al. 2015).

Segundo o MAPA “somente podem ser utilizados aditivos autorizados por normas editadas pelo ministério ou consagradas no Mercado Comum do Cone Sul (Mercosul).” No Brasil existe legislação específica a partir da qual ocorre inspeção e fiscalização dos produtos utilizados na alimentação animal sobre a lei 6.198 de 26-12-64 e o decreto 76.986 de 06-01-76 (BELLAYER, 2000)

“Os setores de carnes (bovinos, suínos, caprinos, equinos e avestruzes) e de aves/ovos têm os limites da quantidade de aditivos definidos pela Instrução Normativa 51/2006, elaborada com base em dados do Ministério da Saúde” (ANVISA, 2015).

Ainda segundo a ANVISA (2015) o emprego de aditivos alimentares, é limitado por normas específicas, com critérios apoiados em regulamentações e sugestões emitidas a nível mundial por comitês de especialistas da Organização Mundial da Saúde – OMS – e da Organização para Alimentação e Agricultura – FAO.

Aditivos alternativos aos antibióticos

Com a proibição da utilização dos antibióticos pelos grandes importadores da carne brasileira têm-se buscado alternativa que resultem no mesmo efeito que antibióticos, sem causar resistência e sem resíduos no produto final, como as plantas que são abundantes e pouco exploradas (BRUGALLI, 2003).

A utilização de plantas como fitoterápicos vem da antiguidade (COSTA et al., 2007). A utilização de extratos de plantas é considerada complementar ao convencional e é uma alternativa encontrada, pois possuem ação fitoterápica, e são utilizadas desde os primórdios da humanidade (PINTO, 2005). Uma planta germina e cresce e já dá início aos processos de metabolização produzindo compostos que serão absorvidas pela planta e irão circular no sistema vascular, para nutrir e dar proteção à planta durante o período de sobrevivência da mesma. Alguns desses compostos que são metabolizados e produzidos nas plantas podem ser utilizados na produção animal. Esses compostos são considerados princípios ativos os quais proporcionam para a planta efeitos benéficos (TUROLLA, 2006).

O aumento da utilização destes produtos se deve a novas pesquisas que vem sendo realizadas após a proibição de antimicrobianos, estando mais adeptos a produtos naturais. (GUIDOTTI, 2011)

A utilização de extratos de plantas é justificada pelos seus componentes. Os quais são essenciais, e produzidos por todas as plantas como açúcares e lipídios, estes conhecidos também como metabolismo primário das plantas. Esse metabolismo confere a planta produção de princípios ativos como cardol e cardanol (TORRENT, 2012), ácido ricinoleico (MANO, 2008) muito interessantes em seu modo de ação biológico, como os anticarcinogênicos os antioxidantes e anti-inflamatórios (WISEMAN et al., 1997). Há também o metabolismo secundário que somente são produzidos por algumas espécies de plantas (HASHEMI & DAVOODI, 2011).

Óleos funcionais

Embora se utilize o termo óleo ou gorduras para determinar a substância, elas não são somente formadas de ácido graxos ou triglicerídeos, além desses compostos existem vários compostos lipofílicos, denominados princípios ativos que são os responsáveis pelas ações benéficas e ficam dissolvidas nos óleos com funções metabólicas como as vitaminas A, D e E, além de vários outros compostos lipofílicos com características distintas como os carotenoides, ácido ricinoléico, cardol, carvacrol, timol (TORRENT, 2012). (Figura I)

Segundo BURT et al. (2004) os óleos podem ser obtidos de diversas partes das plantas como folhas, caule, raiz, sendo a forma mais indicada para a extração dos óleos por destilação a vapor. Os óleos funcionais têm ação biológica muito interessante no organismo dos animais. Segundo MARTINS et al. (2000) e WENDLER, (2006) os princípios ativos responsáveis por essa ação biológica são: saponinas, taninos, flavonóides, mucilagens, glucosídeos, alcalóides (alcoóis, aldeídos, cetonas, éteres, ésteres e lactonas); compostos fenólicos e polifenólicos (responsáveis pelas propriedades antibacterianas - quinonas, flavonas, taninos e cumarinas); substâncias sulfurosas; terpenos (divididos em monoterpenos: carvacrol, timol, mentol; sesquiterpenos e diterpenos, triterpenos e esteróides), saponinas, mucilagens e óleos essenciais. Sendo que segundo FALEIRO et al. (2000), esses compostos dependem de vários fatores como o solo a região de plantio e a luminosidade do local.

