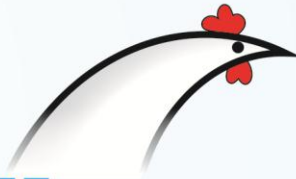


**XVI** Simpósio  
Brasil Sul de  
**Avicultura**



**VII** Brasil Sul  
**Poultry Fair**

# Anais

07 a 09 de abril de 2015  
Chapecó, SC - Brasil



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Suínos e Aves  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

***Associação Catarinense de Medicina Veterinária – Núcleo Oeste***

**ANAIS DO XVI SIMPÓSIO BRASIL  
SUL DE AVICULTURA E  
VII BRASIL SUL POULTRY FAIR**

***Embrapa Suínos e Aves  
Concórdia, SC  
2015***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Suínos e Aves**

BR 153, Km 110  
Caixa Postal 21  
CEP 89.700-000 Concórdia, SC  
Fone: (49) 3441 0400  
Fax: (49) 3441 0497  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Associação Catarinense de Medicina Veterinária – Núcleo Oeste**

Endereço: Rua Egito, 31 – E  
Bairro: Maria Goretti  
CEP 89.801-420, Chapecó – SC  
Fone/Fax: 49 3328-4785  
nucleovet@nucleovet.com.br  
http://www.nucleovet.com.br

**Unidade responsável pela edição**

Embrapa Suínos e Aves

**Unidade responsável pelo conteúdo**

Associação Catarinense de Medicina Veterinária – Núcleo Oeste\*

Comitê de Publicações da Embrapa Suínos e Aves

Presidente: *Marcelo Miele*  
Secretária: *Tânia M.B. Celant*

Membros: *Airton Kunz*  
*Monalisa L. Pereira*  
*Helenice Mazzuco*  
*Nelson Morés*  
*Rejane Schaefer*  
Suplentes: *Mônica C. Ledur*  
*Rodrigo S. Nicoloso*

Coordenação editorial: *Tânia M. B. Celant*  
Edição eletrônica: *Vivian Fracasso*  
Normalização bibliográfica: *Claúdia A. Arrieche*

**1ª edição**

1ª impressão (2015): 1.000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Suínos e Aves

---

Simpósio Brasil Sul de Avicultura (16.: 2015, Chapecó, SC).

Anais do XVI Simpósio Brasil Sul de Avicultura e VII Brasil Sul Poultry Fair. – Concórdia, SC : Embrapa Suínos e Aves, 2015.  
150 p.; 14,8 cm x 21 cm.

1. Avicultura – congressos. I. Título. II. Título: VI Brasil Sul Poultry Fair.

CDD 636.50063

---

© Embrapa 2015

---

\*As palestras e os artigos foram formatados diretamente dos originais enviados eletronicamente pelos autores.

## Realização



## Co-promoção



## Apoio



## Patrocinadores



## Relação de Patrocinadores

- Abase Comércio e Representação Ltda
- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal
- Adisseo Brasil Nutrição Animal Ltda
- Agrocerec Multimix Nutrição Animal Ltda
- Alltech do Brasil
- Aviagen
- Avisite e Revista do Avisite
- Big Dutchman Brasil Ltda
- BIOMIN do Brasil
- Biotech
- Btech Tecnologias Agropecuárias e Comércio Ltda
- Cargill Nutron
- Ceva Saúde Animal
- Cobb Vantress Brasil Ltda
- Conselho Regional de Medicina Veterinária - SC
- Cooperativa Central Aurora Alimentos
- De Heus Nutrição Animal
- Des-Vet Produtos Veterinarios Ltda
- DSM Produtos Nutricionais Brasil Ltda
- Elanco Saude Animal
- Embrapa Suínos e Aves
- Eurofins do Brasil Analises de Alimentos Ltda
- Eurotec Nutrition
- FARMABASE
- Fatec Indústria de Nutrição e Saúde Animal Ltda
- GRASP Indústria e Comércio Ltda
- GSI AGROMARAU
- Holus – Assessoria de Eventos
- HUVEPHARMA
- ICASA
- ICC
- Idexx Brasil Laboratórios Ltda
- Ilender do Brasil
- Imeve - Indústria de Medicamentos Veterinários S.A.
- Impextraco Latin América
- Invivo Nutrição Saúde Animal Ltda
- Jornal O Presente Rural
- Kemin do Brasil

- Kobra
- Lavizoo Laboratórios Vitamínicos e Zootécnicos Ltda
- MCassab
- Mercolab Laboratórios Ltda
- Merial Saúde Animal Ltda
- MSD Saúde Animal
- Nutriad
- OLIGO BASICS
- Ouro Fino Agronegócio Ltda
- Phibro
- Phytobiotics Brasil
- Poli-Nutri Alimentos S.A
- Revista Feed & Food
- Safeeds Nutrição Animal
- Salus Comércio de Produtos de Saúde e Nutrição Animal Ltda
- SANPHAR Saúde Animal
- Serviço de Apoio as Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE/SC
- Selko Brasil
- Sistema FAESC SENAR Santa Catarina
- Suiaves Comercio de Produtos Veterinários Ltda
- Technofeed Importação e Representação Comércio e Distribuição Ltda
- Vaccinar Nutrição e Saúde Animal
- Vansil Saúde Animal
- Vetanco do Brasil Importação e Exportação Ltda
- YES
- Zinpro Animal Nutrition
- Zoetis

## **Comissão Organizadora**

Aleteia Britto da Silveira Balestrin

Alex Rodrigo Maldonado Pereira

Alexandre Gomes da Rocha

Alexandro Marchioro

Artur Valério Cony

Beatriz de Felipe Peruzzo

Carlos Eduardo L. Silva

Emerson Pocai

Felipe Ceolin

Gersson Antonio Schimidt

Guilherme Lando Bernardo

Jair Alberto De Toni

João Batista Lancini

João Romeu Fabrício

Lawrence Luvisa

Leandro Luiz Ribeiro

Lenita Moura Stefani

Luciane de Casia Surdi

Luis Carlos Farias

Luís Carlos Peruzzo

Margane Mascarello Euzebio

Mauro Felin

Nilson Sabino da Silva

Roberto Luiz Curzel

Rodrigo Santana Toledo

Rogério Francisco Balestrin

Talita Marchioro

## **Secretária**

Solange Fatima Kirschner



## **Mensagem da Comissão Organizadora**

Prezados Colegas,

O Núcleo Oeste de Médicos Veterinários e Zootecnistas têm a honra de convidá-los para o nosso XVI Simpósio Brasil Sul de Avicultura e para a VII Poultry Fair.

É sempre um motivo de orgulho para nós do Nucleovet, poder receber os colegas em Chapecó. Nesse ano de 2015, na XVI edição do simpósio, a comissão científica teve o grande desafio de buscar temas e palestrantes com grande relevância para a cadeia produtiva, sendo esse nosso maior objetivo como organizadores do evento, proporcionar ao público uma troca constante de informações técnicas.

Muitas transformações ocorreram na avicultura nos últimos anos, os cenários da produção, as barreiras comerciais, os temas relacionados à segurança alimentar e tantas outras. Diante disso, a indústria avícola vem se moldando ano após ano a essas mudanças, percebemos que ainda temos muito a melhorar, principalmente sob alguns aspectos, mas essas transformações somente ocorrem com o comprometimento de todos envolvidos na produção.

As grandes oscilações nos custos de matérias primas, dificuldades com mão de obra, falta de investimentos em infraestrutura, altas cargas tributárias sobre a cadeia produtiva, têm dificultado nos últimos anos a atividade avícola. Mesmo com esses fatores negativos, conseguimos colocar o Brasil em destaque como um dos principais produtores mundiais de proteína de origem animal, o que faz com que nossos profissionais sejam reconhecidos internacionalmente.

A Diretoria do Nucleovet, juntamente com a Comissão Organizadora do XVI Simpósio Brasil Sul de Avicultura, entende que uma das formas de colaborar com o segmento da avicultura é ser um facilitador entre a pesquisa e a aplicação prática das novas tecnologias geradas. Nosso papel junto com os colegas da indústria e demais setores é identificar as necessidades buscando capacitar os profissionais do meio, agregando novos conhecimentos e um maior intercâmbio entre a área científica e produção, mantendo a

premissa básica que a educação continuada é uma forma eficaz de transferir conhecimentos.

Junto ao Simpósio Brasil Sul, será realizado a VII Poultry Fair. Este espaço é destinado aos nossos parceiros, patrocinadores, empresas dos mais diferentes segmentos que aproveitam esse ambiente para divulgar e mostrar suas novas tecnologias e produtos. E, mais do que isso, aproveitam para criar uma maior integração e conagraçamento com os colegas participantes do Simpósio.

Esperamos todos em Chapecó!

**Rogério Francisco Balestrin**  
*Presidente do Núcleo Oeste de*  
*Médicos Veterinários e Zootecnistas*

## Programação Científica

### 07 de abril de 2015

14h - **Novas tendências em aditivos alimentares para a produção de frangos**

*Prof. Dr. José Henrique Stringhini*

15h - **Fisiologia da digestão e absorção**

*Dr. Fernando Rutz*

16h - Intervalo

16h30 - **Logística como fator crítico na produção de frangos de corte**

*Dr. Celso Cappellaro*

19h30 - **Solenidade de abertura**

20h - **Panorama e perspectivas para o mercado de carnes**

*Dr. Adolfo Fontes*

21h - **Coquetel de abertura**

### 08 de abril de 2015

8h - **Avicultura de alta performance no século 21**

*Dr. Bernardo Gallo*

9h - **Equipamentos presente X futuro**

*Dr. Clóvis Rayzel*

10h - Intervalo

10h30 - **Manejo de frangos de corte - visão europeia**

*Dr. Martijn Gruijters*

11h30 - **Análise de ciclo de vida**

*Dr. Jonas Irineu dos Santos Filho*

14h - **A questão hídrica e futuro da produção agropecuária**  
*Prof. M.Sc. Guilherme Augusto Vieira*

15h - **Manejo da microbiota para manter a qualidade da mucosa intestinal**  
*Prof. Dr. Filip Van Immerseel*

16h - **Intervalo**

16h30 - **Problemas locomotores causados por stress e infecção bacteriana**  
*Dr. Robert Wideman*

17h30 - **Eventos paralelos**

20h - **Jantar show**

## **09 de abril de 2015**

8h - **Pontos críticos no controle das salmonelas e o manejo pré abate**  
*Prof. Dr. Paulo Lourenço*

9h - **Salmonella, a atual situação européia, o caminho para zero**  
*Dr. Jaap Obdam*

10h - **Intervalo**

10h30 - **Procedimentos atuais e futuros para o controle de salmoneloses nas granjas avícolas americanas: melhores práticas x mundo real**  
*Dr. James Barton*

11h30 - **Experiência no controle de desafio respiratório**  
*Dr. Ivan Alvarado*

12h30 - **Encerramento das atividades**

## Sumário

Aditivos alimentares para a produção de frangos: aplicações recentes e tendências.....	13
<i>Cristiane Ferreira Prazeres Marchini, Eduardo Miranda de Oliveira, Fernanda Vieira Castejon, Lindolfo Dorcino dos Santos Neto, Poliana Martins, Fabyola Barros de Carvalho, Marcos Barcellos Café, José Henrique Stringhini</i>	
Fisiologia da digestão e absorção em aves.....	58
<i>Fernando Rutz, Victor Fernando B. Roll, Eduardo G. Xavier, Marcos A. Anciuti, Debora C.N. Lopes</i>	
Logística e seu impacto na avicultura brasileira.....	72
<i>Celso Cappellaro</i>	
Panorama e perspectivas para o mercado de carnes.....	74
<i>Adolfo Fontes</i>	
Avicultura de alta performance no século 21.....	75
<i>Bernardo Gallo</i>	
Equipamentos presente X futuro.....	80
<i>Clóvis Rayzel</i>	
EU legislation on broiler meat production - impact on broiler management.....	85
<i>Martijn Gruijters</i>	
Ciclo de vida na produção de frangos .....	92
<i>Jonas Irineu dos Santos Filho</i>	
A questão hídrica e futuro da produção agropecuária.....	100
<i>Guilherme Augusto Vieira</i>	
Managing the gut microbiota to control gut integrity, inflammation and pathogen colonization: a method to optimize broiler performance.....	113
<i>Richard Ducatelle, Lonneke Onrust, Karen Vermeulen, Karolien Van Driessche, Freddy Haesebrouck, Venessa Eeckhaut, Filip Van Immerseel</i>	
Lameness caused by stress and bacterial infection in broilers.....	130
<i>Robert F. Wideman Jr.</i>	

Pontos críticos no controle das salmonelas - pré abate.....	139
<i>Paulo Lourenço Silva</i>	
Carne de aves, o caminho para salmoella zero.....	145
<i>Jaap Obdam</i>	
Current and predicted on-farm salmonella control practices in us poultry: best practices vs. real world.....	146
<i>James T. Barton</i>	
Experiência no controle de desafio respiratório.....	150
<i>Ivan Alvarado</i>	

## **ADITIVOS ALIMENTARES PARA A PRODUÇÃO DE FRANGOS: APLICAÇÕES RECENTES E TENDÊNCIAS**

**Cristiane Ferreira Prazeres Marchini, Eduardo  
Miranda de Oliveira, Fernanda Vieira Castejon,  
Lindolfo Dorcino dos Santos Neto, Poliana Martins,  
Fabyola Barros de Carvalho, Marcos Barcellos Café,  
José Henrique Stringhini**

*Departamento de Produção Animal, Escola de Veterinária e Zootecnia,  
Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, Goiânia, Goiás,  
henrique@ufg.br*

### **Introdução**

A busca pela produção animal eficiente e de máximo desempenho econômico deve estar associada às crescentes exigências dos consumidores brasileiros e mundiais por produtos com qualidade, segurança alimentar e baixo custo. A avicultura respondeu a essas demandas muito rapidamente, mas enfrenta desafios diários. É inegável os ganhos obtidos com o uso dos aditivos antimicrobianos ao longo dos anos, mas, com o processo de desconfiança da população, ocorreu a proibição desses e de outros compostos na alimentação animal a partir do ano de 2006 na União Européia (European Commission, 2005).

Esforços e estudos na utilização de antibióticos em rações animais têm ocorrido desde a década de 1950, mas em 1963, com o grande surto de *Salmonella Thiphymurium* na Europa, a categorização dos antibióticos e a regulação do seu uso se intensificaram. Em 1980, a Suécia iniciou estudos para proibição de antibióticos nas dietas animais, o que se concretizou em 1986. Na Dinamarca, essas restrições atingiram seu ápice em 1994. Mas, na Europa como um todo, instituiu-se essa proibição em 2006 (Cogliani et al., 2011). Os Estados Unidos estudam medidas para prevenir o aparecimento de bactérias resistentes aos antibióticos com investimentos e políticas públicas agressivas (APUA, 2014). Os países importadores de produtos avícolas brasileiros impõem sistemas controle de resíduos químicos e de microorganismos

resistentes a antibióticos em produtos de origem animal, o que impulsionou a busca de novos conceitos relativos aos aditivos utilizados na nutrição animal.

A busca por alternativas aos melhoradores de desempenho/antibióticos promotores de crescimento encontra nas enzimas, antioxidantes, ácidos orgânicos, probióticos, prebióticos, simbióticos, extratos herbais e óleos essenciais, um amplo horizonte de pesquisas, com descobertas de importância crescente quanto aos seus efeitos melhoradores de desempenho e promotor da eubiose e saúde do trato gastrointestinal das aves.

Os segmentos de nutrição e produção animal trabalham para produzir alimentos seguros, apoiando pesquisas desenhadas para comprovar a eficiência de aditivos que venham a substituir os APC na alimentação animal (Bonato et al., 2008). Busca-se reduzir os microrganismos patogênicos das aves, visando o bem-estar e o máximo desempenho animal sem efeitos prejudiciais aos animais e ao homem e deixar resíduos nos produtos de consumo e no meio ambiente (Benício, 1996; Scheuermann & Cunha Júnior, 2005; Flemming, 2010; Catalan et al., 2012; Pessôa et al., 2012; Mishra, 2014). Para completar essa tendência, Cogliani et al. (2011) afirmam que a recuperação da microbiota natural dos animais passou a ser um dos grandes ganhos do banimento dos antibióticos na Europa. Mas, por outro lado, relata-se que o consumo de antibióticos prescritos na indústria animal na Dinamarca aumentou após o banimento nas dietas, de 1999 a 2010 (Burch, 2012).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Instrução Normativa Nº.13 de 30/11/2004, disponível no endereço eletrônico <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=133040692>) e orientações do Codex Alimentarius ([www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org)), aditivos são produtos destinados à alimentação animal e é definido como “substância, micro-organismo 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”.



A proposta nesta apresentação é discutir aspectos sobre a utilização de aditivos e a perspectiva futura para sua inclusão nas dietas das aves.

## **Melhoradores de desempenho**

Até recentemente chamados promotores de crescimento, esses aditivos se caracterizam como compostos orgânicos sintéticos, químicos ou elementos inorgânicos simples. Antibióticos e quimioterápicos têm sido utilizados com sucesso na produção de aves, especialmente em desafio sanitário elevado (Brugalli, 2003). São usados para tratamento e prevenção de doenças, melhoria da eficiência alimentar de aves comerciais desde 1950, deprimem microrganismos potencialmente patogênicos e proporcionam meio favorável para aqueles considerados desejáveis (Costa et al., 2014; Mishra, 2014).

Um antibiótico pode ser definido como metabolitos naturais de fungos, bactérias, leveduras que inibem a proliferação de bactérias, por sua ação bactericida ou bacteriostática sobre as bactérias e/ou fungos (Mellor, 2000). Sua utilização ainda não indicou evidências concretas comprovadas por estudos epidemiológicos da associação da utilização de antimicrobianos na produção animal e aumento do risco de infecções por bactérias resistentes em humanos (Phillips et al., 2004; Hurd & Malladi, 2008; Cox Jr. & Popken, 2010; Mathers et al., 2011). Entretanto, a restrição ao uso dos APC na dieta das aves, tem resultado em aumento da incidência de doenças entéricas como a enterite necrótica (Vidanarachchi et al., 2005).

## **Probióticos, prebióticos e simbióticos**

De acordo com Havenaar & Huis In't Veld (1992), probióticos são:

"um grupo mono - ou mistura de cultura de microrganismos vivos que, aplicados a animais ou ao homem, afetam benéficamente o hospedeiro melhorando as propriedades da microbiota gastrointestinal. Os probióticos devem (a) conter microrganismos vivos (por exemplo, liofilizado de células ou produto

fresco ou fermentado), (b) melhorar a saúde e o bem-estar dos animais ou do homem (incluindo a promoção do crescimento de animais), e (c) podem ter seu efeito sobre todas as superfícies das mucosas do hospedeiro, incluindo a cavidade oral, trato gastrointestinal, trato respiratório superior, ou no trato urogenital".

Para ser considerado probiótico, o microrganismo deve pertencer à microbiota normal do intestino, deve sobreviver às condições adversas do trato gastrointestinal (TGI) (ação da bile e dos sucos gástrico, pancreático e entérico), colonizar rapidamente o intestino da ave e deve ser capaz de aderir ao epitélio intestinal do hospedeiro, ter ação antagonista aos microrganismos patogênicos, não ser tóxico ou patogênico e ser estável e viável na preparação comercial (Gibson e Roberfroid, 1995). Probióticos são constituídos, geralmente, de microrganismos vivos, como bactérias e/ou leveduras vivas que recompõem e modulam beneficemente (Fuller, 1989) a microbiota intestinal reduzindo a quantidade de microrganismos indesejáveis e estimulando o sistema imune das aves (BRASIL, 2004)

De acordo com Leedle (2000), as espécies de bactérias e leveduras normalmente utilizadas como probióticos são: *Lactobacillus acidophilus*, *L. brevis*, *L. bulgaricus*, *L. casei*, *L. cellobiosus*, *L. fermentum*, *L. helveticus*, *L. lactis*, *L. paracasei*, *L. plantarum*, *L. reuteri*, *L. rhamnosus*, *Bifidobacterium adolescentis*, *B. animalis*, *B. bifidum*, *B. infantis*, *B. longum*, *B. thrmophilum*, *Streptococcus thermophilus*, *S. diacetylactis*, *Enterococcus lactis*, *Pediococcus pentosaceus*, *Propionibacterium acidipropionici*, *Bacillus licheniformis*, *B. subtilis*, *B. toyoi*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspegillus Níger*, *A. oryzae*.

No trato intestinal das aves, o gênero *Lactobacillus* predomina (Axelsson & Lindgren, 1987) e há três espécies predominantes de *Lactobacillus* (*L. reuteri*, *L. salivarius*, and *L. animalis*), mas somente o *L. reuteri* tem potencial para produzir a reuterina (substância antimicrobiana que é um metabólito intermediário do glicerol (Axelsson *et al.*, 1989; Chung *et al.*, 1989; Talarico & Dobrogosz, 1989) e o único que pode ser aplicado diretamente em embriões de perus e de frangos (Edens, 2003). Esta observação é significativa se considerarmos a importância do *Lactobacillus* no processo de

exclusão competitiva de microorganismos presente no intestino das aves domésticas como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria*, *Enterococci*, and *E. coli* (Edens, 2003).

Sabe-se que a maioria dos microrganismos são sensíveis às altas temperaturas e podem ser destruídos pela peletização das rações. A utilização de cepas termoestáveis pode ser uma alternativa ao processo de peletização sem comprometer a eficiência (Eyng et al., 2006). O modo de administração dos probióticos pode ser o mais variado possível, podendo ser adicionado na ração, na água de beber, pulverização sobre as aves, inoculação em ovos embrionados. Podem também ser administrados em cama usada em cápsulas gelatinosas e pela via intra-esofágica (Silva, 2000; Andreatti Filho & Silva, 2005).