Óleo de caju (*Anacardium occidentale L.*)

É uma planta adaptada a lugares de clima tropical como o norte do Brasil, sendo originária do país. O beneficiamento da castanha ocorre principalmente no Ceará, cerca de 70% da capacidade produtiva da região nordeste. Há várias possibilidades de exploração dessa matéria prima, com um valor agregado baixo. As empresas que beneficiam o caju que se encontram no Brasil, produzem cerca de 45 mil toneladas de LCC (líquido da casa da castanha de caju) por ano. A Índia atualmente é o maior produtor da fruta, como ocorre grande competição na produção a tendência é que o preço do produto seja baixo (MAZZETTO et al., 2009).

Ainda segundo MAZZETTO et al. (2009), o líquido da castanha do caju representa cerca de 25% da fruta ao todo sendo a fonte mais rica de lipídeos fenólicos. Sua composição química está representada na Figura II e descrita na Tabela I.

O óleo é obtido da castanha do caju, sendo um composto de vários ácidos como o anacárdico, cardol e cardanol os quais possuem atividade antimicrobiana e o cardanol atividade anti-inflamatória e antioxidante (LIMA et al., 2000). Esses ácidos irão ter ação de ionóforos na membrana de células gram positivas, inibindo a multiplicação destas (TORRENT, 2012).

MURAKAMI et al. (2011) avaliou a utilização de óleo de caju na alimentação de frangos de corte e verificou que no final do período experimental de 42 dias melhoras na conversão alimentar. Segundo TORRENT (2012) inibe a proliferação de clostrídeos por ser uma bactéria gram positiva em caso de ruminantes essa diminuição de gram positivas ajuda no controle de pH ruminal.

Óleo de mamona (*Ricinus communis* L.)

Originária e adaptada em países de clima tropical a planta da mamona (mamoeira) pertence à família Euphorbiaceae, o óleo da mamona é obtida através da prensagem mecânica da semente sendo um óleo viscoso rico em ácido ricinoléico (MANO, 2008), o qual funciona como um ionóforo divalente (VIEIRA, 2009) e tem ação antiinflamatória (MAENZ & FORSYTH, 2005).

No Brasil o estado que corresponde por 80% da produção de mamona é a Bahia (CONAB, 2006). Atualmente a procura mundial do óleo tem aumentado o que levou a região semiárida do Brasil a investir no cultivo da planta, pela boa perspectiva da amplidão da demanda (IBGE, 2004). No mundo são três principais países responsáveis pela produção de 92% de todo o óleo de mamona produzido, Índia, China e Brasil. Sendo o Brasil o segundo maior exportador mundial. Segundo COELHO (1979) a cada 100 kg de mamona 45 kg são de óleo (SANTOS, 2003). Na figura III pode-se observar o fluxograma da extração o óleo de mamona.

Segundo DORMAN & DEANS (2000), a ação do ácido ricinoléico (Figura IV) pela sua atividade na estrutura da parede celular bacteriana, desnaturando e coagulando as proteínas. Acumulam íons de hidrogênio e potássio na membrana alterando o processo de ações enzimáticas resultando em perda do controle quimiosmótico da célula afetada e, consequentemente, a morte bacteriana.

Segundo TORRENT (2012) existem pesquisas realizadas que comprovam a eficiência da utilização do produto, onde trazem melhoras na carcaça de frangos de corte e efeitos anticoccidianos. TORRENT (2012) ainda afirma que a utilização do óleo traz benefícios também para cães já estudados como a prevenção de processos entéricos. Ainda segundo OLIVEIRA (2012), com a utilização de óleo de caju juntamente com mamona observaram um aumento no tamanho da vilosidade intestinal, além de reduzir as concentrações séricas de ácido úrico em frangos de corte.

Modo de ação dos óleos funcionais

Os modos de ação dos óleos funcionais obtidos de plantas não estão totalmente decifrados mais existem quatro principais formas elucidadas prováveis de ação dos óleos, sendo

essas ações o controle de patógenos, atividade antioxidante, melhora na digestão ativando a estimulação enzimática e aumenta a morfometria de órgãos (BARRETO, 2007).

GUIDOTTI (2011) descreve que os princípios ativos sofrem metabolização nos enterócitos depois de serem absorvidos no intestino, iram ser transformados no fígado e o que não sofrer metabolização é excretado, dificilmente acumulando-se nos tecidos.

Os compostos estudados a partir dos óleos de diferentes plantas têm como principal função a antimicrobiana exercem ação na parede celular bacteriana onde nas proteínas bacterianas desnaturam e coagulam. A acumulação de compostos lipofílicos como o hidrogênio e potássio faz com que ocorram modificações na membrana dificultando a permeabilidade da mesma fazendo com que a célula bacteriana tenha uma dificuldade na sobrevivência por não conseguir realizar ações enzimáticas através da parede da célula, causando a morte bacteriana por uma perda do controle quimiosmótico isso nas bactérias gram-positivas (GUIDOTTI, 2011). Já as bactérias gram-negativas possuem uma camada (membrana) de lipossacarídeos que é hidrofílica criando uma barreira aos óleos funcionais pois são hidrofóbicos o que dá resistência a esse tipo de bactéria aos óleos (BARRETO, 2007).

A atividade antioxidante é desempenhada pelos compostos fenólicos, terpenóides e flavonoides, substâncias que neutralizam os radicais livres diminuindo o processo oxidativo (BARRETO, 2007).

No processo digestivo as plantas estimulam a produção de saliva, suco gástrico e pancreático, levando ao aumento de secreções enzimáticas melhorando a digestibilidade dos nutrientes, principalmente da proteína bruta e fazendo também a manutenção do epitélio intestinal, o que pode contribuir também para a melhora da digestibilidade (MELLOR, 2000).

CONCLUSÃO

Existem poucos estudos sobre o uso de óleos funcionais em frangos de corte. Porém, é possível observar nesta revisão que os mesmos possuem ações anti-inflamatórias, antioxidante e imunomoduladora, melhorando desta forma o desempenho de frangos de corte. Sendo assim, os óleos funcionais podem ser usados um promotor de crescimento alternativo ao uso dos antibióticos.

■ REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira de Proteína Animal. Boletim Informativo. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/>>. Acesso em: 15 de maio de 2015.
2. ANDRIGUETTO, J. M., PERLY, M., MINARDI, I., VALGIMIGLI, L. et al. Normas e padrões de nutrição e alimentação animal. Nutrição Editora e Publicitária, p. 146, 1992.

3. ARAUJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L.L.; LIMA, M. R.; LIMA, C. B. Uso de aditivos na alimentação de aves. *Acta Veterinária Brasília*, v.1, n.3, p.69-77, 2007. Disponível em:< <http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/acta/article/view/488>>. Acesso em 24 de agosto de 2014.
4. ARAUJO, R. Óleos essenciais de plantas brasileiras como manipuladoras de fermentação ruminal in vitro. 2010. 181 f. Tese (Doutorado em Ciência animal). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ. Piracicaba, 2010.
5. AGÊNCIA Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamentação de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia no Brasil. 2015. Disponível em:< http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/alimentos/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hnd0cPE3M-fAwMDMydnA093Uz8z00B_A3cvA_2CbEdFADQgSKI!/?1dmy&urile=wcm%3Apath%3A/anvisa+portal/anvisa/inicio/alimentos/publicacao+alimentos/regulamentacao+de+aditivos+alimentares+e+coadjuvantes+de+tecnologia+no+brasil>. Acesso em 26 de maio de 2015.
6. BARRETO, Marina Sígolo Rodriguez. Uso de extratos vegetais como promotores de crescimento em frangos de corte. 2007. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.
7. BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. Facultad de Ciencias Veterinarias da Universidad de Buenos Aires, Universidad Nacional de Rio Cuarto e Embrapa Suínos e Aves. In: CONGRESSO MERCOSUR DE PRODUCCIÓN PORCINA, Buenos Aires, p. 93-108, 2000. Disponível em:< http://www.cnpsa.embrapa.br/abraves-sc/pdf/Memorias2000/6_Bellaver.pdf>. Acesso em 10 de abril de 2015.
8. BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.20, n.8, p.969-974, 1985. Disponível em:< <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/16131/10292>>. Acesso em 10 de abril de 2015.
9. BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. Anais... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.167-182.
10. BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. *International Journal of Food Microbiology* 94, 223-253. 2004. Disponível em:< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160504001680>>. Acesso em 10 de abril de 2015. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022
11. CAMPESTRINI, E., SILVA, V., APPELT, M. Utilização de enzimas na alimentação animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.2, nº6, p.259-272, 2005. Disponível em:< http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/027V2N6P259_272_NOV2005.pdf>. Acesso em 12 de abril de 2015.
12. COELHO, I. Avaliação das exportações tradicionais baianas: caso de sisal e mamona. Salvador: UFB, 1979. 174p. Tese (Mestrado) Universidade Federal da Bahia. 1979.
13. COMPANHIA Nacional do Desenvolvimento. Boletim Informativo, 2006.