Os probióticos devem ser administrados nos primeiros dias de vida da ave antes de serem contaminados por patógenos para incrementar sua eficiência (Fuller, 1989; Andreatti Filho & Silva, 2005; Lorençon et al., 2007). Assim que o embrião eclode em ambiente contaminado por bactérias, vírus e protozoários começa a desenvolver sua própria microbiota intestinal de proteção. O trato gastrointestinal da ave é praticamente nulo em bactérias benéficas no momento da eclosão, sendo necessário de 5 a 7 dias após a eclosão para que a população saudável de bactérias produtoras de ácido láctico se estabeleça no intestino (Edens, 2003). Em condições normais, um período de 3 a 5 semanas é necessário para que uma população estável de bactérias se desenvolva no intestino, e o maior número de bactérias reside no ceco (Sarra et al., 1992).

Flemming (2005), ao avaliar o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo probióticos, prebióticos e antibióticos, concluiu que, na fase de 1 a 21 dias de idade, o probiótico incrementou o ganho de peso acumulado comparado ao grupo controle, sem diferença com os outros tratamentos. De 1 a 42 dias de idade, essa diferença não foi observada (Tabela 1).

**Tabela 1.** Efeito da inclusão de aditivos na dieta de frangos de corte

Tratamento	1-21 dias			22-42 dias		
	GP	CR	CA	GP	CR	CA
Controle	770,8b	1140,8	1,48	2510,5ab	4643,5	1,85
Antibiótico <sup>1</sup>	777,5ab	1142,9	1,47	2494,9ab	4590,7	1,84
Probiótico <sup>2</sup>	814,2a	1188,7	1,46	2553,8a	4622,3	1,81
Simbiótico <sup>3</sup>	797,7ab	1180,6	1,48	2512,4ab	4679,1	1,86

Médias com letras distintas na coluna são diferentes ( $P < 0,05$ ). <sup>1</sup>Avilamicina 10g/ton; <sup>2</sup>*Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis* 1kg/ton; <sup>3</sup>Probióticos 1kg/ton + 0,5kg MOS/ton. Adaptado de Flemming (2005).

Bactérias produtoras de ácido láctico constituem a microbiota dominante ao longo do TGI, desde o ingluvío até ao intestino grosso. Estas bactérias produzem também peróxido de hidrogênio (Gibson, 1999) e outras substâncias como bacteriocinas, reuterina, nisina, ou lactococinas all of que apresentam efeito inibitorio para o genero Enterobacteriaceae como *E. coli* e *Salmonella* spp., além de outras como *Staphylococci* spp., *Clostridium* spp., *Listeria* spp. tanto *in vitro* como *in vivo* (Edens, 2003).

No ceco, um ambiente anaeróbio se desenvolve o que favorece o crescimento de microrganismos como *Bifidobacterium* spp. e *Bacteriodes* spp. Essas bactérias, juntamente com outras bactérias produtoras de ácido láctico, criam um microambiente que se caracteriza pelo pH ácido resultante da produção de ácidos acético, propiônico, butírico e ácido láctico e substâncias antimicrobianas que excluem ou matm muitos patógenos diferentes (Edens, 2003).

Microrganismos probióticos provenientes do conteúdo cecal de aves saudáveis (Edens, 2003) quando oferecidos às aves ocupam os sítios de ligação (receptores) da mucosa entérica, formando uma parede de defesa contra patógenos invasores (Cuarón, 2000). Assim, diminuem a área de aderência das bactérias patogênicas, como *Salmonella enterica*, *E. coli* e *Campylobacter* sp. (Corrier et al., 1991), os quais são eliminados por não se ligarem aos receptores celulares, ou seja, eles são excluídos pela competição. As leveduras do gênero *Saccharomyces* utilizadas como probiótico, se aderem aos microrganismos patogênicos na

parede celular e formam um “complexo levedura-bacteria”, que aumenta a susceptibilidade aos mecanismos de defesa da ave.

A utilização dos probióticos pode auxiliar na digestão e na absorção de nutrientes, quando agem sobre os sais biliares; produzem vitaminas do complexo B (Silva, 2000); produzem ácido láctico e acético que reduzem o pH do TGI, exercem efeito antibacteriano e incrementam a absorção de ácidos graxos de cadeia curta (Leedle, 2000), melhoram a resposta imune específica e não-específica mediante estimulação da produção de anticorpos, ativação de macrófagos, proliferação de células T e produção de interferon (Menten, 2001), aumentam a produção de citocinas pelos linfócitos intraepiteliais e também os níveis de imunoglobulinas, especialmente IgA, a mais ativa no intestino e que inibe a colonização bacteriana via aglutinação e ligação aos sítios de fixação (Edens, 2003); além de serem capazes de restaurar a microbiota intestinal após antibioticoterapia (Oliveira et al., 2012). Os probióticos também estabilizam a mucosa intestinal, tornando mais difícil a colonização por agentes patogênicos, e promovem menor contaminação em carnes e produtos processados (Edens, 2003).

Algumas bactérias secretam enzimas, como a  $\beta$ -glucoronidase e hidrolases de sais biliares, que liberam compostos, como ácidos biliares, com ação inibitória sobre outras bactérias (Silva, 2000). Os probióticos neutralizam a ação e/ou reduzem a absorção de enterotoxinas patogênicas, além de diminuir a produção de amoníaco e eliminar aminas biogênicas tóxicas. Abaza et al. (2008) avaliaram a adição de *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformes*, óleo de semente preta na dieta de frangos comparando com bacitracina de zinco e virginamicina. A adição de óleo de semente preta, *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformes* nas dietas de frangos proporcionou aumento no ganho de peso corporal (Tabela 2). Aves alimentadas com dietas suplementadas com *Saccharomyces cerevisiae* ou *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformes* diminuíram o percentual de gordura abdominal e melhoraram o coeficiente de digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta.

Alguns autores não têm encontrado diferenças significativas a respeito dos parâmetros morfológicos com a adição de prebióticos, probióticos e simbióticos, como Nunes (2008), em que não se evidenciou efeito positivo sobre qualquer parâmetro morfológico em aves desafiadas com *Salmonella* Enteritidis.

**Tabela 2.** Desempenho, coeficiente de digestibilidade de nutrientes e rendimento de carcaça de frangos de corte que receberam antibióticos, probióticos e fitobiótico na ração

Tratamento	Desempenho		
	GP	CR	CA
Controle	1144.58d±2.90	3975.55ab±9.47	3.47a±0.01
<i>S. cerevisiae</i>	1175.36ab±2.74	3979.09a±11.22	3.39b±0.01
<i>B. subtilis</i> e <i>B. licheniform</i>	1168.45b±2.77	3933.45ab±8.78	3.37b±0.01
Óleo de semente preta	1179.05a±2.87	3771.33c±8.32	3.20c±0.01
Virginiamicina	1155.65c±2.59	3712.91c±63.46	3.21c±0.05
Bacitracina de zinco	1155.47c±2.90	3883.99b±21.69	3.36b±0.02

Tratamento	Digestibilidade			
	MS	PB	FB	EE
Controle	80.86ab±0.86	89.89b±0.86	22.98ab±0.86	75.51ab±3.54
<i>S. cerevisiae</i>	82.74a±0.87	92.76a±0.87	23.25a±0.86	78.03a±0.87
<i>B. subtilis</i> e <i>B. licheniform</i>	82.03a±0.86	90.83ab±0.87	22.39ab±0.86	74.02ab±0.85
Óleo de semente preta	82.39a±0.87	91.79ab±0.86	22.84ab±0.85	76.17ab±0.86
Virginiamicina	78.68bc±0.86	88.96bc±0.87	20.12b±0.87	73.87ab±0.86
Bacitracina de zinco	76.66c±0.50	86.47c±0.86	21.55ab±0.86	72.14b±0.87

Tratamento	Rendimento de carcaça (%)		
	Carcaça	Carcaça	Carcaça
Controle	66.56±3.66	5.62±0.31	0.10a±0.01
<i>S. cerevisiae</i>	68.85±7.73	5.80±0.32	0.09ab±0.01
<i>B. subtilis</i> e <i>B. licheniform</i>	68.38±5.71	5.78±0.31	0.09bc ±0.01
Óleo de semente preta	69.87±7.84	5.88±0.29	0.07c±0.01
Virginiamicina	67.20±2.92	5.68±0.31	0.07c±0.01
Bacitracina de zinco	67.89±3.90	5.67±0.31	0.09 ab ±0.01

Médias com letras distintas na coluna são diferentes (P<0,05). GP: ganho de peso; CR: consumo de ração; CA: conversão alimentar; MS: material seca; PB: proteína bruta; FB: fibra bruta; EE: extrato etéreo; GA: gordura abdominal. Adaptado de Abaza et al. (2008).

Os prebióticos atuam no sistema imune por promover, o crescimento das populações de bactérias benéficas (*Lactobacillus* e *Bifidobacterium*). Estas tem capacidade de produzir substâncias com propriedades imunoestimulatórias e de modular a resposta imune mediante a produção de citocinas, proliferação de células mononucleares, a estimulação da fagocitose macrófágica, a eliminação e a indução de síntese de grandes quantidades de imunoglobulinas, em especial, as IgA (Silva & Nornberg, 2003; Flemming, 2005) (Oliveira *et al.*, 2012). Os prebióticos pode desencadear resposta imune mediante estimulação das células B da bolsa cloacal, precursoras de IgA, e de células T das placas de Peyer para o desenvolvimento da imunidade geral e inespecífica. Através deste estímulo antigênico da mucosa do TGI das aves, ocorre a produção de anticorpos IgA, que diminuem o número de bactérias patogênicas na luz intestinal o que resulta em aumento da imunidade da mucosa intestinal (Silva, 2000). Estas respostas são de suma importância nas aves, pois o trato intestinal é o órgão de maior responsabilidade no desenvolvimento de imunidade geral e inespecífica (Oliveira *et al.*, 2012).

Além disso, bloqueiam os sítios de aderência (principalmente a D-Manose), imobilizando e reduzindo a capacidade de fixação de algumas bactérias patogênicas na mucosa intestinal; promovem redução dos lipídios sanguíneos; melhoram a absorção do cálcio da dieta (Gomes, 2009). Os compostos prebióticos podem exercer efeitos benéficos sobre a saúde intestinal, aumentando as respostas do GALT diretamente (efeitos imunológicos sistêmicos e locais) ou indiretamente, através da mediação de ácidos graxos de cadeia curta, como o butirato e das bactérias produtoras de ácido láctico (Kaminogawa 2002; Hosono *et al.* 2003).

Os prebióticos são constituídos de oligossacarídeos e polissacarídeos, principalmente de mananoligossacarídeos (MOS), inulina (fructano), frutoligossacarídeos (FOS) e arabinoglicanos, extraídos de plantas; e fucanos sulfatados, extraídos de algas (Tringali, 1997; Iji & Tivey, 1998). Segundo Fernandes *et al.* (2003), MOS são carboidratos complexos contendo D-manose, derivados da parede celular de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*).

MOS adicionado à dieta pode aderir às fimbrias bacterianas, bloquear a adesão à superfície intestinal das bactérias patogênicas como *Escherichia coli*, *Clostridium sp* e *Salmonella sp*. Assim, o número de bactérias benéficas produtoras de ácido acético e

butírico aumenta no lumen intestinal (Oyfo et al., 1989; Ito *et al.*, 2004). Os MOS também possuem a capacidade de serem utilizados como adsorventes de aflatoxinas, geralmente presentes no milho de baixa qualidade. Os frutoligossacarídeos (FOS) são polímeros ricos em frutose, ocorrendo naturalmente em sementes e raízes de vegetais como chicória, cebola, alho, alcachofra, aspargo, cevada, centeio, grãos de soja, grão-de-bico e tremoço, ou sintéticos. Os FOS contribuem para o melhor desempenho animal (Rostagno *et al.*, 2003). Já os glucoligossacarídeos (GOS), de acordo com Menten (2001), são obtidos a partir da parede celular de leveduras e contêm glucose e manose, como os dois principais açúcares.

O efeito positivo dos prebióticos (MOS) foi detectado por Rostagno et al. (2003) ao suplementarem frangos criados em cama reutilizada, alimentados com rações compostas de antibiótico ou prebiótico, mostraram melhor ganho de peso e conversão alimentar que as aves da ração controle, sem promotor (Tabela 3).

**Tabela 3.** Desempenho de frangos de corte de 1 a 41 dias de idade que receberam prebiótico (MOS) e antibiótico (avilamicina) na dieta

<b>Tratamento</b>	<b>Ganho de peso (g)</b>	<b>Conversão alimentar</b>
Controle (C)	2398b	1,915b
Avilamicina	2480a	1,859a
MOS I	2487a	1,859a
MOS II	2485a	1,860a

Adaptado de Rostagno et al. (2003)

Em outro experimento realizado com pintos de 01 a 21 dias de idade, criados em cama reutilizada, ALBINO et al. (2006) avaliaram a adição de antibiótico e de prebióticos a base de MOS. Os autores verificaram não haver diferença sobre o ganho de peso entre os tratamentos formados por MOS e os demais tratamentos, apesar do tratamento com avilamicina ter proporcionado melhor resultado ( $P < 0,05$ ) (Tabela 4).



**Tabela 4.** Desempenho e viabilidade de pintos de corte machos de 1 a 21 dias que receberam as rações contendo prebióticos (MOS), antibiótico (avilamicina) e suas combinações

Tratamento*	GP (g)	CR (g)	CA	Viabilidade (%)
Ração basal (RB)	762,2b	1057,6	1,39	98,3
RB + Avilamicina	795,4a	1092,2	1,37	97,8
RB + MOS AC	769,4ab	1072,3	1,39	99,4
RB + MOS CP	783,6ab	1102,2	1,41	99,4
RB + MOS AC + avilamicina	785,6ab	1091,8	1,39	97,8
RB + MOS CP + avilamicina	777,1ab	1087,8	1,40	98,3
CV (%)	2,9	3,9	3,4	2,8

Adaptado de Albino et al (2006). \*RB: ração basal; MOS AC: mananoligossacarídeo alta concentração; MOS CP: mananoligossacarídeo concentração padrão.

Prebióticos possuem como funções principais a melhoria e a proteção da mucosa, reduzindo as lesões intestinais e propiciando maior altura dos vilos e profundidade de cripta, (Luquetti et al., 2005; Pelicano et al., 2005 Muraroli, 2008), incremento na digestibilidade de nutrientes e na energia metabolizável das dietas (Albino et al., 2006) e melhor mineralização dos ossos quando suplementados a dietas de aves (MARTIN, 1994). No entanto, é importante salientar a necessidade de determinar a dosagem correta para cada tipo de aditivo e de considerar o desafio sanitário para a comprovação ou não da atuação destes, a fim de garantir a presença de organismos patogênicos como *E. Coli* e *Salmonella sp.* (Pessôa et al., 2012)

Os probióticos e prebióticos são produtos inovadores, naturais, estabilizantes da flora intestinal e melhoradores da saúde animal; aumentam o aproveitamento das proteínas, aminoácidos e energia da dieta; melhoram a atividade da fitase bacteriana; reduzem a mortalidade embrionária; aumentam a produção de ovos comerciais e ovos férteis em matrizes. Também reduzem o aparecimento de neoplasias melhorando a atividade imunológica das aves. (Costa et al., 2014).

Simbióticos são combinações de probióticos e prebióticos fornecidos na dieta das aves em que o prebiótico atua de forma sinérgica no crescimento das bactérias benéficas presentes no probiótico (Silva, 2000). Isso estabiliza o meio intestinal e aumenta o número de bactérias benéficas produtoras de ácido láctico, favorecendo a eubiose (Fuller, 1989; Furlan et al., 2004). Portanto, o fornecimento de organismos probióticos e de substâncias prebióticas, potencializa os efeitos de ambos (Menten, 2001). Alguns trabalhos comprovam que probióticos, prebióticos e simbióticos melhoram a integridade da mucosa intestinal, indicando efeito trófico e melhor desempenho das aves (Macari e Maiorka, 2000; Santin et al., 2001; Loddi, 2003; Flemming, 2005; Pelicano et al., 2005; Balog et al., 2007).

## **Extratos herbais/ fitobióticos**

Apesar do emprego da fitoterapia como auxiliar na medicina para a cura de doenças ser antigo e o uso de ervas e especiarias conhecido há milhares de anos, desde o antigo Egito e a Grécia (Gill 1999; Kamel 2000). (González, 2008), o interesse no uso em rações de animais de compostos de plantas no tratamento, prevenção de doenças e como melhoradores de desempenho das aves em substituição aos APC é mais recente (Puvača et al., 2013; Chen et al. 2003; Guo et al. 2003; Cross et al. 2004; Guo et al. 2004). Os fitobióticos têm atraído muito a atenção por ser um produto natural, não tóxico e que não deixa resíduos (Mishra, 2014), melhorando assim a segurança alimentar para os consumidores. Quando utilizados na alimentação animal, os princípios ativos dos extratos vegetais são absorvidos no intestino pelos enterócitos e metabolizados rapidamente no organismo (Rizzo et al., 2008) com baixo risco de acúmulo tecidual (Oliveira et al., 2012; Royer et al., 2013). Os produtos deste metabolismo são excretados na urina ou eliminados pela respiração como CO<sub>2</sub> (Kohlert et al., 2000).

Fitobióticos ou aditivos fitogênicos são compostos bioativos naturais derivados de plantas que podem ser incorporados em dietas, a fim de melhorar o desempenho e bem-estar dos animais (MISHRA, 2014). O termo fitobiótico é frequentemente utilizado para óleos essenciais, elementos botânicos e extratos herbais derivados de plantas (Lee et al., 2004). Também são usados em alimentos para animais na forma de óleo-resina ou óleos essenciais. O óleo-

resina é obtido por percolação, com a utilização de solventes, e resulta em um líquido ou uma pasta consistindo de resina e produtos químicos e substâncias orgânicas. Um óleo essencial é um líquido homogêneo constituído por várias substâncias químicas, e que é obtido por destilação a vapor por atividade enzimática seguida de destilação ou por extração com dióxido de carbono líquido, sob baixa temperatura e alta pressão. Os óleos essenciais são os mais utilizados em rações animais e compreendem grupos químicos como hidrocarbonetos terpênicos, álcoois, ésteres, aldeídos, cetonas e óxidos em diferentes concentrações (Lee et al., 2004; Rizzo et al., 2008).

Os fitobióticos representam ampla gama de compostos derivados de plantas com composição química e concentrações variáveis e podem exercer múltiplas funções no animal. Seus efeitos positivos têm sido atribuídos à sua atividade antimicrobiana (reduz coliformes) e sua capacidade de melhorar a resposta imune e de modular o sistema imunológico, melhoram as respostas imunes humoral e celular de frangos (Almeida, 2012; Puváča et al., 2013; Mishra, 2014). Muitas das propriedades benéficas dos compostos fitogênicos derivam de suas moléculas bioativas como carvacrol, timol, cineol, linalol, anetole, allicina, capsaicina, alilo isotiocianato e piperina. Exemplos de fitobióticos mais comumente utilizados na alimentação de frangos e sua composição estão na tabela 5.

Os extratos e óleos essenciais (OLE's) agem na célula bacteriana provocando o aumento na fluidez de membrana dado pelo acúmulo dos OLE's na membrana citoplasmática com mudanças na integridade celular e ocupação do espaço dos fosfolipídios. Esta condição provoca alterações na conformação da membrana e sua fluidez, permitindo a saída de íons como  $K^+$  e entrada de  $H^+$  na célula o que culmina por provocar mudança do gradiente iônico externo. O  $H^+$  acumulado no interior da célula provoca diminuição do pH que leva à exportação de  $H^+$  com entrada de  $Na^+$ . Estes efeitos associados provocam danos aos sistemas enzimáticos envolvidos com a produção de energia e síntese de componentes estruturais, dificultando a condução e transporte do ATP intra-celular e a energia da célula bacteriana; como consequência as bactérias param o seu crescimento ou morrem (Knowles et al., 2005).

De forma geral, os óleos essenciais modificam a microbiota intestinal e reduzem a carga microbiana ao impedir a proliferação de bactérias, fungos, protozoários e vírus, melhoram a renovação do epitélio da mucosa intestinal e evita ataque de parasitas, permitindo o desenvolvimento de células mais saudáveis (Bruerton, 2002).

Preconiza-se que os extratos herbais poderiam estimular as enzimas digestivas presentes no suco gástrico e no suco pancreático (Mellor, 2000; Oliveira et al., 2012; Kamel, 2000; Almeida, 2012), aumentar a digestibilidade e absorção de nutrientes, melhorar a palatabilidade da ração (Almeida, 2012; Royer et al., 2013), e que também possuem propriedades hipoglicêmicas, reduzindo a glicose sanguínea por estimular a secreção de insulina pelas células endócrinas do pâncreas (Quintaes, 2001). Os extratos herbais possuem atividade antibacteriana (Knowles et al., 2005), antifúngica (Pereira et al., 2006), antiviral, anti-séptica, anti-inflamatória (Toledo et al., 2009) e atividade antioxidante (Botsoglou et al., 2002), modulam a microbiota intestinal (Laughout, 2005), modificação morfo-histológica do TGI e melhora a resposta imune (Almeida, 2012), e promovem a proliferação de células T e de citocinas produzidas por macrófagos, estimulando a imunidade humoral e a celular (Quintaes, 2001).

Extratos vegetais podem estimular o apetite (Wenk, 2003), secreções gástricas e de enzimas digestivas (Lee *et al.*, 2004; Jang *et al.*, 2007; Leite et al., 2012), atividade antimicrobiana, coccidiostática ou anti-helmíntica em animais monogástricos (Vidanarachchi et al., 2005), ação antioxidante (Ruberto et al., 2002; Burt, 2004; Puvača, 2008; Windisch et al., 2008), antiviral, antitoxigênica, antiparasítica e inseticida (Burt, 2004).

**Tabela 5.** Fitobióticos mais comumente utilizados como aditivos na alimentação de frangos de corte, seus princípios ativos e propriedades

<b>Espécie</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Parte</b>	<b>Princípio ativo</b>	<b>Propriedades</b>
Canela	<i>Cinnamomum verum</i>	Casca	Cinamaldeído	estimulante da digestão, antisséptico, antimicrobiano, antioxidante
Cravo	<i>Syzygium aromaticum</i>	Semente	Eugenol	antioxidante
Alho	<i>Allium sativum L.</i>	Bulbo	Alina e alicina	antimicrobiano, antitóxica, antiesclerogênica
Tomilho	<i>Thymus vulgaris L.</i>	Planta	Timol	antioxidante
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>	Folha	Carvacrol	estimulante da digestão, antimicrobiano
Pimenta vermelha	<i>Capsicum annum</i>	Fruto	Capsaicina, dihidrocapsaicina	estimulante da digestão, antimicrobiano, anticancerígeno
Hortelã	<i>Mentha piperina</i>	Folha	Mentol	antioxidante
Gengibre	<i>Zingiber officinale</i>	Bulbo	Gingerol, citral, cineol, zingibereno, zingiberol	antibacteriano
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Folha	Cineol	antioxidante
Sálvia	<i>Salvia officinalis</i>	Folha	Cânfora, cineol	antioxidante
Cominho	<i>Cuminum cyminum</i>	Folha, semente	Ácido málico, cumeno, cuminol	Auxilia a digestão
Cominho negro	<i>Nigella sativa</i>	Semente	Nigellone	antibacteriano, modulador do sistema imune

<b>Espécie</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Parte</b>	<b>Princípio ativo</b>	<b>Propriedades</b>
Erva doce	<i>Pimpinella anisum</i>	Semente	Anetol, ácido anísico	auxilia a digestão, hepatoprotetora, antiséptica, fungicida e suavizante
Funcho	<i>Foeniculum vulgare</i>	Semente folha	Anetol, estragol	auxilia na digestão, antimicrobiano
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i>	Folha e semente	Linalol	auxilia a digestão
Artemísia (absinto)	<i>Artemisia vulgaris</i>	Folha, flor	Artemisinina, artemisina, rutina, ácidos málico, tânico e fórmico	anti-inflamatória, antimicrobiana
Cebola	<i>Allium cepa</i>	Bulbo	Quercetina	anti-inflamatório, antifúngica, antimicrobiana, antiviral

Os extratos herbais são estudados e aplicados como antioxidantes nas rações e com efeitos posteriores, buscando redução da oxidação lipídica de carne e ovos. De acordo com Traesel et al. (2011), o potencial antioxidante dos óleos essenciais está relacionado à presença de compostos fenólicos, flavonóides e terpenóides em sua estrutura química. Essas substâncias podem interceptar e neutralizar radicais livres, impedindo a propagação do processo oxidativo.

Vários estudos apontam os benefícios do uso dos fitoterápicos na nutrição animal como substitutos aos APC. Os aditivos fitogênicos, quando adicionados em rações de frangos, podem ser eficientes em criar uma microflora intestinal saudável, em melhorar a digestão, a utilização dos nutrientes proporcionando melhores resultados de desempenho e digestibilidade de nutrientes e resultar em melhoria nas condições imunitárias das aves (Platel & Srinivasan, 1996; Farag et al., 1989; Kamel, 2000; Langhout, 2000; Rostagno et al., 2001; Alçiçek et al., 2003; Brugalli, 2003; Knowles et al., 2005; Hernández et al., 2004; Ertas et al., 2005; Fukayama et al., 2005; Zhang et al., 2005; García et al., 2007; Levic et al., 2007; Santurio et al., 2007; Toledo et al., 2007; Wang et al., 2008; Al-

Kassie, 2008; Abdullah et al., 2009; Al-Kassie, 2009; Bozkurt et al., 2009; Cardoso et al., 2009; El-Ghousein et al., 2009; Gabriel et al., 2009; Rizzo et al., 2010; Dias, 2011; Petrolli et al., 2011; Rahimi et al., 2011; Koiyama, 2012).

A atividade antimicrobiana é um dos efeitos intrínsecos dos extratos de plantas. O cinamaldeído, por exemplo, presente no óleo de canela, tem atividade antimicrobiana devido à sua lipofilicidade de terpenóides e fenilpropanóides que atravessam a membrana, alcançam o interior das células e danificam o sistema enzimático bacteriano. Algumas pesquisas têm sido realizadas com aditivos fitogênicos como estratégias nutricionais para regular a microbiota intestinal de frangos. (Moleyar & Narasimham, 1992; Elgayyar et al., 2001; Losa, 2001; Mitsch et al., 2004; Akşit et al., 2006; Tekeli et al., 2006; Jang et al., 2007; Rizzo et al., 2008; Bona, 2010; Koiyama, 2012). Mountzouris et al. (2011) administraram fitoterápico composto por orégano, anis e citrus resultou em redução de coliformes e aumento de bifidobactérias e lactobacilos no ceco. Al-Kassie (2010) verificaram que 0,5% e 1% de alecrim ou 0,5% e 1% de canela na dieta de frangos foram eficazes em diminuir o número de coliformes no Inglúvio, jejuno e intestino grosso.

Jang et al. (2007) verificaram que a adição da mistura de óleos essenciais contendo timol (25 e 50 mg/kg de ração) em comparação a um antibiótico (colistina 10mg/Kg de ração) resultou maior atividade da tripsina pancreática, da  $\alpha$ -amilase e da maltase intestinal aumentaram, mas o número de UFC de *Lactobacillus sp* não foi afetada pela suplementação de óleo essencial ou antibiótico (Tabela 6).

O efeito anticoccidiano foi observado por Silva et al. (2009) para o óleo essencial de orégano (0,5 e 1g/kg) exerceu efeito anticoccidiano semelhante a salinomina, verificado através da morfometria intestinal e excreção de oocistos. Allen et al. (1997) avaliaram o efeito da *Artemisia annua* cujo princípio ativo é a artemisina demonstrou ser eficiente em diminuir os escores de lesão da *Eimeria tenella* e *E. acervulina* em frangos na concentração de 119 ppm. Outros resultados positivos foram relatados por Youn & Noah, 2001 e Du & Hu, 2004).

Estudo de Soltan et al. (2008) investigaram o efeito da suplementação de sementes de anis na resposta imune e parâmetros sanguíneos de frangos e a inclusão de 0,5 g/kg de semente de anis na ração aumentou o número de hemácias, leucócitos, linfócitos, a porcentagem de hemoglobina e de hematócrito, aumentou os níveis de albumina sérica e diminuiu a concentração de globulina, além de reduzir as concentrações séricas de GPT, glicose, colesterol sem efeito nos níveis de fosfolípidos séricos e na concentração de ácido úrico, sugerindo que a semente de anis estimula a resposta imune e tem efeito hepatoprotetor (Tabela 7).

**Tabela 6.** Atividades de tripsina pancreática, da  $\alpha$ -amilase, da carboxilase, da maltase, da fosfatase alcalina (ALP), da leucina aminopeptidase (LAP) e atividade microbiana no ceco a partir de 35 dias de idade frangos alimentados com a dieta basal (CON) e as dietas contendo antibiótico (ANTI), 25 mg óleos essenciais/ kg (OE I) e 50 mg de óleos essenciais/ kg de ração (EO II)

Tratamento	Tripsina	$\alpha$ -amilase	Carboxilase	Maltase	ALP	LAP
CON	42 $\pm$ 3.6 c	29 $\pm$ 3.1b	10896 $\pm$ 776.2	10.6 $\pm$ 0.69 b	4.98 $\pm$ 0.882	489 $\pm$ 36.1
ANTI	50 $\pm$ 4.0bc	33 $\pm$ 2.7ab	11761 $\pm$ 353.1	7.8 $\pm$ 0.45 c	4.76 $\pm$ 0.989	445 $\pm$ 41.9
EO I	55 $\pm$ 3.7ab	34 $\pm$ 3.0ab	10324 $\pm$ 733.7	9.9 $\pm$ 0.25 b	5.01 $\pm$ 1.037	459 $\pm$ 36.3
EO II	63 $\pm$ 3.5a	40 $\pm$ 3.2a	11368 $\pm$ 798.3	12.6 $\pm$ 0.7a	5.61 $\pm$ 1.233	546 $\pm$ 57.7
Atividade microbiana no ceco						
	<i>E. coli</i>	<i>Lactobacillus sp</i>		<i>Salmonella sp</i>		
CON	3.8 $\pm$ 0.29a	4.7 $\pm$ 1.04		NS		
ANTI	2.3 $\pm$ 0.52b	4.1 $\pm$ 0.76		NS		
EO I	2.7 $\pm$ 0.44ab	4.0 $\pm$ 0.93		NS		
EO II	2.8 $\pm$ 0.58ab	5.5 $\pm$ 0.22		NS		

Adaptado de Jang et al. (2007). Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem estatisticamente (P<0,05).



**Tabela 7.** Efeito da suplementação de semente de anis no desempenho e parâmetros sanguíneos e imunológicos de frangos

<b>Parâmetro</b>	<b>sem extrato</b>	<b>com 0,5g/kg de extrato</b>
Hemácias ( $10^6$ )	2.0a	2.02 <sup>a</sup>
Leucócitos ( $10^3$ )	21.75b	22.25ab
Hemoglobina (%)	10.0b	12.25 <sup>a</sup>
Hematócrito (%)	30.25b	37.0a
Inibição da hemaglutinação (Newcastle) Títulos $\log_2$	4.00a	4.00a
Atividade fagocítica	19.75b	21.50ab
Linfócitos	42.25b	45.50 <sup>a</sup>
Monócitos	1.25 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>
Basófilos	7.00a	7.25 <sup>a</sup>
Eosinófilos	9.75 <sup>a</sup>	9,00a
Neutrófilos	39.75 <sup>a</sup>	36.50b
Proteínas totais (g/dL)	4.18 <sup>a</sup>	3.88 <sup>a</sup>
Albumina (g/dL)	2.08b	2.58 <sup>a</sup>
Globulina (g/dL)	2.10 <sup>a</sup>	1.3b
TGO (U/100mL)	68.25 <sup>a</sup>	67.75 <sup>a</sup>
TGP (U/100mL)	73.75 <sup>a</sup>	73.50 <sup>a</sup>
Glicose (mg/dL)	82.75b	78.00a
Fosfatase alcalilina (mg/dL)	11.50 <sup>a</sup>	11.00a
Colesterol total (mg/dL)	204.75 <sup>a</sup>	193.5 <sup>a</sup>
LDL (mg/dL)	106.5 <sup>a</sup>	105.5 <sup>a</sup>
HDL (mg/dL)	41.50 <sup>a</sup>	41.25 <sup>a</sup>
Triglicérides (mg/dL)	198.25 <sup>a</sup>	190.75 <sup>a</sup>
Fosfolipídeos (mg/dL)	106.25 <sup>a</sup>	106.5 <sup>a</sup>
Ácido Úrico (mg/dL)	2.40 <sup>a</sup>	2.40 <sup>a</sup>
Creatinina (mg/dL)	0.73b	0.85ab

Adaptado de Soltan et al., 2008

## Outros efeitos dos extratos herbais

Pode-se encontrar efeito favorável no desempenho, nas taxas de digestibilidade e metabolizabilidade, na manutenção da integridade intestinal em frangos com extratos vegetais (Silva et al., 2011) García et al. (2007) e a associação de extratos vegetais com probióticos e prebióticos (Mátéová et al., 2008), outros compostos vegetais como alho em pó (Konjufca et al., 1997; Togashi et al., 2008), cravo (*Syzygium aromaticum* L) em pó e agrimônia (*Agrimonia eupatoria* L.) ou melissa (*Melissa officinalis* L.) na água de bebida dos frangos (Marcinčak et al., 2011), a mistura de óleo essencial de tomilho, erva-doce e extratos vegetais de pimenta, genciana e quiluaia (Cypriano et al, 2009) e o extrato etanólicos do residuo de manga (Freitas et al., 2012). A betaína, osmoprotetor extraído da beterraba, pode compensar os efeitos negativos do estresse térmico em aves e melhorar a eficiência alimentar em, pelo menos, 6,0% (Remus, 2002).

É importante mencionar que ao comparar os efeitos de óleos essenciais no desempenho de frango deve-se sempre ter em mente que a qualidade e a quantidade de óleo incluído em dietas determina a resposta (Mishra, 2014). A eficácia dos fitobióticos na dieta das aves depende de muitos fatores. A consideração mais importante a ser feita é sobre as diferenças na composição dos componentes ativos, nos níveis de inclusão na dieta, a composição global da dieta e a genética de aves (Puvača et al., 2013).

Visto a extensa variedade de plantas existentes, o maior desafio no uso de extratos vegetais como alternativa aos antimicrobianos é identificar, purificar e conhecer a real finalidade de cada composto presente nas plantas, além disso, conhecer a farmacodinâmica desses compostos e estipular as doses e tempo de suplementação ideal e estabelecer os efeitos exercidos pelos compostos ativos presentes nessas plantas sobre o organismo animal (Rizzo, 2008).

Mecanismos de ação dos fitobióticos como promotores de crescimento necessitam ser incrementados, pois seus efeitos na digestibilidade dos nutrientes, na resposta imunológica e na função intestinal ainda são escassos. A ingestão de fitobióticos pode certamente deprimir o crescimento dos patógenos no intestino, no entanto a real compreensão dos seus efeitos na microbiota intestinal precisa ser esclarecida. Os fitobióticos podem ser utilizados como

promotores de crescimento não-antibiótico natural na nutrição de frangos mas requer o avanço no conhecimento e na compreensão da microbiota intestinal de aves. Em geral, os fitoaditivos tem efeitos positivos, mas o conhecimento da sua utilização na alimentação de aves ainda é limitada e requer mais pesquisas. (Puvača et al., 2013).

Assim, são necessários mais estudos sobre os efeitos desses compostos, suas combinações e os melhores níveis de inclusão na dieta para permitir que a indústria animal adote-os com segurança e para se obter a melhor relação custo/benefício na produção animal.

## **Carboidrases em dietas para aves**

Enzimas são proteínas especializadas, catalisadoras de reações que ocorrem nos sistemas biológicos (Nelson & Cox, 2002). Fazem parte deste grupo as enzimas digestivas, responsáveis por tornar determinados nutrientes disponíveis para absorção. Entretanto, algumas destas biomoléculas não são sintetizadas pelo organismo ou são sintetizadas em quantidades insuficientes para o bom aproveitamento das dietas. Nestas condições, o uso de enzimas exógenas pode melhorar a eficiência de produção no sistema avícola. Atualmente, carboidrases, proteases e fitases são adicionadas às rações, trazendo inúmeros benefícios, tais como a melhora da digestibilidade dos ingredientes, a possibilidade de utilização de ingredientes alternativos, a redução da excreção de nutrientes e da consequente contaminação do meio ambiente.

Dentre as enzimas comercialmente disponíveis, as carboidrases são capazes de promover as reduções mais significativas nos custos de produção (Lima et al., 2007). Celulases, xilanases,  $\beta$ -glucanases, pectinases, amilases e galactosidases pertencem a esta família. As carboidrases podem atuar na degradação de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) que podem estar associados à lignina e formam o complexo total dietético de fibra, responsável por aumentar a viscosidade do quimo, dificultando a digestão e absorção de proteínas, lipídios e vitaminas lipossolúveis (Fireman, 2013). Além de reduzir a viscosidade, as carboidrases melhoram a disponibilidade de proteínas, amido e energia contidos em certos ingredientes, por reduzir o efeito desempenhado pela parede celular de encapsulamento destes nutrientes (Slominsky, 2011). Yang et al. (2008) concluíram que a

suplementação de xylanase (1.000xU/g de dieta) em dietas a base de trigo melhoraram o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos dos 8 aos 21 dias e o peso corporal aos 21 dias de idade. Resultado semelhante foi encontrado por Ibrahim et al. (2012) que relataram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar em frangos suplementados com 1,4  $\beta$ - glucanase, aos 48 dias de idade. Romero et al. (2014) observaram suplementação de xylanase, amilase e fitase aumentou a digestibilidade ileal aparente da proteína e da energia em frangos de 21 dias de idade, quando comparados ao controle, suplementado apenas com fitase.

Outra importante questão associada às carboidrases refere-se à saúde intestinal e o possível efeito probiótico que pode ser alcançado pela sua inclusão. Ao reduzir as concentrações de carboidratos, há redução do processo fermentativo no ceco e da proliferação de *Clostridium* (MATHIS, 2010). Adicionalmente, algumas enzimas possuem a capacidade de produzir, como resultado da hidrólise, substratos que atuam como probióticos, mantendo a saúde intestinal por meio da manipulação da flora patogênica e não-patogênica (JIA et al., 2009). É necessário ressaltar que, quando são adicionadas enzimas à dieta, sua efetividade de resposta depende do fornecimento de condições que favoreçam sua ação. Por serem proteínas, estão sujeitas a desnaturação e, portanto, inativação. Como apontado por Ravindran (2013), existe um limite fisiológico à melhora da digestão proporcionada pelas enzimas, tais como pH e tempo de retenção no trato digestivo, e estratégias nutricionais que amenizem estes limites precisam ser exploradas.

Existem também fatores extrínsecos que afetam a eficiência da ação enzimática como, a presença de micotoxinas, a fase de vida em que a ave se encontra o processamento das rações, a dose enzimática, o tipo de ingrediente e o uso de complexos multienzimáticos, entre outros.

A idade da ave pode exercer influência sobre os resultados alcançados pela suplementação enzimática, como relatado por Olukosi et al. (2007) que avaliaram xilanase, amilase e fitase para frangos até os 21 dias de idade. As aves mais jovens se beneficiaram mais da suplementação enzimática e a contribuição desses aditivos para retenção de nutrientes diminuiu de acordo com a idade, em virtude das suas diferentes capacidades e necessidades fisiológicas.

Várias micotoxinas podem ser encontradas nos ingredientes que compõem as rações. A aflatoxina interfere na ação de enzimas endógenas, como tripsina e lipase pancreática (Santurio, 2000). Ao considerar a relação entre micotoxinas e suplementação enzimática, estudos desenvolvidos por Dänicke et al. (2007) mostraram melhor conversão alimentar em frangos de corte de 1 a 21 dias quando a dieta a base de trigo contendo endo-1,4- $\beta$ -xilanase não estava contaminada por *Fusarium*, embora ao avaliar outras idades e também outros parâmetros de desempenho o trigo contaminado tenha conduzido a melhores resultados.

O processamento das rações pode afetar a atividade enzimática, como demonstrado por Pucci et al. (2010) que forneceram dietas farelada e triturada a frangos de corte dos 8 aos 21 dias e não encontraram efeito da suplementação de amilase, celulase e protease sobre a conversão alimentar nas dietas trituradas, mas sim nas fareladas. Semelhantemente, Souza et al. (2008) verificaram melhor conversão alimentar em frangos de 1 a 42 dias suplementados com 200 ou 400 g/ton de  $\alpha$ -galactosidase, galactomanase, xilanase e glucanase em dietas fareladas quando comparadas às peletizadas.

Os benefícios decorrentes da suplementação enzimática podem estar relacionados ao seu nível de inclusão nas dietas, como evidenciado por Jiang et al. (2008) que forneceram 0, 250, 500 e 2500 mg de amilase por quilo de dieta e encontraram efeito linear crescente sobre o peso corporal e o ganho de peso diário de 1 a 21 dias de idade.

Dependendo do ingrediente utilizado, podem ocorrer variações quanto à efetividade da mesma enzima. Ravindran (2013) ressaltou que o mesmo substrato presente em diferentes ingredientes responde de modo diferente à ação enzimática. Montanhini Neto et al. (2012) mostraram que a inclusão de complexo enzimático em dietas contendo ingredientes alternativos (milho, milheto e farelo de soja, canola e girassol) proporcionou melhor conversão alimentar que a dieta convencional com milho e farelo de soja. Uma vez que são utilizados ingredientes contendo diferentes tipos de PNAs, a combinação de enzimas, cada qual agindo em um substrato, pode melhorar a utilização dos nutrientes (Wu et al., 2013). Williams et al. (2014) observaram que o uso de complexo enzimático contendo carboidrase-xilanase,  $\beta$ -glucanase e  $\alpha$ -galactosidase associado à inclusão de  $\beta$ -mannanase em dietas a

base de milho e farelo de soja melhorou o desempenho e reduziu a mortalidade, em comparação ao grupo controle.

Como visto, a inclusão de carboidrases na dieta pode trazer benefícios tanto de forma direta, quanto indireta. A utilização de enzimas exógenas na alimentação de aves está em constante aperfeiçoamento e o desenvolvimento de novas tecnologias pode ajudar a superar fatores que sejam empecilhos ao alcance de sua máxima eficiência.