14. COSTA, L. B.; TSE, M. L. P.; MIYADA, V. S. Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 589–595, 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36n3/a11v36n3.pdf>>. Acesso em 12 de abril de 2015. doi S1516-3598200700030001.
15. CORNELI, Joanes. Avaliação de promotores de crescimento alternativos em substituição aos convencionais sobre o desempenho, características de carcaça e morfometria intestinal em frangos de corte. 2004. 37f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria.
16. DIBNER, J.J.; RICHARDS, J.D. Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode action. *Poultry Science*, v.84, p.634-643, 2005. Disponível em: < <http://ps.oxfordjournals.org/content/84/4/634.short>>. Acesso em 12 de abril de 2015. doi: 10.1093/ps/84.4.634
17. DORMAN e DEANS. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Applied Microbiology*. Volume 88, 2000. Disponível em: < <http://ps.oxfordjournals.org/content/84/4/634.short>>. Acesso em 12 de abril de 2015. doi: 10.1093/ps/84.4.634
18. FALEIRO, M. L.; MIGUEL, M. G.; LADEIRO, F.; VENANCIO, F.; TAVARES, R.; BRITO, J. C.; FIGUEIREDO, A. C.; BARROSO, J. G.; PEDRO, L. G. Antimicrobial activity of essential oils isolated from Portuguese endemic species of *Thymus*. *Letters in Applied Microbiology*, Oxford, v. 36, n. 1, p. 35– 40, 2000. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1472-765X.2003.01259.x/full>>. Acesso em 12 de abril de 2015. doi: 10.1046/j.1472-765X.2003.01259. x.
19. FUKAYAMA, E. H. et al. Extrato de Orégano como Aditivo em Rações para Frangos de Corte. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v.34, n.6, p.2316-2326, 2005. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n6s0/a18v3460.pdf>>. Acesso em 15 de abril de 2015. doi S1516-35982005000700018.
20. GATTAS, G. Implicações sobre o uso de antimicrobianos em rações de monogástricos. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 6, n. 3, p. 953- 959 maio/Junho de 2009. Disponível em: < http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/088V6N3P8953_959MAI2009_.pdf> acessado em 15 de maio de 2015.
21. GRESSLER, P. et al. Microalgas: Aplicações em biorremediação e energia. *Caderno de Pesquisa, Série Biologia*, Volume 24, número 1, 2010. Disponível em: < <http://online.unisc.br/seer/index.php/cadpesquisa/article/view/4397>>. Acesso em: 15 de abril de 2015.
22. GUIDOTTI, Micaela. Aditivos fitogênicos na alimentação de aves de produção. 2011. 41f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2011.
23. HASHEMI, S., DAVOODI, H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Veterinary Research Communications*. March 2011, Volume 35, Issue 3, pp 169-180. Disponível em: < <http://link.springer.com/article/10.1007/s11259-010-9458-2>>. Acesso em 01 de maio de 2015. doi 10.1007/s11259-010-9458-2.
24. IBGE. Dados estatísticos – 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 9 maios de 2015.
25. LANGHOUT, P. Alternativas ao uso de quimioterápicos na dieta de aves: a visão da indústria e recentes avanços. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos, SP. Anais... Santos: Apinco, 2005. p.21-33.