### **Fitase em dietas para aves**

As rações para frangos de corte são formuladas principalmente à base de milho e farelo de soja, sendo que aproximadamente dois terços do fósforo total desses vegetais encontram-se na forma de ácido fítico (Viveros et al., 2002).

Animais monogástricos, como aves e suínos, não possuem quantidades suficientes de fitase endógena para hidrolisar o ácido fítico. Em razão da indisponibilidade de fósforo são adicionados maiores quantidades de fósforo inorgânico nas dietas das aves (Selle & Ravindran, 2007), o que aumenta o custo de produção e a excreção de fósforo inorgânico ao meio ambiente (Lelis et al. 2009). Excesso de fósforo nas excretas pode ocasionar saturação do solo, escoamento e eutrofização quando aplicado como fertilizante (Viveros et al., 2002).

Fitases são enzimas exógenas comumente usadas na alimentação dos animais monogástricos. As enzimas são capazes de catalisar a degradação de fitato (mio-inositol hexafosfato) liberando o ortofosfato e fosfatos de inositol inferiores para serem absorvidos (Keshavarz & Austic, 2004). Ao hidrolisar o fitato a enzima libera o fósforo, melhora a assimilação pelo animal e reduz os impactos negativos da excreção de fósforo inorgânico para o meio ambiente (Keshavarz & Austic, 2004; Ravindran et al. 2006; Fukayama et al., 2008). Segundo Choct (2006), a fitase exógena permite aumentar entre 25 a 50-70% a disponibilidade do fósforo proveniente do fitato.

Existem várias fitases que são utilizadas na indústria avícola. São comumente usadas as fitases derivadas de fungos produzidas a partir do gênero *Aspergillus niger*, *Peniophora lycii*, e as fitases de origem bacteriana produzida a partir do gênero *Escherichia coli*

(Selle & Ravidran, 2007). Estas por sua vez, são divididas em outras duas categorias chamadas de 3-fitase e 6-fitase, caracterizadas pelo local em que é iniciada a hidrólise da molécula de ácido fítico.

Além da capacidade de liberar fósforo e reduzir os efeitos anti-nutricionais do fitato, a adição de fitase nas dietas avícolas melhoram a utilização de outros nutrientes, incluindo minerais, proteínas (aminoácidos) e energia (Viveiros et al. 2002; Dilger et al., 2004; Rutherford et al. 2004; Selle et al., 2007; Selle & Ravidran, 2007; Fukayama et al., 2008).

As diferentes categorias de fitase podem ser influenciadas por diversos fatores incluindo níveis ótimos de pH, estabilidade térmica, propriedades catalíticas (Konietzy & Greiner, 2002), concentração de cálcio, fósforo, relação cálcio:fósforo disponível, vitamina D (Silversides et al., 2004), resistência à protease endógena e afinidade ao substrato fitato (Dersjant-Li et al., 2014). Tomando-se em conta todos os fatores acima expostos é de se supor que diferentes fitases tenham liberações de fósforo distintas e diferentes recomendações para melhoria de desempenho, e digestibilidade do fósforo, cálcio, aminoácidos e energia (Cowieson et al., 2008).

Pesquisas anteriores mostraram que o uso econômico da fitase exógena como uma fonte de fosfato limitava-se a inclusão de aproximadamente 500 FTU/kg e 1000 FTU/kg de ração em dietas de frangos de corte para melhor desempenho das aves (Ravindran et al., 2000; Dilger et al., 2004; Watson et al., 2006). No entanto, estudos recentes sugerem que o efeito anti-nutricional do fitato e seus reflexos na utilização de nutrientes pelos animais tem estimulado o uso de dosagens maiores de fitase. Resultados mostraram que o desempenho das aves continua a melhorar com níveis crescentes de fitase na dieta e acima das recomendações atuais da indústria (Shirley & Edwards, 2003; Augspurger & Baker, 2004; Brana et al., 2006; Cowieson et al., 2004; Ledoux et al., 2005; Manangi & Coon, 2008.; Bedford et al., 2011; Walk et al., 2012; Walk et al., 2013; Walk et al., 2014).

## Considerações finais

Devido às preocupações crescentes sobre o uso de antibióticos como promotores de crescimento na indústria avícola, a indústria de ração animal está em busca de alternativas a custos mais baixos.

A busca por alternativas aos antibióticos promotores de crescimento ou "melhoradores de desempenho" encontra nas enzimas exógenas, antioxidantes, probióticos, prebióticos, simbióticos, extratos herbais e óleos essenciais, imenso campo de possibilidades a serem pesquisadas. Os diferentes produtos obtidos a partir de culturas bacterianas, de leveduras e de plantas, dos extratos herbais e as inúmeras possibilidades de combinações (*blends*) e associações entre estes produtos representam achados importantes quanto aos seus efeitos melhoradores de desempenho e promotores da eubiose e saúde do trato gastrointestinal das aves. Devem ser experimentadas associações entre diferentes produtos e concentrações.

O futuro dos produtos substitutos aos APC parece ser forte para a indústria avícola. Atualmente, encontram-se muitos relatos benéficos dos probióticos, prebióticos, simbióticos, fitobióticos, enzimas exógenas e ácidos orgânicos na diminuição de diferentes patógenos bacterianos encontrados em aves vivas e em carcaças de aves processadas. Portanto, estes produtos podem contribuir na redução de patógenos humanos e nos produtos alimentícios de origem avícola.

Porém, nenhuma solução ou alternativa nutricional é possível se não forem observados os preceitos de qualidade da produção esperada para frangos de corte, ou seja, sem higiene, cuidados com o ambiente de produção, sem conceitos nutricionais bem empregados, especialmente o controle de qualidade de ingredientes, sem o correto programa sanitário, será possível obter bons resultados com aditivos de qualquer natureza.

A grande preocupação da comunidade internacional com o aparecimento de bactérias resistentes aos atuais antibióticos tem impulsionado pesquisas e o desenvolvimento de políticas públicas específicas para tal fim.



A utilização de enzimas é uma realidade no país, mas há expectativa de melhoria da qualidade e eficiência das ações desses aditivos, visto o processo de conhecimento e melhoria das informações no assunto. Além do mais, o desenvolvimento de novas cepas de microrganismos produtores de enzimas é crescente, e deve nortear os aditivos modernos que surgirão a partir de agora. Estudos sobre novos níveis de nutrientes, combinações de enzimas e níveis de inclusão das próprias enzimas, serão temas importantes de discussão a partir de agora.

## Referências

ABAZA IM, SHEHATA MA, SHOIEB MS, HASSAN II. Evaluation of some natural feed additive in growing chicks diets. **International Journal of Poultry Science**, 2008. 7(9):872-879.

ABDULLAH, AM.; RABIA JA. The Effect of Using Fennel Seeds (*Foeniculum vulgare* L.) on Productive Performance of Broiler Chickens. **International Journal of Poultry Science**, 2009. 8:642-644.

AKŞIT, M.; GÖKSOY, E.; KÖK, F. The impacts of organic acid and essential oil supplementations to diets on the microbiological quality of chicken carcasses. **Archives für Geflügelkunde**, 2006. 70(4)168-173.

ALBINO, LFT; FERES, FA; DIONIZIO, MA; ROSTAGNO, HS; VARGAS JÚNIOR, JG; CARVALHO, DCO; GOMES, PC; COSTA, PHR. Uso de prebióticos à base de mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.742-749, 2006.

ALÇIÇEK A, BOZKURT M, ÇABUK M. The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. **South African Journal of Animal Science**, v.33, n.2, p.89-94,2003.

AL-KASSIE GAM. The Effect of Thyme and Cinnamon on the Microbial Balance in Gastro Intestinal Tract on Broiler Chicks. **International Journal of Poultry Science**, v.9, n.5, p.495-498, 2010.

AL-KASSIE GAM. Influence of two plant extracts derived from thyme and cinnamon on broiler performance. *Pakistan Veterinary Journal*, v.29, n.4, p.169-173, 2009.

AL-KASSIE GAM. The effect of anise and rosemary on broiler performance. *International Journal of Poultry Science*. Rotterdam, Holanda. v. 7, n. 3. 2008. p. 243-245.

ALLEN PC, LYDON J, DANFORTH HD. Effects of components of *Artemisia annua* on coccidia infections in chickens. *Poult Sci*, 1997. 76:1156-1163.

ALMEIDA, E. **Aditivos digestivos e equilibradores da microbiota intestinal para frangos de corte**. 2012. 48 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina: UFVJM, 2012. 48p.

ANDREATTI FILHO, RL; SILVA, EN. Probióticos e correlatos na produção avícola. In: PALERMO NETO, T SPINOSA, HS; GORNIAC, SL. *Farmacologia aplicada à avicultura*. São Paulo. Roca, 2005. Cap. 15, p. 225-248.

APUA, President's 2016 Budget Proposes Historic Investment to Combat Antibiotic-Resistant Bacteria to Protect Public Health. Alliance for the Prudent Use of Antibiotics, Boston, MA. Available in <http://www.tufts.edu/med/apua/AUGSPURGER>, NR; BAKER, DH. High dietary phytase levels maximize phytate-phosphorus utilization but do not effect protein utilization in chicks fed phosphorus– or amino acid–deficient diets. **Journal Animal Science**, v. 82, n. 4, p. 1100-1107, 2004.

AXELSSON L, LINDGREN SE. Characterization and DNA homology of *Lactobacillus* strains isolated from pig intestine. *Journal of Applied Bacteriology* 1987; 62(5): 433-440.

AXELSSON LT, CHUNG TC, DOBROGOSZ WJ, LINDGREN SE. Production of a broad-spectrum antimicrobial substance by *Lactobacillus reuteri*. *Microbial Ecology in Health and Disease* 1989; 2(1):131-136.

BALOG, A; MENDES, AA; TAKAHASHI, SE; SANFELICE, C; KOMYAMA, CM; ALMEIDA, IC.L; GARCIA, RG. Efeito do uso de simbiótico e do sistema de criação sobre o desempenho e morfometria do epitélio intestinal de frangos de corte tipo colonial. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. Campinas, Suplemento 9, p.140, 2007.

BEDFORD, MR; WYATT, C; KNOX, A; SANTOS, TT. Turkey performance between 0 and 84 days when diets supplemented with high doses of phytase, **International Poultry Symposium**, Atlanta, 2011.

BELLAVER C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. Congresso Mercosur de Producción Porcina. Buenos Aires. 22 a 25/10/ 2000. Disponível em [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/memorias2000\\_bellaver.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/memorias2000_bellaver.pdf) Acessado em 19/02/2015.

BENÍCIO, LAS. Restrições e uso de aditivos em rações de aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1996, Curitiba. *Anais...* Campinas: FACTA, 1996. p.17-26.

BONA TDMM. **Avaliação de óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de *salmonella*, *eimeiria* e *clostridium* em frangos de corte.** 2010. 56 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Curitiba, 2010. 56 p.

BONATO, MA; SAKOMURA, NK; PIVA, GH; BARBOSA, NAA; MENDONÇA, MO; FERNANDES, JBK. Efeito de acidificantes e extratos vegetais sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **ARS VETERINARIA**, Jaboticabal, SP, v.24, n.3. 2008. p. 186-192.

BOTSOGLOU, NA; FLOROU- PANERI, P; CHRISTAKI, E; FLETOURIS, DJ; SPAIS, AB. Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron- induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *British Poultry Science*, v.43, n.2, p.223-230. 2002.

BOZKURT M; KÜCÜKYILMAZ, K; CATLI, AU; CINAR, M. Effect of dietary mannan oligosaccharide with or without oregano essential oil and hop extract supplementation on the performance and slaughter characteristics of male broilers. **South African Journal of Animal Science**, v.39, n.3, p.223-232. 2009.

BRANA, DV; ELLIS, M; CASTANDELA, EO; SANDS, JS. Effect of novel phytase on growth performance, bone ash, mineral digestibility in nursery and grower-finisher pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 7, p. 1839-1849, 2006.

BRUERTON, K. Antibiotic growth promoters – are there alternatives? In: POULTRY INFORMATION EXCHANGE ORGANISING COMMITTEE, 2002, Caboolture. *Anais...* Caboolture: PIX, p. 171-176, 2002.

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. *Anais...* Campinas: CBNA, 2003. p.167-182.

BURCH, D. Current Antimicrobial Use and Resistance Issues in the European Union: Reality and Resolution, 2012. Available in <http://www.thepoultrysite.com/articles/2682/current-antimicrobial-use-and-resistance-issues-in-the-european-union-reality-and-resolution>.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology* 94: 223-253, 2004.

CARDOSO VS, LIMA CAR, LIMA MEF, DORNELES LEG, TEIXEIRA FWL, LISBOA RS, GUEDES JDS, DIREITO GM, DANELLI MGM. Administração oral de piperina em frangos de corte. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39(5): 1521-1526, 2009.

CATALAN AAS, GOPINGER E, LOPES DCN, GONÇALVES FM, ROLL AAP, XAVIER EG, AVILA VS, ROLL VFB. Aditivos fitogênicos na nutrição animal: *Panax ginseng* Revista Portuguesa Ciências Veterinárias (2012) 107 (581-582) 15-21.

CHEN HL, LI DF, CHANG BY, GONG LM, DAI JG, YI GF. Effects of Chinese herbal polysaccharides on the immunity and growth performance of young broilers. *Poultry Science* 82, 364–370, 2003.

CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 62, n. 1, p. 5-15, 2006.  
CHUNG TC, AXELSSON L, LINDGREN SE, DOBROGOSZ WJ. In vitro studies on reuterin by *Lactobacillus reuteri*. *Microbial Ecology in Health and Disease* 1989; 2(3):137-144.

COGLIANI, C.; GOOSSENS, H.; GREKO, C. Restricting Antimicrobial Use in Food Animals: Lessons from Europe. **Microbe**, v.6, n.6, p.274-279, 2011.

CORRIER, DE; HARGIS, B; HINTON JR., A; LINDSEY, D; CALDWELL, D; MANNING, J; DELOACH, J. Effect of anaerobic cecal microflora and dietary lactose on colonization resistance of layer chickens to invasive *Salmonella enteritidis*. *Avian Diseases*, v. 35, p.337-343, 1991.

COSTA FGP, VIEIRA DVG, LIMA MR, CAVALCANTE DT. Aditivos melhoradores de desempenho na dieta de poedeiras comerciais. XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. Universidade Federal do Espírito Santo Vitória ES, 12 a 14 de maio de 2014.

COWIESON, AJ; ACAMOVIC, T; BEDFORD, MR. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. **Bristish Poultry Science**, v. 45, n. 01, p.101-108, 2004.

COWIESON, AJ; RAVINDRAN, V; SELLE, PH. Influence of dietary phytic acid and source of microbial phytase on ileal endogenous amino acids flows in broilers chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, n. 11, p. 2287–2299, 2008.

COX JR., LA; POPKEN, DA. Assessing potential human health hazards and benefits from subtherapeutic antibiotics in the United States: Tetracyclines as a case study. *Risk Anal.*, v. 30, p. 432-457, 2010.

CROSS, DE, HILLMAN, K, FENLON, D, DEANS, SG, MCDEVITT, RM, ACAMOVIC, T (2004). Antibacterial properties of phytochemicals in aromatic plants in poultry diets. In: *Poisons Plants and Related Toxins*, pp. 175–180 (eds. T. Acamovic, T.W. Pennycott and C.S. Stewart). CABI Publishing, Wallingford, UK.

CUARÓN, JAI. La influencia de la levadura en la dieta, respuesta microbiológica antagonista. In: Simpósio Sobre Aditivos Alternativos na Nutrição Animal, 2000, Campinas. Anais... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2000. p.71-79.

CYPRIANO, L; PICCINI, I; FILHO, LBP; WENDLER, KR. Uso de aditivo fitogênico em dietas de frangos de corte – 1º ciclo. In: CONFERENCIA FACTA DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, 27, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: FACTA, 2009. CD ROOM.

DÄNICKE S, VALENTA H, MATTHEST S. On the interactions between fusarium toxin-contaminated wheat and nonstarch polysaccharide hydrolyzing enzymes in diets of broilers on performance, intestinal viscosity, and carryover of deoxynivalenol. *Poult Sci.* 2007; 85:291-98.

DERSJANT-LI, Y; AWATI, A; SCHULZE, H; PARTRIDGE, G. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2014.

DIAS, GEA. **Óleo essencial de orégano (*Origanum Vulgare L.*) como melhorador de desempenho de frangos de corte.** 2011. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ. 2011.

DILGER, RN; ONYANGO, EM; SANDS, JS; ADEOLA, O. Evaluation of microbial phytase in broiler diets. **Poultry Science**, v. 83, n. 06, p. 962-970, 2004.

DU A, HUS. Effects of a herbal complex against *Eimeria tenella* infection in chickens. **J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health.** 2004; 51(4):194-197.

EDENS FW. An alternative for antibiotic use in poultry: probiotics. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* vol.5 no.2 Campinas May/Aug. 2003.

ELGAYYAR M, DRAUGHON FA, GOLDEN DA, MOUNT JR. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *J. Food Protection*, 64(7): 1019-1024, 2001.

EL-GHOUSEIN, SS.; AL-BEITAWI, NA. The effect of feeding of crushed Thyme (*Thymus vulgaris L*) on growth, blood constituents, gastrointestinal tract and carcass characteristics of broiler chickens. **Japanese Poultry Science**. Tokyo, v. 46. p. 100-104, 2009.

ERTAS, ON; GÜLER, T; ÇİFTÇİ, M; DALKILIÇ, B; SIMSEK, Ü. The Effect of an Essential Oil Mix Derived from Oregano, Clove and Anise on Broiler Performance. **International Journal of Poultry Science**, n. 4, v. 11, p. 879-884, 2005.

EUROPEAN COMMISSION, **Ban on antibiotics as growth promoters in animal feed enters into effect**, [internet] 2005. Available in [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-05-1687\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-05-1687_en.htm).

EYNG, C; NUNES, RV; POZZA, PC; POZZA, PC; POZZA, MSS; LORENÇON, L, SILVA, WTM. Avaliação de probióticos para pintos de corte de 1 a 21 dias de idade em rações fareladas e peletizadas. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas, Suplemento 8, p.51, 2006.

FARAG, RS; DAW, ZY; ABO-RAYA, SH. Influence of some spice essential oils on *Aspergillus parasiticus* growth and production of aflatoxins in a synthetic medium. **Journal of Food Science**, v.54, n.1, p.74-76, 1989.

FERNANDES, PCC; MALAGUIDO, A; SILVA, TD; JENSEN, BB. Manejo nutricional visando substituir a utilização de antimicrobianos em alimentos para aves. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas, SP. **Anais...**Campinas: CBNA, 2003. p135-166. FIREMAN F. **Enzimas na nutrição animal** [internet]. 2013. [acesso em 26 fev 2015]. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/enzimas-nutricao-animal-t1645/141-p0.htm>.

FLEMMING JS. Promotores de Crescimento Alternativos: Ácidos Orgânicos, Óleos Essenciais e Extratos de Ervas, 2010, <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/promotores-crescimento-alternativos-acidos-t296/p0.htm> acessado em 18/02/2014.

FLEMMING, JS. **Utilização de leveduras, probióticos e mananoglucosacarídeos (MOS) na alimentação de frangos de corte.** 2005. 111p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

FREITAS, ER; BORGES, AS; TREVISAN, MTS; WATANABE, PH; CUNHA, AL; PEREIRA, ALF.; ABREU, VK.; NASCIMENTO, GAJ. Extratos etanólicos da manga como antioxidantes para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v. 47, n. 8, p. 1025-1030, 2012.

FUKAYAMA EH, BERTECHINI AG, GERALDO A, KATO RK, MURGAS LDS. Extrato de orégano como aditivo em rações para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2316-2326, 2005.

FUKAYAMA, EH; SAKOMURA, NK; DOURADO, LRB; NEME, R; FERNANDES, JBK; MARCATO, SM. Efeito da suplementação de fitase e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 629-635, 2008.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. A review. *J. Appl. Bacteriol.*, v.66, p. 365-378, 1989.

FURLAN, RL; MACARI, M; LUQUETTI, BC. Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de Exclusão Competitiva. In: 5º Simpósio Técnico de Incubação, Matrizes de Corte e Nutrição. Anais... Balneário Camboriú, p. 6-28, 2004.

GABRIEL JC, SAKOMURA NK, SIQUEIRA JC, FERNANDES JBK, NEME R, LIMA ALG, NARUMOTO R. Extrato de pomelo (*citrus maxima*) como aditivo em rações para frangos de corte. *ARS Veterinaria*, Jaboticabal, 25(2), 84-89, 2009.

GARCÍA, V, CATALÁ-GREGORI, P, HERNÁNDEZ, F, MEGÍAS, MD, MADRID J. Effect of Formic Acid and Plant Extracts on Growth, Nutrient Digestibility, Intestine Mucosa Morphology, and Meat Yield of Broilers. 2007 *J. Appl. Poult. Res.* 16:555–562, 2007.

GIBSON, GR; ROBERFROID MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, v.125, n.6, p.1401-1412, 1995.

GIBSON, GR. Dietary modulation of the human gut microflora using the prebiotics oligofructose and inulin. *Journal of Nutrition*, v.129, n. 7, p.1438-1441, 1999.

GILL, C. Herbs and plant extracts as growth enhancers. *Feed International* 4, 20–23, 1999.

GOMES, MOS. (2009). Efeito da adição de parede celular de levedura sobre a digestibilidade, microbiota fecal e parâmetros hematológicos e imunológicos de cães. Dissertação de Mestrado em Jaboticabal, São Paulo: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista.