26. LIMA, C. et al. Estudo da atividade antimicrobiana dos ácidos anacárdios do óleo da casca da castanha de caju (cnsI) dos clones de cajueiro-anão-precocce CCP-76 e CCP-09 em cinco estágios de maturação sobre microrganismos da cavidade bucal. *Ciência Tecnologia de Alimentos*. vol.20 no.3 Campinas Sept./Dec. 2000.
27. LODDI, M. et al. Uso de Probiótico e Antibiótico sobre o Desempenho, o Rendimento e a Qualidade de Carcaça de Frangos de Corte. *Revista Brasileira Zootecnia*, 29(4):1124-1131, 2000. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n4/5628.pdf>>. Acesso em 01 de maio de 2015. doi S1516-35982000000400025.
28. MAENZ, D.D.; AND FORSYTH, G.W. Ricinoleate and deoxycholate are calcium ionophores in jejunal brush border vesicles. *Journal Membrane Biology*, v.70, p.12-133, 2005. Disponível em: < <http://link.springer.com/article/10.1007/BF01870222>> . Acesso em 01 de maio de 2015. doi 10.1007/BF01870222.
29. MANO, Daniel Suzigan. Desempenho produtivo e econômico da adição de óleos essenciais na suplementação de novilhas em pastagem de *cynodon ssp*. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.
30. MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D.C. DIAS, J. E. Plantas Medicinais. Viçosa, MG: Universidade Tecnológica de Viçosa, 2000. 220p. MAZZETTO, S., et al. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. *Química Nova* vol.32 no.3 São Paulo, 2009.
31. MELLOR, S. Herbs and spices promote health and growth. *Pig Progress*, v.16, n.4, 2000.
32. MINISTÉRIO da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aditivos Alimentares. 2015. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/animal/qualidade-dos-alimentos/aditivos-alimentares>>. Acesso em 26 de maio de 2015.
33. MINISTÉRIO da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aves/suínos: Agricultura proíbe uso de dois antibióticos em rações. 2012. Disponível em: < <http://sindiracoes.org.br/tag/mapa/>>. Acesso em 25 de maio de 2015.
34. MURAKAMI, A.; EYNG, C.; TORRENT J. Effects of functional oils on performance, apparent metabolizable energy and intestinal morphometry in broiler chickens. 2011 In: INTERNATIONAL POULTRY SCIENTIFIC FORUM. January 24 – 25, 2011. Georgia World Congress Center - Atlanta, Georgia, 2011.
35. OLIVEIRA, Janaína de Paula. Avaliação de óleos essenciais, extratos vegetais e óleos funcionais em dietas de frangos de corte. 2012. 65 f. Tese (Dissertação de Mestrado em Fisiologia), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012.
36. PINTO, A. Plantas medicinais: Cura segura? *Química Nova*, Vol. 28, No. 3, 519-528, 2005.
37. RABOBANK. Statistics. 2014. Disponível em: < <http://www.rabobank.com.br/en/content/index.html>> acessado em: 02/05/2015.
38. RUSSO, Francine Andrea de. Utilização de ácidos orgânicos, mana oligossacarídeos e extratos de plantas na alimentação de frangos de corte. 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Nutrição animal, Pirassununga, 2011.

39. SANTOS, R. Cultivo da mamona: Importância econômica. Embrapa Algodão Sistemas de Produção, 4. ISSN 1678-8710 Versão Eletrônica, 2005. Disponível em:< <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona/importancia.htm>>. Acessado em 27 d maio de 2015.
40. SOUSA, R., SILVA, V. Implicações no uso de aditivos na alimentação animal: resíduos e barreiras a exportações. Circular Embrapa, 2015. Disponível em:< <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36745/1/AAC-Implicacoes-do-uso.pdf>> acessado em 15 de maio de 2015.
41. TRAESEL, C. K.; LOPES, S. T. A.; WOLKMER, P.; SCHMIDT, CANDICE; SANTURIO, J. M.; ALVES, S. H. Óleos essenciais como substituintes de antibióticos promotores de crescimento em frangos de corte: perfil de soroproteínas e peroxidação lipídica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 278-284, 2011. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n2/a867cr3715.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2015. doi S0103-84782011000200016.
42. TOLEDO, G., COSTA, P., SILVA, L., PINTO, D., FERREIRA, P., POLETO, C. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico e/ou fitoterápico como promotores, adicionados isoladamente ou associados. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.6, p.1760-1764, nov-dez, 2007. Disponível em:< <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2573321>>. Acesso em 10 de junho de 2015.
43. TORRENT, J. Óleos funcionais: uma alternativa como promotor de crescimento. *Apamvet*, 2012. Disponível em:< <http://revistas.bvs-vet.org.br/apamvet/article/view/24522>>. Acesso em: 26 de maio de 2015.
44. TUROLLA, M. Informações toxicológicas de alguns fitoterápicos utilizados no Brasil. *Revista Brasileira de Ciência e Farmacologia* vol.42 no.2 São Paulo Apr./June 2006. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v42n2/a15v42n2.pdf>>. Acesso de 10 de junho de 2015. doi 10.1590/S1516-93322006000200015.
45. VIEIRA, Priscila Raquel Nogueira. Atividade antifúngica dos óleos essenciais de espécies de *Ocimum* frente a cepas de *Candida* spp. e *Microsporum canis*. 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2009.
46. WENDLER, K. R. Botânicos, da medicina tradicional a melhoradores de desempenho na produção animal. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA, 3., 2006, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Pork Expo, 2006. p. 213-224.
47. WISEMAN, S. A.; BALENTTINE, D. A.; FREI, B. Antioxidants in tea. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Philadelphia, v. 37, n. 8, p. 705-718, 1997. Disponível em:< <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10408399709527798>>. Acesso em 10 de junho de 2015. doi 10.1080/10408399709527798.

SOBRE O ORGANIZADOR

Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2005), mestrado em Ciências Veterinárias (área de Produção Animal) pela Universidade Federal do Paraná (2007), e doutorado em Zootecnia (área de Produção Animal) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2016). Atualmente é professor adjunto (Nível II) da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Uruguaiana. É Coordenador do Grupo de Pesquisa em Avicultura e Suinocultura (GPAS) da Unipampa, e participante do Grupo de Pesquisa e Extensão em Nutrição de Aves e Suínos (PENAS) (CNPq: dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/7225544038441245) da UTFPR, campus Dois Vizinhos, e do Grupo de Pesquisa em Suinocultura da Unipampa Itaquí (GPSUI) da Unipampa, campus Itaquí. Tem experiência na área de nutrição e produção de aves e suínos, e tratamento de dejetos. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2680182934751808>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aditivo: 289, 342

Agroecologia: 86, 155, 163, 165

Agroinformática: 279

Agronegócio: 279

Amazônia: 5, 7

Análise: 56, 59, 86, 123, 185, 301

Antibióticos: 15, 17, 335

Aves: 40, 41, 66, 71, 77, 83, 84, 85, 113, 127, 163, 165, 200, 205, 301, 341, 343

Avicultura: 69, 71, 77, 83, 86, 87, 155, 158, 165, 178, 217, 228, 313

B

Biossegurança: 15, 28

C

Castração Química: 152

Cinética: 181

Comportamento: 57, 67, 71, 93, 111, 113, 129, 130, 139

Crescimento: 167, 168, 174, 178, 314, 315, 318, 321

Custo Ambiental: 289

D

Desempenho: 86, 139, 152, 165, 178, 201, 219, 228, 240, 258, 298, 303, 313, 316, 343, 344

Desmame: 15, 104

Diversidade: 117, 122

E

Enfermidades: 193

Exigência: 303, 314

F

Frango: 127, 204, 303

Frequência Híbrida: 203, 204

G

Galinhas: 84, 117, 168, 170, 172

Gestação: 57, 67, 113, 130, 135

Granja: 158, 163

I

Inovação: 279

L

Leitões: 19, 63, 90, 196, 202, 321, 322, 323

M

Matrizes: 69, 109, 318

Melhoramento Genético: 41, 127, 168, 229

Morfologia: 181

N

Nutrição: 15, 41, 131, 165, 194, 200, 202, 240, 242, 313, 315, 318, 320, 328, 340, 341, 343

O

Ovos: 69, 85, 273

P

Proteína: 51, 57, 58, 69, 70, 91, 118, 126, 138, 184, 228, 280, 290, 303, 340

R

Reprodução: 52, 53, 152, 190, 271

S

Sistemas de Produção: 69, 82, 90

Suinocultura: 38, 41, 57, 113, 131, 138, 152,
178, 190, 202, 287, 313

Suíños: 40, 41, 52, 53, 66, 83, 84, 85, 93, 96,
106, 107, 111, 113, 114, 165, 193, 200, 231, 236,
239, 240, 268, 269, 282, 298, 301



follow us



www.editoracientifica.org

contato@editoracientifica.org



ISBN 978-658719689-3



9

786587

196893

VENDA PROIBIDA - ACESSO LIVRE - OPEN ACCESS



editora científica