GONZÁLES, E. Uso de extratos vegetais e óleos essenciais na alimentação de frangos de corte. In: VII SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS- AVESUI, *Anais...* Florianópolis, 2008.

GUO, FC, SAVELKOU, HFJ, KWAKKEL, RP, WILLIAMS, BA, VERSTEGEN, MWA. Immunoactive, medicinal properties of mushroom and herb polysaccharides and their potential use in chicken diets. *World's Poultry Science Journal* 59, 427-440, 2003.

GUO, FC, WILLIAMS, BA, KWAKKEL, RP, LI, HS, LI, XP, LUO, JY, LI, WK, VERSTEGEN, MWA. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on the cecal microbial ecosystem in broiler chickens. *Poultry Science* 83, 175–182, 2004.

HAVENAAR R, HUIS IN'T VELD JHJ. Probiotics: a general view. In: Wood BJB, editor. *The Lactic Acid Bacteria*. vol. 1, *The Lactic Acid Bacteria in Health and Disease*. Elsevier, New York; 1992. p. 151-170.

HERNÁNDEZ F, MADRID J, GARCIA V, ORENGO J, MEGIAS MD. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility and digestive organ size. *Poultry Science*; 83:169-174, 2004.

HOSONO, A, OZAWA, A, KATO, R, OHNISHI, Y, NAKANISHI, Y, KIMURA, T, NAKAMURA, R. Dietary fructooligosaccharides induce immunoregulation of intestinal IgA secretion by Murine Peyer's patch cells. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* 67, 758–764, 2003.

HURD, HS; MALLADI, S. A stochastic assessment of the public health risk of the use of macrolide antibiotics in food animals. *Risk Anal.*, v.28, p.695-710, 2008.

IBRAHIM B, ABASS K, MUDAWI H. The effect of  $\beta$ -glucanase inclusion in sorghum based diet on performance of broiler chicks. Proceedings of the Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development, September 19-21, 2012, Georg-August Universität Göttingen and University of Kassel-Witzenhausen, Göttingen, Germany, p: 1-4.



IJI, PA, TIVEY, DR. Natural and synthetic oligosaccharides in broiler chicken diets. *World's Poultry Science Journal*, 54: 129-143, 1998.

IJI, PA; SAKI, AA; TIVEY, DR. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.81, n.12, p.1181-1192, 2001.

ITO, NMK; MIYAJI, CI; LIMA, EA; OKABAYASHI, S. Saúde gastrointestinal, manejo e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinais. In: MENDES, A. A.; NÃÃS, I. A.; MACARI, M. *Produção de frangos de corte*. Campinas: FACTA, 2004, p. 233-236.

JANG, IS; KO, YH; KANG, SY; LEE, CY. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. ***Animal Feed Science and Technology***, v. 134, p.304–315, 2007.

JIA W, SLOMINSKI BA, BRUCE HL, BLANK G, CROW G, JONES O. Effects of diet type and enzyme addition on growth performance and gut health on broiler chickens uring subclinical *Clostridium perfringens* challenge. *Poult Sci*. 2009; 88:132-40.

JIANG Z, ZHOU Y, LU F, HAN Z, WANG T. Effect of different levels of a supplementary alpha-amylase on digestive enzyme activities and pancreatic amylase mRNA expression of young broilers. *Asian-Aust J Anim Sci*. 2008; 21(1): 97-102.

KAMEL, CA novel look at a classic approach of plant extracts. *Feed Mix. The International Journal on Feed, Nutrition and Technology*, v.18, n.6, 2000. p.19- 24.

KAMINOGAWA, S. Intestinal immune system and prebiotics. *Bioscience Microflora* 21, 63–68, 2002.

KESHAVARZ, K; AUSTIC, RE. The use of low-protein, low phosphorous, amino acid and phytase supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorous excretion. ***Poultry Science***, v. 83, n. 01, p. 75-83, 2004.

KNOWLES JR, ROLLER S, MURRAY DB, NAIDU AS. Antimicrobial action of carvacrol at different stages of dual species biofilm development by *Staphylococcus aureus* and *Salmonella enteric*, *Serovar Typhimurium*. *Appl. Environ. Microbiol.* 71:797-803, 2005.

KOHLERT,C; VAN RENSEN, I; MARZ, R; SCHINDLER, G; GRAEFE, EV; VEIT, M. Bioavailability and pharmacokinetics of natural volatile terpenes in animal and humans. **Planta Medica**, v. 66, p.495-505, 2000.

KOYAMA, NTG. **Aditivos fitogênicos na produção de frangos de corte**. 2012. 74 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós- Graduação em Agroecossistemas. Florianópolis, SC, 2012. 74 p.

KONIETZNY, U; GREINER, R. Molecular and catalytic properties of phytate-degrading enzymes (phytases). **International Journal of Food Science and Technology**, v. 37, n. 07, p. 791- 812, 2002.

KONJUFGA, VH; PESTI, GM; BAKALLI, RI. Modulation of Cholesterol Levels in Broiler Meat by Dietary Garlic and Copper. **Poultry Science**, v. 76, p. 1264–1271, 1997.

LANGHOUT, P. New additives for broiler chickens. Feed Mix – The International Journal on Feed, Nutrition and Technology – Special: Alternatives to antibiotics. **Doetinchen**, 2000. p.24-27.

LEDOUX, DR; BROOMHEAD, JN; KUHN, I. Efficacy and safety of a novel phytase in turkeys fed diets to market weight. European Symposium on Poultry Nutrition, 15<sup>th</sup>., Balatonfured, Hungary. **Proceedings...** September 25-29, 2005. Pages 198-200, 2005.

LEE, KW; EVERTS, H; BEYNEN, AC. Essential Oils in Broiler Nutrition. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, n. 12, p. 738-752, 2004.

LEEDLE, J. Probiotics and DFMS-mode of action in the gastrointestinal tract. In: Simpósio sobre aditivos alternativos na nutrição animal. **Anais...** Campinas: CBNA, 2000. p. 25-40.

LEITE PRSC, MENDES FR, PEREIRA MLR, LIMA HJD, LACERDA MJR. Aditivos fitogênicos em rações de frangos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.15; p. 9-26, 2012.

LELIS, GR; ALBINO, LFT.; TAVERNARI, FC; ROSTAGNO, HS. Suplementação dietética de fitase em dietas para frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n.2, p.875-889, 2009.

LEVIĆ, J; SREDANOVIĆ, S; ĐURAGIĆ, O; JAKIĆ, D; LEVIĆ, LJ; PAVKOV, S. New feed additives based on phytogenics and acidifiers in animal nutrition. *Biotechnology in Animal Husbandry*, n. 23, p 527-534, 2007.

LIMA MR, SILVA JHV, ARAÚJO JA, LIMA CB, OLIVEIRA ERA. Enzimas exógenas na alimentação de aves. *Acta Vet Bras.* 2007; 1(4):99-110.

LODDI, MM. Probióticos, prebióticos e acidificantes orgânicos em dietas para frangos de corte, 2003. 52 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2003.

LORENÇON, L; NUNES, RV; POZZA, PC; POZZA, MSS., APPELT, MD; SILVA, WTM. Utilização de promotores de crescimento para frangos de corte em rações fareladas e peletizadas. *Acta Scientiarum Animal Science*, v.29, n.2, p. 151-158, 2007.

LOSA R. The use of essential oils in animal nutrition. *Cahiers Options Mediterraneennes*, 54:39-44, 2001.

LUQUETTI, B.C.; FARIA FILHO, D.E.; FIGUEIREDO, D. Uso de prebiótico reduz o escore de lesão no intestino delgado de frangos vacinados contra coccidiose. *Revista Brasileira de Ciências Avícola*, v.7, p. 203, 2005.

MACARI, M; MAIORKA, A. Função gastrointestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas, São Paulo. *Anais...Campinas: FACTA*, 2000. V.2, p.455-457.

MANANGI, MK; COON, CK. Phytate phosphorus hydrolysis in broilers in response to dietary phytase, calcium, and phosphorus concentrations. *Poultry Science*, v. 87, n. 8, p. 1577-1586, 2008.

MARCINČAK, S; POPELKA, P; ZDOLEC, N. Effect of supplementation of phytogetic feed additives on performance parameters and meat quality of broiler chickens. *Slovenian Veterinary Research*, 48(1):27-34, 2011.

MARTIN, SC. Potential for manipulating the gastrointestinal microflora: A review of recent progress. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY OF ANNUAL SYMPOSIUM, 10., 1994, London. **Proceedings...** London: Nottingham University Press, 1994. p. 155-166.

MÁTÉOVÁ S, SÁLY J, TUÈKOVÁ M, KOSCOVÁ J, NEMCOVÁ R, GAÁLOVÁ M, BARANOVÁ D. Effect of probiotics, prebiotics and herb oil on performance and metabolic parameters of broiler chickens. *Medycyna Wet.* 2008, 64 (3): 294-297.

MATHERS, JJ.; FLICK, SC.; COX JR, LA. Longer-duration uses of tetracyclines and penicillins in U.S. food-producing animals: Indications and microbiologic effects. *Environ. Int.*, v. 37, p. 991-1004, 2011.

MATHIS G. Influence of dietary enzymes on gut health [internet]. 2010. [acesso em 2015 fev 27]. Disponível em: <http://www.thepoultryfederation.com/public/userfiles/files/Mathis%20-%20Influence%20of%20Dietary%20Enzymes%20on%20Gut%20Health.pdf>

MELLOR, S. Alternatives to antibiotic. Pig Progress, v. 16, n. 04, p. 18-21, 2000.

MENTEN, JFM. Aditivos alternativos são opções na nutrição de aves. Revista Agropecuária Hoje – Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, n.38, p. 15, 2001.

MISHRA PK. Phytobiotics: an Alternative to Antibiotic Growth Promoters, 2014. <http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/nutrition/articles/phytobiotics-alternative-antibiotics-growth-t3185/141-p0.htm>

MITSCH, P; ZITTERL-EGLSEER, K; KOHLER, B; GABLER, C; LOSA, R; ZIMPERNIK, I. The Effect of Two Different Blends of Essential Oil Components on the Proliferation of *Clostridium perfringens* in the Intestines of Broiler Chickens. Poultry Science, Champaign v.83, p. 669–675, 2004.

MOLEYAR V, NARASIMHAM P. Antibacterial activity of essential components. International Journal of Food Microbiology, 16:337-342, 1992.

MONTANHINI NETO, CECCANTINI ML, FERNANDES JI. Productive performance, intestinal morphology and carcass yield of broilers fed conventional and alternative diets containing commercial enzymatic complex. Int J Poult Sci. 2012; 11(8): 505-16.

NESLON DL, COX MM. Lehninger: Princípios de Bioquímica. 3.ed. São Paulo: Sarvier; 2002.

NUNES, AD. Influência do uso de aditivos alternativos a antimicrobianos sobre o desempenho, morfologia intestinal e imunidade de frangos de corte. 2008. 111f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, SP, 2008.

OLIVEIRA MD, ZAVARIZE KC, GOMES NA, ROCHA FRT, MARTINS JMS, LITZ FH, CASTILHANO H. Aditivos alternativos na alimentação de aves. PUBVET, Londrina, V. 6, N. 27, Ed. 214, Art. 1425, 2012.

OLUKOSI OA, COWIESON AJ, ADEOLA O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase and protease or phytase individually or in combination in broilers. Poult Sci. 2007; 86:77-86.

OYOFO, BA; NORMAN, JO; MOLLENHAUER, C. Prevention of Salmonella thiphimurium colonization of broilers with D-mannose. **Poultry Science**, v. 68, p. 357-1360, 1989.

PELICANO, ERL; SOUZA, PA; SOUZA, HBA. Microscopia eletrônica de varredura da mucosa intestinal de frangos de 21 dias de idade produzidos com probióticos e prebióticos. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.7, p.63, 2005.

PEREIRA, MC; VILELA, GR; COSTA, LMAS; SILVA, R; FERNANDES, AF; FONSECA, EWN; PICCOLI, RH. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 731-738, 2006.

PESSÔA GBS, TAVERNARI FC, VIEIRA RA, ALBINO LFT. Novos conceitos em nutrição de aves. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, Salvador, v.13, n.3, p. 755-774 jul./set., 2012.

PETROLI, TG; ALBINO, LFT; ROSTAGNO, HS. Extratos herbais em dietas de frangos de corte. **Revista AgroMinas**, v.1, n.9, p.26-28. 2011.

PHILLIPS, I; CASEWELL, M; COX, T; DE GROOTE, B; FRIIS, C; JONES, R; NIGHTINGALE, C; PRESTON, R; WADDELL, J. Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. **J. Antimicrob. Chemother.**, v. 53, p. 28-52, 2004.

PLATEL, K, SRINIVASAN, K. Influence of dietary spices or their active principles on digestive enzymes of small intestinal mucosa in rats. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 1996; 47:55- 59, 1996.

PUCCI LEA, RODRIGUES PB, BERTECHINI AG, NASCIMENTO GAJ, LIMA RR, SILVA LR. Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade dos nutrientes. *Rev Bras Zootec.* 2010; 39(6): 1272-9.

PUVAČA N, STANAČEV V, GLAMOČIĆ D, LEVIĆ J, PERIĆ L, STANAČEV V, MILIĆ D. Beneficial effects of phytoadditives in broiler nutrition. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 69, March 2013, p. 27-34.

PUVAČA, N. Effect of phytoadditive (*Allium sativum* L.) in fattening chicks nutrition. *Proceedings of the 32nd International Conference of Agriculture*, Novi Sad, pp. 116-121, 2008.

QUINTAES, KD. Alho, nutrição e saúde. *Revista NutriWeb*, v.3, 2001. Disponível em: [www.epub.org.br/nutriweb/n0302/alho](http://www.epub.org.br/nutriweb/n0302/alho). Acesso em: 02 de março de 2015.

RAHIMI, S, TEYMOURI ZADEH, Z, KARIMI TORSHIZI, MA., OMIDBAIGI, R, ROKNI, H. Effect of the Three Herbal Extracts on Growth Performance, Immune System, Blood Factors and Intestinal Selected Bacterial Population in Broiler Chickens J. Agr. Sci. Tech., 13: 527-539, 2011.

RAVINDRAN V. Feed enzymes: the science, practice and metabolic realities. J Appl Poult Res. 2013; 22:628-36.

RAVINDRAN, V; MOREL, PCH; PARTRIDGE, GG; HRUBY, M; SANDS, JS. Influence of an Escherichia coli-derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. **Poultry Science**, v. 85, n. 01, p. 82-89, 2006.

RAVINDRAN, V; CABAHUG, S; RAVINDRAN, G; SELLE, P. H; BRYDEN, W. L. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus levels. II. Effects on apparent metabolisable energy, nutrient digestibility, and nutrient retention. **British Poultry Science**, v. 41, n. 02, p.193-200, 2000.

REMUS, J. Betaine may minimize effects of heat stress in broilers. *Feedstuffs* 5, 11–12, 2002.

RIZZO PV, MENTEN J.F.M, RACANICCI A.M.C, TRALD A.B, SILVA C.S, PEREIRA P.W.Z. Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, 39(4), 801-807, 2010.

RIZZO PV, MENTEN JFM, RACANICCI AMC, SANTAROSA J. Foundation and Perspectives of the Use of Plant Extracts as Performance Enhancers in Broilers. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.10, n.4, p. 195 – 204, 2008.

ROMERO LF, SANDS JS, INDRAKUMAR SE, PLUMSTEAD PW, DALSGAARD S, RAVINDRAN V. Contribution of protein, starch, and fat to the apparent ileal digestible energy of corn- and wheat- based broiler diets in response to exogenous xylanase and amylase without or with protease. Poult Sci. 2014; 93: 2501-13.

ROSEN GD. Feed additive nomenclature World's Poultry Science Journal, Vol. 52, March 1996, p. 53-57.

ROSTAGNO, HS; ALBINO, LFT; TOLEDO, RS; CARVALHO, DCO; OLIVEIRA, JE; DIONIZIO, MA. Efeito de prebiótico (MOS) em rações de frangos de corte contendo milho de diferente qualidade nutricional. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, p.52, 2003. Supl.

ROYER AFB, GARCIA RG, BORILLE R, SANTANA MR, NUNES KC. Fitoterapia Aplicada A Avicultura Industrial. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Goiânia, v.9, n.17; p. 1466-1484, 2013.

RUBERTO, G, BARRATA, M, SARI, M; KAABEHE, M. Chemical composition and antioxidant activity of essential oils from Algerian *Origanum glandulosum* Desf. *Flavour and Fragrance Journal* 17: 251-254, 2002.

RUTHERFURD, SM; CHUNG, TK; MOREL, PCH; MOUGHAN, PJ. Effect of microbial phytase on ileal digestibility of phosphorus, total phosphorus, and amino acids in a low-phosphorus diet for broilers. **Poultry Science**, v. 83, n. 01, p. 61-68, 2004.

SANTIN, E; MAIORKA, A; MACARI, M; SANCHEZ, J.C; OKADA, T. M; MYOSAKA, A. M. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. *Journal Applied Poultry Science Research*, v. 10, p. 236-244, 2001.

SANTURIO, JM; SANTURIO, DF; POZZATTI, P; MORAES, C; FRANCHINI, PR; ALVES, SH. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente a sorovares de *Salmonella enterica* de origem avícola, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.803-808, 2007.

SANTURIO JM. Micotoxinas e micotoxicoses na avicultura. *Rev Bras Cienc Avic.* 2000; 2(1): 1-12.

SARRA PG, MORELLI L, BOTTAZZI V. The lactic microflora of fowl. In Wood BJB, editor. *The Lactic Acid Bacteria*. vol. 1, *The Lactic Acid Bacteria in Health and Disease*. Elsevier, New York; 1992; p. 3-19.

SCHEUERMANN GN, CUNHA JUNIOR A. Perspectivas para a utilização de produtos de origem vegetal como aditivos alternativos na alimentação de aves. 2005. Disponível em <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/perspectivas-utilizacao-produtos-origem-t16/141-p0.htm> Acesso em 20/02/2014.

SELLE, PH; RAVIDRAN, V; RAVINDRAN, G; BRYDEN, WL. Effects of dietary lysine and microbial phytase on growth performance and nutrient utilization of broiler chickens. **Asian-Australian Journal Animal Science**, v. 220, n. 07, p. 1100-1107, 2007.

SELLE, PH; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science Technology**, v. 135, n. 1-2, p. 1 – 41, 2007.

SHIRLEY, RB; EDWARDS, HM. Graded levels of phytase past industry standards improves broiler performance. **Poultry Science**, v. 82, n. 04, p. 671-680, 2003.

SILVA, LP; NORBERG, JL. Prebióticos na nutrição de não-ruminantes. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v.33, n.4, p. 55-65, 2003.

SILVA, MA; PESSOTT, BMS; ZANINI, SF; COLNAGO, GL; NUNESI, LC.; RODRIGUES, MRA; FERREIRA, L. Intestinal mucosa structure of broiler chickens infected experimentally with *Eimeria tenella* and treated with essential oil of oregano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5. p. 1471-1477, 2009.

SILVA, MA; PESSOTT, BMS; ZANINI, SF; COLNAGO, GL; NUNESI, LC; RODRIGUES, MRA; FERREIRA, L. Óleo essencial de aroeira-vermelha como aditivo na ração de frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria. v.41, n.4., p.676-681, 2011.

SILVA, EN. Probióticos e prebióticos na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas, São Paulo. Anais...Campinas: FACTA, 2000. V.2, p. 241-251.

SILVERSIDES, FG; SCOTT, TA; BEDFORD, MR. The effect of phytase enzyme and level on nutrients extraction by broilers. **Poultry Science**, v. 83, n. 06, p. 985–989, 2004.

SLOMINSKI, BA. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. *Poult Sci.* 2011; 90:2013-23.

SOLTAN, MA, SHEWITA, RS, EL-KATCHA, MI. Effect of Dietary Anise Seeds Supplementation on Growth Performance, Immune Response, Carcass Traits and Some Blood Parameters of Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science* 7 (11): 1078-1088, 2008.

SOUZA RM, BERTECHINI AG, SOUSA RV, RODRIGUES PB, CARVALHO JCC, BRITO JAG. Effects of enzyme supplementation and diferente phisical forms of diets on performance and carcass characteristics of broilers chicken. *Ciênc Agrotec.* 2008; 32(2): 584-90.

TALARICO TL, DOBROGOSZ, WJ. Chemical characterization of an antimicrobial substance produced by *Lactobacillus reuteri*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*; 33(5):674-679, 1989.



TEKELİ, A; ÇELİK, L; KUTLU, HR; GÖRGÜLÜ, M. Effect of dietary supplemental plant extracts on performance, carcass characteristics, digestive system development, intestinal microflora and some blood parameters of broiler chicks. In: XII EPC, Verona, Itália, 2006.

TOGASHI, CK; FONSECA, JB; SOARES, RTRN; COSTA, APD; FERREIRA, K; DETMANN, E. Utilização de alho e cobre na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1036-1041, 2008.

TOLEDO, GSP; COSTA, PTC; SILVA, LP; PINTO, D; FERREIRA, P; POLETTTO, C.J. 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, 2007.

TOLEDO RS, ROCHA AG, FARIAS LC. Uso de aditivos na produção avícola da teoria a pratica. X Simpósio Brasil Sul de Avicultura e I Brasil Sul Poultry Fair 31 de março a 02 de abril de 2009 - Chapecó, SC – Brasil, pag 15-31.

TRAESEL, CK; LOPES, STA; WOLKMER, P; SCHMIDT, C; SANTURIO, JM; ALVES, SH. 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. 2011. p. 278-284.

TRINGALI, C. Bioactive metabolites from marine algae: recent results. *Current Organic Chemistry* 1, 375–394, 1997.

VIDANARACHCHI JK, MIKKELSEN LL, SIMS I, IJI PA, CHOCT M. Phytobiotics: alternatives to antibiotic growth promoters in monogastric animal feeds. Recent Advances in Animal Nutrition in Australia, Volume 15 (2005), p. 131-144.

VIVEROS, A; BRENES, A; ARIJA, I; CENTENO, C. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, v. 81, n. 08, p.1172-1183, 2002.

WALK, CL; ADDO-CHIDIE, EK; BEDFORD, MR; ADEOLA, O. Evaluation of highly soluble calcium source and phytase in the diets of broilers chickens. **Poultry Science**, v. 91, n. 09, p. 2255-2263, 2012.

WALK, CL; BEDFORD, MR; SANTOS, TS; PAIVA, D; BRADLEY, JR; WLADECKI, H; HONAKER, C; McELROY AP Extra-phosphoric effects of superdoses of a microbial phytase. **Poultry Science**, 92(3)719-725, 2013.

WALK, CL; SANTOS, TS; BEDFORD, MR. Influence of superdoses of a microbial phytase on growth performance, tibia ash, and gizzard phytate and inositol in young broilers. **Poultry Science**, 93(5)1172-1177, 2014.

WANG, W, WU, N, ZU, YG, FU, YJ. Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components. *Food Chemistry* 108: 1019-1022, 2008.

WATSON, BC; MATTHEWS, JO; SOUTHERN, LL; SHELTON, JL. The effects of phytase on growth performance and intestinal transit time of broilers fed nutritionally adequate diets and diets deficient in calcium and phosphorus. **Poultry Science**, v. 85, n. 03, p. 493-497, 2006.

WENK, C. Herbs and botanicals as feed additive in monogastric animals. *Asian–Australasian Journal of Animal Science* 16, 282–289, 2003.

WILLIAMS MP, BROWN B, RAO S, LEE JT. Evaluation of beta-mannanase and NSPase inclusion separately or intermittently in reduced energy diets to male broilers on performance parameters and carcass yield. *Journal of Applied Poultry Research*, 2014, 23 (4):715-723.

WINDISCH, W; SCHEDULE, K; PLITZNER, C. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.86 (Suppl.). p.140-148, 2008.

WU D, SWICK RA, LIU YG, WU BS, CHOCT M. Carbohydrases improve performance of broilers fed both nutritionally adequate and downspec wheat diets. In: Proceedings of the 24st annual Australian poultry science symposium, 2013; Australia. Sydney: The poultry research foundation and The world's poultry science association; 2013. p.134.

YANG Y, IJI PA, KOCHER A, MIKKELSEN LL, CHOCT M. Effect of xylanase on growth and gut development of broiler chickens given a wheat-based diet. *Asina-Aust J Anim Sci*. 2008; 21(11): 1659-64.

YOUN, HJ, NOAH, JW. Screening of the anticoccidial effects of herb extracts against *Eimeria tenella*. *Veterinary Parasitology* 96, 257–263, 2001.

YUAN, CS; MEHENDELE, S; XIAO, Y; AUNG, HH; XIE, JT; ANG-LEE, MK. The gamma-aminobutyric acidergic effects of valerian and valerenic acid on rat brainstem neuronal activity. **Anesthesia & Analgesia Journal**, 98:353-358, 2004.

ZHANG KY, YAN F, KEEN CA, WALDROUP PW. Evaluation of microencapsulated essential oils and organic acids in diets for broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 4(9): 612- 619, 2005.

## **FISIOLOGIA DA DIGESTÃO E DA ABSORÇÃO EM AVES**

**Fernando Rutz<sup>1</sup>, Victor Fernando B. Roll<sup>1</sup>, Eduardo G. Xavier<sup>1</sup>, Marcos A. Anciuti<sup>2</sup>, Debora C. N. Lopes<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas*

<sup>2</sup>*Campus Pelotas-Visconde da Graça, Instituto Federal Sul-rio-grandense*

### **Introdução**

O sistema gastrointestinal (SGI) inclui o trato gastrointestinal (bico ou boca, faringe, esôfago, papo, proventriculo, moela, intestino delgado, cecos, intestino grosso e cloaca) e os órgãos glandulares (glândulas salivares, fígado e pâncreas) que não fazem parte do trato, mas secretam substâncias dentro dele via ductos conectando os órgãos ao trato (Bell, 2002).

O SGI serve para transferir moléculas orgânicas, sais e água do ambiente externo ao ambiente interno do organismo, onde eles serão distribuídos para as células pelo sistema circulatório. Ao contrário do que parece, o SGI faz parte do ambiente externo ao corpo. Este conhecimento é relevante para entender algumas das propriedades do trato. Por exemplo, o intestino grosso é habitado por milhões de bactérias, sendo a maioria inofensiva, ou mesmo benéfico neste local. Entretanto, se estas mesmas bactérias entram no sangue, como pode ocorrer, pode ser prejudicial e mesmo letal. Esta característica faz com que o SGI tenha o trato mais bem protegido imunologicamente pela ave. Entende-se que ao redor de 70% do sistema imune esteja presente no trato gastrointestinal.

A maior parte do alimento chega ao bico em forma de partículas grandes, contendo muitas macromoléculas, tais como proteínas e polissacarídeos, que são incapazes de atravessar a parede do trato gastrointestinal. Antes de ser absorvido, o alimento deve ser dissolvido e degradado em moléculas menores. Este processo, digestão, é acompanhado pela ação do ácido clorídrico no proventriculo, da bile secretada pelo fígado e de uma variedade de enzimas digestivas liberadas tanto pelas células gástricas e intestinais quanto pelo pâncreas.

As moléculas produzidas pela digestão se movem do lúmen do trato gastrointestinal pela parede de células epiteliais e entram no sistema sanguíneo (absorção), uma vez que aves não possuem sistema linfático. Enquanto a digestão, secreção e absorção estiverem ocorrendo, contrações do músculo liso da parede do trato gastrointestinal misturam o conteúdo do lúmen com várias secreções e o movem através do trato, caracterizando a motilidade.

Portanto, as funções do SGI podem ser descritas em termos de quatro processos: digestão, secreção, absorção e motilidade. Este sistema é programado para maximizar a absorção e, dentro de limites, ele vai absorver tanto quanto for ingerido. Com poucas exceções, o SGI não regula a quantidade de nutrientes absorvidas ou sua concentração no ambiente interno do animal.

## **Anatomia e fisiologia do sistema digestivo**

O trato gastrointestinal começa com o bico (boca). Ao contrário de mamíferos, as aves não tem uma distinção clara entre a faringe e a boca e o complexo formado entre estas estruturas é chamado de orofaringe. Em contraste com mamíferos, as aves não apresentam palato mole e a fenda palatina, conectando a cavidade oral e a nasal. Esta abertura e a ausência de um palato mole torna impossível à ave criar um vácuo para sugar a água para dentro da boca. Portanto, a fim de beber, a ave deve elevar sua cabeça para permitir que a água desça o esôfago por gravidade (Bell, 2002). Esta é a preocupação com bebedouros tipo *nipple* localizados muito altos ou muito baixos, Em ambos os casos, a ave tem dificuldade para beber água.

Há várias glândulas salivares na parte superior da boca, glândulas mandibulares, lingual e cricoaritenóide que produzem a saliva (Denbow, 2000). A saliva ajuda a lubrificar o alimento e contém amilase em algumas espécies (não presentes em frangos, poedeiras e perus) e podem exercer algum efeito digestivo no alimento armazenado no papo. A língua da ave apresenta um formato de flecha e ajuda a impulsionar o alimento para o esôfago, que é dividido em regiões cervical e torácica. Na região cervical, o esôfago dilata e dá origem ao papo (pH=4,0), uma estrutura que se expande e permite o armazenamento do alimento ingerido. Nesta região aparecem glândulas que produzem muco dentro da mucosa do esôfago e do papo. A função é a de lubrificar o alimento. No papo

aparecem as bactérias produtoras de ácido lático por fermentação, sendo, portanto, a primeira barreira contra bactérias patogênicas.

Nas aves, o estômago é composto por dois compartimentos, o proventrículo (pH= 2,8-4,0) ou estômago glandular e a moela (pH=2,8-4,0) ou estômago muscular. Estes compartimentos são separados por uma região de transição, denominada istmo. O proventrículo corresponde ao estômago do mamífero. Em comparação com a moela, o proventrículo é pequeno e apresenta parede fina. O lúmen do proventrículo apresenta uma aparência granular, concedida por numerosas papilas. As papilas contêm células oxintopépticas, responsáveis pela produção de secreção gástrica (ácido clorídrico, pepsina e muco). O HCl age sobre o pepsinogênio, transformando em pepsina. O pH do estômago encontra-se normalmente acima de 2,7 nas aves (Long, 1967). Por ação do HCl, a proteína ingerida desnatura, expondo os seus sítios onde a pepsina exerce sua ação. A gastrina é o hormônio que estimula a produção de HCl e de pepsina. O peptídeo liberador de gastrina é também produzido no proventrículo e estimula a contração do papo e a secreção de enzimas pancreáticas. Na realidade, o alimento passa rápido pelo proventrículo, onde ocorre pouca digestão do alimento, mas as secreções passam à moela, onde a ação enzimática ocorre (Bell, 2002).

A moela tritura e mistura o alimento com secreção gástrica e saliva. O movimento de triturar ocorre devido à ação de dois pares de músculos (fino e grosso) que circundam o órgão. A moela é inativa quando vazia, mas uma vez contendo o alimento, a contração muscular da muscular mais grossa começa. Existe uma cutícula grossa que cobre internamente a moela (membrana coilínea), a qual é secretada pelas glândulas da mucosa. Esta cutícula está sempre sendo renovada, devido ao seu desgaste contínuo (Bell, 2002). A cutícula protege a moela da ação do ácido clorídrico e da pepsina secretados pelo proventrículo. A cutícula também oferece uma proteção mecânica contra a fricção gerada pelo processo de trituração do alimento. A porção pilórica da moela é pequena na ave e contém glândulas da mucosa que secretam muco para lubrificar a passagem do alimento moído da moela para o duodeno. Partículas finas apresentam trânsito rápido pela moela, mas partículas grossas podem permanecer na moela durante várias horas. A presença de pedriscos faz com que o alimento seja digerido mais rápido antes de entrar no trato intestinal (Bell, 2002).

A região pilórica da moela desemboca no intestino delgado, o qual é coberto por uma monocamada de epitélio. As células intestinais, presentes no lúmen intestinal são denominadas de enterócitos (digestão e absorção), caliciformes (produção de muco) e enteroendócrinas (produção de hormônios). Estas células estão distribuídas nas vilosidades, que são estruturas que se projetam no lúmen intestinal. Os enterócitos apresentam microvilosidades no seu bordo apical e um período de vida curto (72 h na ave jovem e 96 h na ave adulta), sendo constantemente substituídos por enterócitos que migram das criptas de Lieberkuhn, estrutura localizada entre as vilosidades. Enzimas são produzidas pela parede do intestino, auxiliando a digestão de carboidratos e de proteínas, complementando assim o trabalho iniciado pelo pâncreas (Bell, 2002).

Desta forma, este arranjo anatômico confere ao intestino uma enorme superfície absorptiva, que permite às aves e mamíferos absorver eficientemente água e nutrientes. Substâncias como toxinas e patógenos lesionam a superfície intestinal e reduzem a sua capacidade absorptiva.

O intestino delgado é formado pelo duodeno (pH= 5,7-6,1), jejuno (pH= 5,6-6,0) e íleo (pH=6,1-6,5). O duodeno forma uma alça que circunda o pâncreas, denominada de alça duodenal. O pâncreas altera o ambiente intestinal de modo que possa ser tolerado pelas células intestinais. Isto ocorre através da secreção de água e de bicarbonato, que diluem e neutralizam o ácido produzido pelo proventrículo. Além disso, o pâncreas sintetiza enzimas digestivas importantes. Dietas abundantes em carboidratos estimulam a síntese e secreção de amilase. Dietas abundantes em proteínas estimulam a secreção de proteases e dietas com alto teor de gordura estimulam a síntese de lipases (Hulan e Bird, 1972; Bird e Moreau, 1978). Estes compostos são secretados pelos ductos pancreáticos (três nas aves), os quais se fundem com o intestino, geralmente na porção distal da alça ascendente do duodeno (Denbow, 2000).

Na porção distal do duodeno, o ducto hepato-entérico comum (originado no fígado) e o ducto entérico cístico (originado da vesícula biliar) se fundem, incorporando as secreções hepáticas (bile) no lúmen intestinal. A bile é produzida no fígado, armazenada na vesícula biliar e secretada no intestino. A bile emulsifica a gordura, permitindo uma superfície de contato eficiente para as

enzimas responsáveis pela digestão lipídica (lípsases). Além disso, a amilase foi descrita como componente da bile em aves jovens e, portanto, apresenta um papel na digestão de carboidratos (Denbow, 2000). A digestão completa de oligo e dissacarídeos e de proteínas depende da ação de enzimas localizadas nas microvilosidades dos enterócitos. Enzimas como a maltase, a sucrase e as proteases estão presentes na superfície do intestino delgado (Siddons, 1969). No ceco foi encontrado alguma atividade de lactase, mas acredita-se ser de origem microbiana.

O duodeno é seguido pelo jejuno e pelo íleo. Assim como em mamíferos, o sistema de transporte de glicose é um processo ativo ligado ao sódio (transporte ativo secundário). Sistemas semelhantes têm sido apontados para alguns aminoácidos (Moretó et al., 1991). Difusão facilitada e difusão simples são os outros mecanismos, pelos quais os nutrientes são absorvidos. As gorduras são absorvidas principalmente no jejuno e no íleo. Os ácidos graxos são transportados para dentro dos enterócitos, onde são reesterificados em triglicerídios para formar portomícrons, os quais passam diretamente para a circulação portal (em mamíferos, a molécula é chamada quilomícron e é transportada via linfática) (Denbow, 2000). Os ácidos graxos voláteis são absorvidos pelo intestino delgado e ceco. O antiperistaltismo em aves permite o transporte de ácido úrico para dentro do ceco. O divertículo de Meckel marca uma divisão anatômica neste setor. Este divertículo é um remanescente da conexão entre o saco vitelino e o intestino delgado, durante o início da vida. O divertículo de Meckel faz parte do tecido linfóide secundário da ave.

Na junção entre o intestino delgado e o intestino grosso (pH= 5,7-6,4), aparecem os dois ceca (pH= 5,8-6,2). O conteúdo intestinal entra no ceco através das junções ileocecais. Na porção proximal do epitélio cecal, as vilosidades são bem desenvolvidas e tendem a reduzir em comprimento conforme avança em direção ao fundo do ceco. Na porção média do ceco, a mucosa se organiza para formar dobras longitudinais e próximas a área cega do ceco. Além de dobras longitudinais também dobras transversais se desenvolvem (Ferrer et al., 1991). Após um período variável de tempo, o ceco contrai e o conteúdo cecal é impulsionado ao intestino grosso. O intestino grosso é relativamente curto em aves, comparado a mamíferos, e finaliza na cloaca, que é uma área anatômica comum para os sistemas digestivo, urinário e reprodutivo. Pouca digestão



de carboidratos e de proteínas ocorre no ceco. No seu interior, as bactérias são capazes de sintetizar proteínas, começando com o nitrogênio do ácido úrico. O ceco é importante também para a produção de ácidos graxos voláteis, os quais são produzidos através da fermentação microbiana. Os ácidos graxos voláteis acumulam dentro do ceco e são transportados passivamente para o sangue.

Certa ênfase tem sido dada recentemente a fermentação microbiana da fibra que ocorre o ceco. Segundo o investigador espanhol Gonzalo Mateo (comunicação pessoal), certo nível baixo de fibra na dieta de aves é desejável. Dentre os benefícios, estão:

- Aumenta a função da moela (aumenta o fluxo gastrointestinal, aumenta a digestibilidade de nutrientes e reduz a erosão de moela);
- Aumenta a produção de HCl e a produção enzimática (ativação da pepsina e a digestibilidade da proteína; aumenta a solubilidade e a absorção intestinal; aumenta a atividade pancreática e a produção de sais biliares);
- Reduz o pH da moela (controla o crescimento de micro-organismos, como salmonelas e clostrídios);
- Altera o perfil da microflora.

E, por fim, a água é absorvida ao longo do trato gastrointestinal por osmose, após a absorção de glicose, sódio e aminoácidos. O antiperistaltismo retal torna o ceco um local onde a água é absorvida a partir da urina.

## **Fatores que afetam a digestão e a absorção de nutrientes**

O trato gastrointestinal é a maior superfície do corpo e está constantemente sendo exposta a uma variedade de desafios. Ele representa uma barreira seletiva entre os tecidos da ave e o lúmen intestinal. Esta barreira é composta por componentes físicos, químicos, imunológicos e microbiológicos. Kley (2013) comparou um trato gastrointestinal com ou sem uma boa capacidade de digestão, absorção e em condições de permitir uma ótima utilização de energia e de proteína (Tabela 2). Uma ampla gama de fatores associados à dieta e de agentes infecciosos pode afetar negativamente o equilíbrio entre componentes do ambiente intestinal e o desempenho produtivo das aves em operações comerciais que serão explicados a seguir.

## **Desenvolvimento do trato gastrintestinal**

Conforme avança a incubação, desenvolve o intestino delgado a uma taxa maior que o peso corporal. Durante os três últimos dias de incubação, a relação entre o peso intestinal e o peso corporal aumenta de aproximadamente 1% no dia 17 para 3,5% ao nascer (Uni et al., 2003).

Durante o período pós-eclosão, o intestino delgado continua a desenvolver mais rápido do que o restante da massa corporal. De igual forma progride a sua capacidade digestiva e enzimática (Sklan, 2001).

## **Dieta pré-inicial e desenvolvimento intestinal**

No final do período embrionário, o saco vitelino é internalizado dentro da cavidade abdominal. A gema fornece os nutrientes para o embrião durante a incubação diretamente através da circulação, enquanto que próximo e após a eclosão a gema alcança o trato gastrintestinal (Noy e Sklan, 1998). Durante o período inicial de 48 h pós-nascimento, a gema contribui para a manutenção e desenvolvimento do intestino delgado. Durante este período, o pinto deve fazer a transição da utilização de energia na forma de lipídio oriundo da gema para uma dieta rica em carboidratos (Noy e Sklan, 1999).

O consumo de alimento é acompanhado pelo rápido desenvolvimento do trato gastrintestinal e dos órgãos associados. O momento e a forma dos nutrientes disponíveis aos pintinhos após a eclosão é crítica para o desenvolvimento intestinal. O pronto acesso ao alimento estimula o crescimento e o desenvolvimento intestinal e melhora a absorção da gema pelo intestino (Potturi et al., 2005).

Os pintinhos demonstram menor desenvolvimento intestinal e redução no desempenho quando ocorre atraso no arraçoamento (Maiorka et al., 2003). Quando o período entre o nascimento e o arraçoamento forem muito longos, como ocorre em algumas partes do mundo (24-72 h), pode haver prejuízo na função intestinal, que não pode ser recuperado com o avançar da idade (Potturi et al., 2005).

## Fatores anti-nutricionais

Existe uma ampla gama de compostos anti-nutricionais presentes nos ingredientes (incluindo cereais), principalmente polissacarídeos não amiláceos. Todos os cereais usados nas dietas de aves contêm vários níveis de polissacarídeos não amiláceos, tais como beta-glucanos e arabinosilanos (Iji,1999). Propriedades em comum dos diferentes polissacarídeos são sua interferência na ação de enzimas digestivas e sua tendência a criar um ambiente viscoso dentro do lúmen intestinal, o que resulta em excreção de fezes amolecidas (Choct e Annison, 1992). Algumas enzimas exógenas específicas apresentam a capacidade de degradar os polissacarídeos não amiláceos e reduzir a viscosidade da digesta, aumentar a taxa de passagem e melhorar o desempenho das aves (Wu et al., 2004).

Outras substâncias presentes nos alimentos de origem vegetal podem exercer um efeito adverso ou benéfico nas aves e estão resumidos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Metabólitos secundários encontrados nas plantas

---

<b>Potencial efeito adverso</b>	<b>Potencial efeito benéfico</b>
Inibidor de protease	Alicina e tiosulfinitos
Lectinas	Fitoestrogênio
Taninos	Saponinas
Fitatos	Glucosinolatos
Glucosinolatos	Lectinas
Saponinas	
Alcaloides	
Glicosídeos ciogênicos	
Fitoestrogênios	

---

Fonte: Adaptado de Smithard (2002)

## **Forma física dos alimentos**

A forma física dos cereais pode afetar as características morfológicas e fisiológicas do trato intestinal (Engberg et al., 2004), embora as respostas nesta área da pesquisa sejam inconsistentes. O alimento finamente moído pode aumentar a mortalidade, associada com enterite necrótica, comparativamente a alimentos grosseiramente moídos. Branton et al. (1987) observaram que o uso de trigo moído com moinho martelo (finamente moído) aumentou a mortalidade para 28,9%, mas o moinho de rolo (grosseiramente moído) resultou em uma mortalidade de 18,1%. As mortalidades estavam associadas com enterite necrótica e com coccidiose.

Alguns estudos indicaram que trigo em grão pode contribuir para o desempenho intestinal de frangos, através do desenvolvimento do trato gastrointestinal, especialmente a moela e também aumentar a absorção de nutrientes do trato digestivo (Engberg et al., 2004). O fornecimento de trigo inteiro reduziu a presença de salmonela e do clostrídio no trato intestinal das aves (Engberg et al., 2004). A inclusão de trigo inteiro melhorou a conversão alimentar em alguns estudos (Plavnik et al., 2002), mas não em outros. Svihus et al. (2004) não encontraram efeito significativo de dietas contendo trigo inteiro sobre o ganho de peso e a conversão alimentar, mas os resultados indicaram que os nutrientes eram melhor digeridos e absorvidos destas dietas, comparativamente as que receberam grão moído. Foi sugerido que a melhora poderia estar ligada a um aumento de secreção pancreática e hepática.

Opiniões contraditórias na literatura dizem respeito à ação de grão integral com o favorecimento (Gabriel et al., 2003) ou não (Banfield et al., 2002) do aparecimento e incidência da coccidiose.

## **Toxinas nos alimentos**

O efeito adverso sobre o trato gastrointestinal é a principal causa de perda econômica oriunda da ação dos tricocenos (Shiefer e Beasley, 1989). As micotoxinas, como a T2, podem causar lesões cáusticas na mucosa, destruindo as células do topo da vilosidade e também afetando as células multiplicadoras da cripta de Lieberkhun. A histopatologia das lesões do trato gastrointestinal é caracterizada por hemorragia, necrose e inflamação do epitélio

intestinal, que ocorrem durante o encurtamento da vilosidade, e redução da multiplicação das células da cripta. A necrose também ocorre na mucosa do proventrículo e da moela (Hoerr, 2003). As micotoxinas podem em combinação com outros fatores, predispor ou acentuar surtos de outras doenças. Por exemplo, a ocratoxina A e infecções por coccidiose podem interagir adversamente no desempenho de frangos (Huff e Ruff, 1982).

As aminas biogênicas, incluindo a histamina, a cadaverina, a putrescina, a espiromina e a espermidina estão presentes em produtos de origem animal. Estão envolvidas na síndrome da má absorção, a qual é caracterizada por uma redução da eficiência alimentar e aumento do proventrículo (Stuart et al., 1986). Barnes et al. (2001) demonstraram que a histidina e a cadaverina podem causar patologias associadas a proventriculite. A sua ação parece ser aditiva e sinérgica.

### **Rancidez e oxidação das gorduras**

O valor nutricional das gorduras pode ser afetado pela rancidez oxidativa. A rancidez pode influenciar as qualidades organolépticas das gorduras, bem como a cor e a textura, e pode causar a destruição de nutrientes lipossolúveis, como as vitaminas, tanto da dieta como a armazenada no corpo. A gordura rancificada pode afetar adversamente os lipídios de membrana das células intestinais e, com isso, prejudicar o processo de digestão e de absorção. A presença de ácidos graxos insaturados, aumento da temperatura, aumento da exposição, extrusão e ausência ou nível sub-ótimo de antioxidantes podem levar a formação de peróxidos e, conseqüentemente, a lesão sub-letal do enterócito (Leeson e Summers, 2005).

### **Agentes infecciosos**

O trato gastrointestinal propicia mecanismos pelos quais o organismo retira nutrientes do ambiente para nutrir-se. A etiologia de uma doença entérica é complexa, uma vez que envolve uma combinação de vírus, bactérias e outros agentes infecciosos e não infecciosos (Reynolds, 2003). Conforme dito anteriormente, o propósito do trato gastrointestinal é clivar os alimentos em componentes básicos para o transporte e absorção intestinal e

posterior uso na manutenção e crescimento ou deposição tecidual. Alterações físicas, químicas ou biológicas destes processos podem resultar em doença entérica (Dekrich, 1998), prejudicando a digestão e a absorção.

**Tabela 2.** Comparação entre um trato gastrointestinal com ou sem ótima condição de saúde

<b>GIT saudável</b>	<b>GIT não saudável</b>
<b>Características</b>	
Moela bem desenvolvida, intestino com superfície limpa. Excretas bem moldadas (firmes e com porção do ácido úrico bem definido)	Moela mal desenvolvida, superfície inflamada. Lesões de necrose ou por coccidiose. Excretas de má qualidade (moles sem porção definida de ácido úrico). Diurese (urina excessiva)  Diarréia fisiológica (perda de líquido do trato gastrointestinal)  Diarréia entérica (patógenos)
<b>Consequências</b>	
Melhor digestão do alimento	Má digestão do alimento
Cama em boas condições	Cama e ar em más condições
Aves em condições de bem estar	Aves em má condição de bem estar
Melhora no desempenho - baixa mortalidade	Alta mortalidade
Melhor retorno	Queda no desempenho e no lucro

Fonte: Kleyn (2013).

## Conclusão

O trato gastrointestinal visa digerir e absorver nutrientes, assim como dar os passos iniciais no processo de conversão do alimento em proteína animal. Ele apresenta a maior superfície de exposição do corpo, por isso trata-se do setor corporal mais bem protegido imunologicamente. A sua integridade apresenta um efeito determinante nas condições ambientais e de bem estar animal. Uma ampla gama de fatores associados à dieta e agentes infecciosos pode afetar adversamente o equilíbrio entre os diversos componentes intestinais, prejudicando a digestão e a absorção. Alterações neste equilíbrio podem afetar o estado sanitário, observado através de uma resposta inflamatória, perda de produtividade e aumento de mortalidade, culminando com a redução no desempenho produtivo dos frangos.

## Referências

- Banfield, M. J. R. P. Kwakkel, and M. J. Forbes. 2002. Effects of wheat structure and viscosity on coccidiosis in broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 98:37-48.
- Barnes, D. M., Y. K. Kirby, K. G. Oliver. 2001. Effects of biogenic amines on growth and the incidence of proventricular lesions in broiler chickens. *Poult. Sci.* 80:906-911.
- Bird, F. H. e G. E. Moreau. 1978. The effect of dietary protein levels in isocaloric diets on the composition of avian pancreatic juice. *Poult. Sci* 57: 1622-1628.
- Bell, D. D. 2002. Anatomy of the Chicken. P 41-58. In: Commercial chicken meat and egg production. 5a edição. Edited by Donald D. Bell e William D. Weaver, Jr.. Springer.
- Branton, S. L . F. N. Reece and W. M. Hagler Jr. 1987. Influence of a wheat diet on mortality of broiler chickens associated with necrotic enteritis. *Poult. Sci.* 66:1326-1330.
- Choct, M. e G. Annison. 1992. Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens: Roles of viscosity and gut microflora. *Br. Poult. Sci.* 33:821-834.
- Denbow, M. 2000. Gastrointestinal anatomy and physiology p:299-325. In: *Sturkies avian physiology*. 5a edição. Academic press, Londres.

- Dekich, M. A., 1998. Broiler industry strategy for control of respiratory and enteric diseases. *Poult, Sci* 77:1176-1180.
- Engberg, R. M., M. S. Hedemann, S. Steinfeldt, B. B. Jensen. 2004. Influence of whole wheat and xylase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. *Poultry Sci.* 83:925-938.
- Ferrer, R., J. M. Planas, M. Durfort e M. Moreto. 1991. Morphological study of the cecal epithelium of the chicken (*Gallus Gallus domesticus*) *Br. Poult. Sci.* 32:679-691.
- Gabriel, I. S. Mallet, M. Leconte, G. Fort, e M. Naciri. 2003. Effects of whole wheat feeding on the development of coccidial infection in broiler chickens. *Poult. Sci.* 82: 1668-1676.
- Hoerr, F. J. 2003. Mycotoxicosis. Pages 1103-1192. In: *Diseases of poultry*, Y. M. Saif, ed. Iowa State University Press, Ames.
- Huff, W. E. and M. D Ruff. 1982. *Eimeria acervulina* and *Eimeria tenella* infections in ochratoxin A-compromised broiler chickens. *Poult. Sci.* 61:685-692.
- Hulan, H. W. e F. H. Bird. 1972. Effect of fat level in isonitrogenous diets on composition of avian pancreatic juice. *J. Nutr.* 102: 459-468.
- Iji, P. A. 1999. The impact of cereal non-starch polyssacharides on the intestinal development and function in broiler chickens. *World's Poultry Sci. J.* 55:375-387.
- Kleyn, R. 2013. *Chicken Nutrition*. 1a edição. Context. Liecestershire.
- Leeson, S. e J.D. Summers. 2005. *Commercial Poultry Nutrition*. 3a edição. Published by University Books. Guelph.
- Long, J.F. 1967. Gastric secretion in anesthetized chickens. *Am. J. Physiol.* 212:1303-1307.
- Maiorka, A. E. Santin, F. Dalkhe, C. Boleli, R. L Furlan and M. Macari. 2003. Posthatching water and feed deprivation effect affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. *J. Appl. Poult. Res* 12:483-492.
- Moreto, M. C., C. Amat., A. Puchal, R. K. Buddington e J. M. Planas. 1991. Transport of L-proline and methyl-D-glucoside by chicken proximal cecum during development. *Am. J. Physiol.* 260:G457-463.



Noy, Y. e D. Sklan. 1998. Yolk utilization in the newly hatched poult. *Br. Poult. Sci.* 39:446-451.

Noy, Y e D. Sklan. 1999. Energy utilization in newly hatched chicks. *Poult. Sci* 78:1750-1756.

Plavnik, I., B. Mascovsky, and D. Sklan. 2002. Effect of feeding whole wheat on performance of broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 96:229-236.

Potturi, P. V., J. A. Patterson e T. J. Applegate. 2005. Effects of delayed placement on intestinal characteristics in turkey poults. *Poult. Sci.* 84:816-824.

Reynolds, D. L. 2003. Multicausal enteric disease. Pages 1169-1171. In *Diseases of poultry*. Y. M. Saif ed Iowa State University press, Ames.

Schiefer, H. B. e V. R. Beasley, 1989. Effects on the digestive system and energy metabolism. Pages 61-89. In *trichitecena Mycotoxicosis: pathophysiologic effects*. V. R. Beasley, ed. CRC Press, Boca Raton, Fl.

Siddons, R. C. 1969. Intestinal dissacharidase activities in the chick. *Biochem. J.* 112:51.

Sklan, D. 2001. Development of the digestive tract of poultry. 2001. *World's poultry Sci. J.* 57:415-427.

Stuart, B. P., R. J. Cole, E. R. Waller e R. E. Waller, R. E. Vesonder. 1986. Proventricular hyperplasia (malabsorption syndrome) in broiler chickens. *J. Environm, pathol. Toxicol. Oncol.* 6:369-385.

Smithard, R. 2002. Secondary plant metabolites in poultry nutrition. 237-278. In: *Poultry feedstuffs*. Edited by J. M. McNab e K. N. Boorman. CABI Publishing.

Svihus, B., E. Juvik, H. Hetland, A. Krogdahl. 2004. Causes for improvement in nutritive value of broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. *Br. Poult. Sci.* 45:55-60.

Uni, Z., E. Tako, O. Gal-Garber e D. Sklan. 2003. Morphological, molecular and functional changes in the chicken small intestine of the late term embryo. *Poult. Sci.* 82:1747-1754.

Wu, Y. B., V. Ravidran, D. G. Thomas, M. J. Birtles and W. H. Hendriks. 2004. Influence of phytase and xylanase individually or in combination, on performance, apparent metabolizable energy, digestive tract measurements and gut morphology in broilers fed wheat-based diets containing adequate level of phosphorus. *Br. Poult. Sci.* 45:76-84.

## **LOGÍSTICA E SEU IMPACTO NA AVICULTORA BRASILEIRA**

**Celso Cappellaro**

*Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Agronomia*

Os recentes episódios da paralisação dos caminhoneiros mostra o quanto caótico encontra-se nosso setor de transporte no Brasil e está pedindo mudanças.

Os desafios da avicultura bem como no agronegócio brasileiro como um todo são enormes. A tão sonhada e necessária modernização estrutural de nossa logística vai a passos lentos.

A predominância do sistema rodoviário nos modais de transporte faria supor que as estradas brasileiras são excelentes, o que não é verdade.

A infraestrutura de transporte não são apenas estradas principais de rolagem pavimentadas que já são precárias, mas também rodovias vicinais que origina nossa produção do agronegócio que em boa parte delas ainda são da época da pedra. Somente quem convive no dia a dia sabe da falta de condições destas rodovias para escoar a produção de forma competitiva.

Então o que falar dos outros modais de transporte como ferrovias, portos, aeroportos, transporte fluvial e dutoviário.

Pelas dimensões do país e as distancias dos centros produtores de commodities dos centros consumidores e dos portos exportadores a importância da multimodalidade e fundamental para escoamento da produção com qualidade e custos competitivos.

Muito ainda deve ser feito pelos nossos governantes e com urgência, pois os diferenciais de custos que tínhamos com os commodities com preços baixos para competir no mercado internacional hoje já não existem mais.

Temos que ter a consciência que nos dias atuais com a globalização, a competição esta cada vez mais acirrada no mercado, entre tantos concorrentes buscando o mesmo cliente.

Com tantas opções de compra o que pode nos diferenciar perante o cliente? Sem sombra de dúvidas é o ATENDIMENTO.

Se for mal atendido o cliente simplesmente “apaga” a empresa de sua mente. O cliente de hoje não aceita esperar.

A cada dia que passa o número de concorrentes aumenta a qualidade dos produtos entre os concorrentes está cada vez mais equilibrada e os preços dos produtos equivalentes cada vez mais similares.

Portanto o diferencial está na logística com atendimento do produto certo, no lugar certo e na hora certa, com toda qualidade que o cliente espera, pois para vender nossos produtos, eles precisam estar disponíveis, pois ninguém vai ao mercado esperar nosso produto chegar; simplesmente o cliente substitui por outro.

Precisamos unir esforços, e ter persistência para mudarmos os rumos atuais, pois acreditamos que uma matriz de transporte mais equilibrada e eficiente, seja o único caminho para a sustentabilidade da avicultura e de todo agronegócio brasileiro.

## **PANORAMA E PERSPECTIVAS PARA O MERCADO DE CARNES**

**Adolfo Fontes**

*Analista sênior do Rabobank Brasil*

O material não foi recebido em tempo hábil para publicação nos anais.

## **A AVICULTURA DE ALTA PERFORMANCE NO SÉCULO 21**

**Bernardo Gallo**

*Médico Veterinário*

*Gerente de Negócios Avicultura*

*Cargill Animal Nutrition*

Com os crescentes desafios nos custos de produção da avicultura e um aumento de competitividade em um mercado cada dia mais concentrado em grandes corporações, as empresas se vem forçadas a diferenciar-se com resultados de produtividade e eficiência para sobreviver nesse meio.

O grande desafio começa na constante alta dos custos de grãos, provedores de energia, que competem com petróleo e etanol, aumentam seu consumo mais rápido do que o crescimento populacional. Somado a isso, um elevado custo de mão de obra, que atualmente no Brasil já equiparasse a custos dos EUA em alguns casos. Além do custo, a disponibilidade desta mão de obra passar ser um limitante da operação e expansão dos negócios em várias regiões do Brasil.

A saída para as empresas seguirem competitivas, é diferenciar-se em vários aspectos: produtivos, comerciais, econômicos e estratégicos. Gostaria de aprofundar um pouco mais no que tangue a produtividade de nossas operações.

A produtividade hoje não basta ser apenas boa ou regular, devemos trabalhar com o conceito de alta performance, ou seja, estar entre as melhores empresas em vários indicadores de produção, como custo de frango vivo, conversão alimentar, rendimento de carcaça e finalmente, o mais importante que é a rentabilidade total do negócio (retorno econômico).

Para isto precisamos estar constantemente nos comparando e definido metas de alcance para estarmos entre os produtores de alta performance, sendo este o ponto de partida para buscarmos as melhoras nos processos necessárias.

Uma vez que definimos aonde queremos chegar, devemos detalhar os fatores que nos levarão a estes resultados. Nesse momento, devemos fazer uma análise detalhada dos dados internos de produção gerados dentro da empresa e entender a resposta destes dados de acordo a cada variável que temos em nosso processo. O que quero dizer com isso, é que devemos analisar os indicadores de nossa realidade, como: ganho de peso por tipo de linhagem alojada, conversão alimentar por dias de intervalo entre lotes, ou custo de frango vivo por tipo de galpão, ou ainda, rendimento de peito por níveis de aminoácidos utilizados entre vários outros. Enfim, existe um gama enorme de variáveis que afetam nosso resultado diariamente, em maior ou menor grau, que precisam ser entendidas para uma melhor tomada de decisão. É exatamente neste ponto em que as empresas de Alta performance estão fazendo a diferença e tomando decisões cada vez mais rápidas em função dos fatores que lhe resultam em melhores resultados.

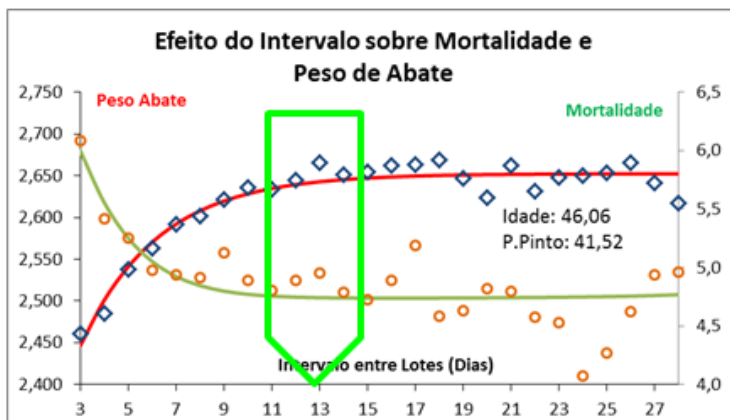
Abaixo uma lista de algumas das variáveis que afetam diretamente nossa produtividade que devemos entender a interação entre elas:

## Algumas Variáveis...

Incubatório	Fomento	Nutrição	Abatedouro
<ul style="list-style-type: none"><li>• Linhagem</li><li>• Lote de Matriz</li><li>• Idade da Matriz</li><li>• Peso Pinto</li><li>• Índice de Qualidade</li><li>• Vacinações</li><li>• ...</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Intervalo</li><li>• Densidade</li><li>• Integrado</li><li>• Classificação do Integrado</li><li>• Peso Semanal</li><li>• Mortalidade Semanal</li><li>• Temperatura</li><li>• Umidade</li><li>• Instalação</li><li>• CA</li><li>• IEP</li><li>• MORT</li><li>• PM</li><li>• ID</li><li>• ...</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Custos Ingredientes</li><li>• Composição</li><li>• Níveis Nutricionais</li><li>• Envio de Ração</li><li>• Matriz Nutricional</li><li>• ...</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rendimento de Carcaça</li><li>• Rendimentos de Cortes</li><li>• Condenações Totais</li><li>• Condenações Parciais</li><li>• ...</li></ul>

Um exemplo dessa interação pode ser descrito como abaixo. Você sabe qual o efeito do intervalo sanitário sobre o peso de abate e da mortalidade na sua empresa?

## O impacto do intervalo sanitário sobre: Peso de Abate e Mortalidade



21

O Sucesso na Atividade através do Gerenciamento de Dados

www.brazil.poultry.com.br

Cargill

Nesta empresa, é possível ver que ao redor de 13 dias de intervalo temos uma resposta positiva para maior peso de abate e menor mortalidade, após esse período o efeito do intervalo não interfere nestes indicadores, com isso posso otimizar o uso de minhas instalações de galpões, reduzindo o custo e mantendo o resultado quando comparado a uma outra situação em que estivessem usando acima de 15 dias de intervalo sanitário.

São decisões como esta, de acordo com a realidade de cada empresa, de forma rotineira, que fazem com que as empresas de alta performance estejam na liderança dos resultados.

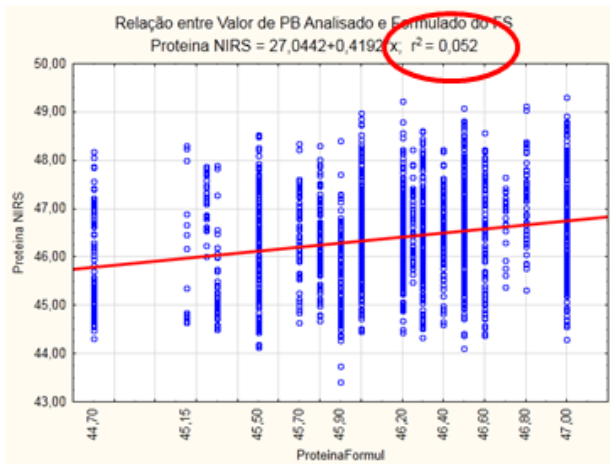
Outro fator que diferencia as empresas de alta performance, é que existem no mercado uma série de tecnologias e conceitos que foram, durante muitos anos, colocados à prova e que comprovadamente fornecem um resultado de excelência, porém ainda hoje existem empresas que não adotaram. É exatamente nesse momento que as diferenças começam a aparecer e as

empresas de alta performance começam a despontar. Tecnologias estas, como NIR, Formulação em linha, softwares de otimização, formulação não linear, enzimas, peletização, galpões climatizados, galpões Dark House, entre outras.

No exemplo abaixo, podemos identificar a variabilidade de recebimento de farelo de soja de uma determinada empresa, onde o nutricionista mesmo formulando semanalmente somente capturou o uso correto do valor da PB em 38% dos casos.

Este é um exemplo do uso de uma tecnologia com NIR e formulação em linha aonde podemos obter os dados de cada ingrediente instantaneamente e formular para cada batida com as características daquele ingrediente, gerando um valor de redução de custo ou retorno financeiro.

## Capturando a Variabilidade...



O Sucesso na Atividade através do Gerenciamento de Dados

www.nir.com.br





Finalmente, durante nossas visitas de avaliação fica muito claro que as empresas de alta performance são aquelas que mais rapidamente adotam novas tecnologias e analisam seus dados de forma a priorizar as decisões, baseando-se nas variáveis que mais afetam a rentabilidade do negócio.

Com isso tendem a tomar decisões de investimento com maior assertividade sobre o retorno e passam a liderar as comparações de benchmark do mercado.

## **EQUIPAMENTOS – PRESENTE X FUTURO**

**Clóvis Rayzel**

*Presidente Big Dutchman, Inc. Holland, MI, EUA*

A intenção deste relatório não é cobrir a totalidade da apresentação, mas sim listar os conceitos discutidos, juntamente com um breve comentário. Dessa forma, o leitor poderá revisar o conteúdo e facilitar a busca de maiores informações sobre cada tema.

### **Expectativa da indústria avícola**

O uso de equipamentos para produção de aves busca, fundamentalmente, aumento de eficiência no processo produtivo. Isso pode ser interpretado primordialmente como diminuição no uso de mão de obra. Outros objetivos que podem ser listados são: a melhoria do bem estar animal, do bem estar do trabalhador, rastreabilidade e auxílio em processos alternativos de produção de aves, como a ausência de antibióticos como promotores de crescimento.

### **Imaginação é o limite**

Como em qualquer outra indústria, equipamentos para produção de aves estão sempre evoluindo, com base nos avanços das tecnologias disponíveis e na demanda de mercado. Com frequência, produtos chegam ao mercado antes do mesmo estar pronto para recebê-los, ou quando o mercado ainda não está preparado para aceitar o seu custo. No entanto, entendo que em uma discussão como esta, as partes envolvidas devem estar abertas a tudo que a imaginação propiciar. Aquilo que possa soar absurdo hoje poderá ser viável amanhã.

## **Fundamentos da automação futura**

O constante aumento da capacidade de computação e sua diminuição de preço possibilitam equipamentos cada vez mais complexos. O desenvolvimento de sensores de todos os tipos viabilizam conceitos que somente existiam na ficção até pouco tempo atrás. A junção de capacidade de computação e tecnologia de sensores viabilizam máquinas que podem executar tarefas extremamente complexas em ambientes até recentemente considerados totalmente hostis.

### **O que está por vir**

Hoje, a indústria avícola já utiliza alguns robôs simples - normalmente estacionários - como máquinas para embandejar ovos, ou que se movimentam com rodas, como carros de distribuição de ração. Tecnologia já existente possibilita, literalmente, dar pernas aos robôs. Dessa forma, os mesmos poderão se locomover em quase qualquer terreno, inclusive dentro de um aviário de frangos, por exemplo.

Se imaginarmos uma máquina que consegue se locomover eficientemente dentro de um galpão de frangos e esta máquina é equipada com sensores que identifiquem aves mortas, podemos ter como resultado uma máquina que recolha as mesmas, sem a participação direta de pessoas. Esse é somente um exemplo, entre muitas frentes que se pode explorar. Para o leitor mais interessado em avanços na área de robótica, sugiro que se busque no YouTube: “Boston Dynamics robots” ou “DARPA robots”.

### **Produção livre de antibióticos**

O uso de antibióticos como promotores de crescimento está cada dia mais restrito e, em algum momento não muito distante, será eliminado. Produção sem antibióticos requer ajustes em muitas práticas, inclusive manter sob controle a carga patogênica dentro do aviário. O uso de acidificantes na cama é extremamente danoso ao equipamento, e de eficácia questionável. Uma alternativa em termos de equipamento que pode ajudar nessa situação seria o uso de um

galpão com todo o piso na forma de painéis de plástico vazados (*slats*).

Tais galpões já estão em uso em algumas regiões do mundo e sua construção tem melhorado muito. Além de não precisar usar nenhuma cama, melhora qualidade do peito e patas, e reduz ao mínimo o contato do animal com suas fezes. Essa separação do animal e seus dejetos traz as vantagens óbvias no que se refere a controlar agentes biológicos indesejáveis.

## **Bem estar animal**

Em poedeiras comerciais e suínos, a participação de equipamentos na melhoria do bem estar animal já é uma realidade estabelecida. Em matrizes pesadas já se fala bastante em requerimentos específicos para os ninhos e em sistemas de arraçoamento que minimize o estresse causado durante o período de restrição alimentar. Iluminação e ventilação também influenciam o bem estar das aves e, portanto, também se tornarão objeto de discussão nesse contexto.

## **Bem-estar humano**

Restringir a presença humana no ambiente empoeirado de um aviário de matrizes, ou a participação do homem na remoção da cama do aviário, por exemplo, podem ser interpretados como melhoria do bem estar do trabalhador. Os cenários acima podem ser melhorados por meio de ninhos automáticos mais eficientes e via o uso de *slats* em galpões de frangos, respectivamente. Tanto quanto para o animal, o bem estar do trabalhador também é influenciado por luz e ventilação, daí a importância dobrada destes componentes do pacote tecnológico.

## **Tecnologias já disponíveis e ainda de uso limitado**

### **Lâmpadas LED**

Este é um dos avanços mais fáceis de ser adotados e com retorno de curto prazo. A eficiência das lâmpadas LED é tremendamente superior as incandescentes e mesmo quando comparadas às fluorescentes compactas a vantagem é grande. Já estão disponíveis lâmpadas LED de segunda geração, com formatos diferentes das de bulbo convencional, são ainda mais eficientes, de montagem rápida, laváveis, e algumas com possibilidade de escolher a tonalidade da cor da luz emitida. A maioria vem com a possibilidade de ajuste de intensidade (*dimmer*).

### **Gaiolas para frangos**

Tecnologia já de vários anos que se desenvolveu bem em alguns países, porém, pouco usada na maioria da indústria avícola. O maior desafio para o uso dessa tecnologia é o manejo dos dejetos, que demandam remoção diária do galpão. Há vantagens marcantes em conversão alimentar, qualidade de peito e patas. Porém, com o investimento inicial mais alto juntamente com as limitações causadas pelo manejo de dejetos, a aplicação desse conceito é limitada. Do ponto de vista de bem estar animal, pode ser visto como um passo atrás, já que confina o animal. No caso da regulamentação europeia, a mesma não proíbe gaiolas, mas sim, afirma que frangos tem que ser criados em cama.

### **Pirólise de dejetos**

Avançou muito nos últimos anos a tecnologia de queima controlada (pirólise) de cama de aviário ou mesmo de esterco puro. Isso leva à liberação de gases de alto valor energético, que podem ser utilizados em motores a combustão para aplicações diversas. Trata-se de uma tecnologia que, a princípio, se aplica a qualquer biomassa.

### **Alimentação de matrizes por precisão**

Há trabalhos sendo feitos no desenvolvimento de um comedouro automático para matrizes, tanto para cria como para produção, onde a máquina irá determinar o peso de cada ave e dispensar a quantidade certa de alimento para aquele animal. Isso melhora muito a uniformidade do lote e, conseqüentemente, levando aos benefícios de produtividade. Essa tecnologia já está totalmente disponível, porém o custo ainda é alto.

### **Painéis evaporativos plásticos para resfriamento de ambiente**

São considerados um pouco menos eficientes que os de celulose (algumas estimativas falam de 20% de diferença). Porém, estas comparações são sempre feitas com o painel de celulose novo. Após algum tempo de uso, os painéis de celulose normalmente tem a sua eficiência reduzida, devido à deposição de minerais. Os de plástico não sofrem nenhuma diminuição de eficiência com o tempo. Então, é possível que, ao longo da vida da peça, a eficiência seja comparável. Porém, mesmo com menor eficiência, o painel plástico pode ser desejável, pois tem vida útil mais longa e permite lavagem e desinfecção.

### **Sistemas inteligentes de gerenciamento de informação**

Há vários softwares de ultima geração no mercado que permitem integração de toda a cadeia produtiva, da fábrica de ração e granja de matrizes, até o incubatório, granja de frangos e a planta de processamento. Isso possibilita ganhos impressionantes em eficiência, diminuição de risco de erros, e aumenta a possibilidade de rastreabilidade, entre outros. Com o aumento da automação em nível da granja, mais informação estará disponível para ser gerenciada por meio destes softwares.

Os equipamentos utilizados na indústria avícola avançarão a passos mais rápidos nos anos à frente, do que o fez no passado. Como acontece em outras indústrias, o ganho tecnológico é exponencial, e com isso a velocidade é crescente. Mais do que nunca, as empresas avícolas deverão dedicar recursos para se certificarem que estão utilizando as tecnologias adequadas e, portanto, permanecendo competitivas.

## **EU LEGISLATION ON BROILER MEAT PRODUCTION IMPACT ON BROILER MANAGEMENT**

**Martijn Gruyters**

*Technical Service manager, Cobb-Europe*

On the 28<sup>th</sup> of June 2007, the broiler welfare directive 2007/43/EC was adopted by the 28 member states of the European Union (EU). This directive with the title: "*Laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production*", regulates the minimum requirements for commercial broiler meat production which the member states have to implement in their National Agricultural Regulations. It is mainly a protocol on protection and welfare of chickens kept for meat production and part of a larger EU legislation on production of products from animal origin.

The complete EU legislation on meat production is based on 3 pillars:

- Environmental protection;
- Food safety;
- Animal Welfare.

The EU legislation is the baseline and the different countries can take further regulation beyond this point.

### **Environmental protection**

Background for the environmental protection is the nitrate directive (91/676/EC) and the integrated pollution prevention and control directive (IPPC). This applies to farms with more the 40.000 broilers. The nitrate directive aims to control pollution and protect water quality in Europe by preventing nitrates from agricultural sources from pollution ground and surface waters. This has a direct impact on farm management as investments have to be made for special storage of poultry manure and application of poultry manure as fertilizers in crop farming need to be in a controlled system (max 170kg N/ha/year). For certain countries with the EU this means that

manure disposal will come as an extra cost (Netherlands, Belgium and Spain).

The IPPC directive is to apply the best available techniques to prevent or reduce ammonia or other emissions to the air. These techniques not necessarily results in better technical farm results and can therefore come as an additional cost to the broiler farms. The directive also requires farms to have production permits and they have to undergo an environmental impact assessment performed by a third party.

## **Food safety**

The poultry meat industry has to adapt rules of hygiene, traceability and labelling because foodstuffs of animal origin may present microbiological and chemical risks. Most important are the General Food Law and (regulation (EC) No 178/2002) and hygiene package (Regulations (EC) No 852/2004, 853/2004, 854/2004 and 882/2004). This legislation states that food business operators such as farmers have primary responsibility for food safety. Farmers are specifically affected by legislation on implementing good agricultural practices and salmonella control. Farmers are also confronted with higher feed costs as it is not allowed to use meat and bone meal in animal feeds (also resulting in higher cost for processing plants for disposing slaughter offal) and there are limitations on the use of certain raw materials (eg. non-GMO). Further the ban on growth promoting antibiotics (AMGB's) in animal feed have resulted in higher feed prices (additives etc) to maintain technical performance on farm level.

## **Animal Welfare**

All member states of the EU have to apply regulation for animal welfare protection with principles relating to animal housing, feed and care which are appropriate to their needs (Council Directive 98/58/EC). The aim of this is to prevent animals from all unnecessary suffering in the three main areas: farming, transport and slaughter. Specifically for poultry meat production, the Directive 2007/43/EC was implemented which is also known as the broiler welfare directive mentioned before.



The baseline for production of broiler meat according the minimum regulation is a maximum bird density of 33 kg/m<sup>2</sup> house area. Member states can allow bird densities up to 42 kg/m<sup>2</sup> when an extra set of regulations is implemented, evaluated and a penalty system in place when requirements are not met. These extra regulations will include stricter housing conditions, welfare standards and a specific target mortality level for the last 7 consecutive flocks.

A specific lighting program need to be implemented which aims at a 24-hr rhythm with periods of darkness of at least 6 hours and at least one uninterrupted period of darkness of 4 hours. This needs to be applied within 7 days after placement of the DOC and up to 3 days before the scheduled processing date. Light intensity have a minimum of 20 lux at bird eye level and at least 80% of the living area in the broiler house need to be covered with light.

Another example of additional regulation on welfare in member states which allow densities up to 42 kg/m<sup>2</sup> is pododermatitis scoring at the processing plant (like performed in the Netherlands). This means that in the processing plant, a representative sample of 100 birds is checked for presence and severity of pododermatitis in a special scoring system and reports are produced and stored of every delivery from a farm to the processing plant.

## **Economic impact of EU legislation**

The EU-legislation is leading in the European poultry meat production and implementation of the regulations almost always leads to extra costs. These additional costs are directly related to the 3 pillars mentioned earlier.

- Environmental protection:
  - Manure disposal cost as result of the Nitrate directive;
  - Reduction of ammonia emission in manure application.
  
- Food safety:
  - Salmonella control. Cost of hygiene measures, sample collection, testing and vaccination;
  - Meat-and-bone meal (MBM). The ban on MBM in the EU have resulted in higher feed costs;

- Antibiotic growth promoters. The ban on the use of antibiotic growth promoters have resulted in higher feed costs;
  - Genetically Modified Organisms (GMO). The strict rules in the EU on the use of GMO crops results in higher feed costs;
  - Labelling of unprocessed meat with the country of origin.
- Animal welfare:
    - Stocking density. Additional housing costs to regulate the maximum live weight/m<sup>2</sup>.

In a report, published by the Dutch Economical Agricultural institute, it was estimated that the average additional on farm costs of the EU legislation is 4,8 € ct/kg of live weight (=5,1% of total production cost in 2011). In countries like the Netherlands this can go up to 8% due additional regulation.

## **Impact on broiler farm management**

Some of the EU regulations have a direct impact on the daily management on broiler farm level in situations when farmers want to increase their stocking density up to 42 kg/m<sup>2</sup>. Especially the target mortality levels and pododermatitis scoring have caused a shift in the focus of broiler farmers.

### **Target mortality level**

When the target mortality levels are not met this will have a direct impact on the kg/m<sup>2</sup> a broiler farm is allowed to produce. The price of an m<sup>2</sup> broiler house in the EU is relatively more expensive compared with other areas in the world so the aim of economical broiler production is to produce to the maximum kg/m<sup>2</sup> which is allowed within the regulations.

The target mortality level is calculated with the following formula:

$$\mathbf{1\% + 0,06\% \times \text{age at processing}}$$

So when a flock is processed at for example 40 days, the maximum mortality cannot exceed: 1% + 0,06% x 40= 3,4%.

One of the focus areas for mortality control is the brooding period. Proper brooding of young chicks is an absolute must to give the chicks a good start and will include easy access to fresh feed and water, sufficient heating and a minimum ventilation which ensure good air quality levels. When feed is consumed as soon as the chicks arrive on the farm, the digestive system will be stimulated to start and develop. As a result, the yolk will be better digested which decreases the risk for mortality related to yolk sac infection. Proteins from the yolk are used for developing the immune system instead of initial growth of the chick.

Water line management is also of increasing importance as improper managed water supply can directly affect mortality throughout the life of a flock. Special programs are in place with regular flushing (sometimes automated) and there is an increasing interest in acids and additives which can be used in the water to maintain a good quality.

Disease prevention through high standard biosecurity, vaccination program and rodent control is of course important as well. Broiler farms have to have a close relation with a specialized poultry veterinarian. Non-integrated countries like the Netherlands oblige the broiler farmers to have a 1-to-1 relation with one poultry veterinarian which will visit a farm at least once during a grow-out cycle and who is responsible for the salmonella sampling before the flock is processed.

### **Pododermatitis scoring**

The pododermatitis scoring is used as a method for measuring welfare on broiler farm level. The scoring system has a range from 0 (absent), 1 (minor presence) and 2 (severe presence).

The total pododermatitis score (PDS) is then calculated with the following formula:

$$\text{PDS} = (\% \text{ birds with a score } 0 \times 0) + (\% \text{ birds with score } 1 \times 0,5) + (\% \text{ birds with score } 2 \times 2)$$

With an farm PDS average <80 no actions need to be taken, when PDS is between 80 – 120 a special plan need to be presented to the government what actions will be taken to get below 80 and when average PDS >120, bird density need to be lowered to 39 kg/m<sup>2</sup>.

As the quality and type of litter material have a direct impact on the development of pododermatitis, more management attention is given to this issue. Research and practical field experience have learned that keeping the litter as dry as possible for the first 18 days of the life of a flock will minimize the risk for problems with pododermatitis.

Traditionally, wood shavings and straw were used as litter material but as the moisture absorbing properties of these materials is limited there is a growing interest in alternatives like peat, pelletized straw etc.

Next to the choice of litter material, ventilation rates must be sufficient enough to remove the excessive moisture produced by the birds and the heating system.

Also more attention is given to drinker line management to minimize water spillage and leaking of drinkers or nipples.

### **Thinning and processing schedules**

Stocking densities above 33 kg/m<sup>2</sup> are monitored by the authorities by combining processing plant results (weight) in combination with information supplied by the farmer and delivery forms from the hatchery. As the investment costs in housing and equipment is expensive in the EU compared with for example Brazil (€275/m<sup>2</sup> vs €80/m<sup>2</sup>, *LEI communications*) farmers put every effort in maximizing the output of their houses. This means that flocks are thinned once or twice not to exceed the maximum allowed bird density but to maximize the overall kg/m<sup>2</sup> produced. It must however not be underestimated that thinning also includes a potential risk for diseases and stress for the remaining part of the flock and therefore need to carefully managed.

## Alternative broiler production

Next to the conventional way of producing broilers for meat production, new developments can be seen within the EU on “alternative programs” for broiler meat production. This is partly driven by consumer organizations and it is estimated that it will have a future market share around 5%-10%. Different countries and producers have their own system and labelling but need to follow the minimum EU condition and name requirements in EC/543/2008 and organic chickens in EC/834/2007.

Examples of different intermediate segments for different countries:

- France → Certifié (label Rouge).
- UK → Freedom Food.
- Netherlands → Better life certificate (certification by the animal welfare groups).

All these different programs have their own set of regulations and requirements on top of the EU regulation. This is ranging from requirements for specific feed, bird densities, specific target ADG and final age, breed choice, access to an outdoor area, daylight in the house distraction materials in the house, etc. In general it can be said that every additional requirement from the traditional system will come with extra costs and products are marketed and sold in the higher price segment.

## Literature

van Horne, P.L.M. and Bondt, N., December 2013. ‘*Competitiveness of the EU poultry meat sector*’. Report 2013-068. LEI Wageningen UR, The Hague.

Council Directive 2007/43/EC. ‘*Laying down minimum rules for protection of chickens kept for meat production*’. June 2007. Brussels.

*Broiler management guide*, 2010, Cobb-Vantress.

## **CICLO DE VIDA NA PRODUÇÃO DE FRANGOS**

### **Jonas Irineu dos Santos Filho**

*Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Ciência (Economia Aplicada),  
pesquisador da Embrapa Suínos e Aves*

### **Introdução**

A partir dos anos 80 é crescente a preocupação da sociedade em relação aos riscos decorrentes do uso indiscriminado dos recursos naturais. A visão de que existe aquecimento global tem dominado o noticiário e intensificou esta preocupação. Independente das preocupações ambientais relativas ao aquecimento global, que também é contestado, existe uma verdade absoluta de que os recursos naturais são finitos e as necessidades humanas não.

O crescimento econômico mundial, principalmente nos países pobres, algo socialmente desejado por todos, teve efeito direto sobre o aumento na demanda de recursos naturais. No início deste século observou-se o ímpeto do consumo da China. Espera-se que o ímpeto deste consumo se mantenha ou até mesmo seja ampliado no futuro devido ao crescimento da renda e o conseqüente crescimento no consumo da Índia e outros países pobres da Ásia. Desta forma e continuara a ocorrer pressão sobre os recursos naturais. Para o setor de carnes, por exemplo, espera-se que o consumo de proteína animal aumente 15% nos próximos 10 anos. Este aumento representa um acréscimo total no consumo de proteína animal na ordem de 46 milhões de toneladas, sendo 20 milhões somente em carne de frangos. Considerando-se que o Brasil é o celeiro de alimentos do mundo e o único país do mundo com grande potencial de crescimento na produção este efetivação deste cenário equivaleria ao aumento em mais 166% vezes da produção brasileira.

Criar condições para aumentar a produção futura com a limitação de recursos existentes é um desafio de toda a cadeia produtiva. Desta forma, incorporar nas avaliações de projetos indicadores que permitam mensurar o uso e perdas dos recursos é uma necessidade para toda sociedade. A Avaliação de Ciclo de Vida é uma metodologia que pode ser utilizada para este fim e ganha

cada vez mais uso. Desta forma iremos fazer uma revisão dos resultados, vantagens e limitações deste tipo de estudo.

## **Metodologia e limitações**

A Avaliação de Ciclo de Vida é praticada há mais de 30 anos em países desenvolvidos (Lima, 2007 apud Zocche & Francisco, 2013). O seu uso vem ganhando espaço também no Brasil, pois permite a avaliação de um produto de uma forma multidimensional. Este método incorpora questões de eutrofização, acidificação, emissão de gases de efeito estufa, uso de recursos, ecotoxicidade terrestre, demanda cumulativa de energia, dentre outros.

Esta metodologia é normatizada e estrutura internacionalmente, pertencendo à series ISSO 14040 e 14044 (Zocche & Francisco, 2013). A sua utilização foi potencializada pela popularização de pacotes computacionais que facilitam a sua implementação, bem como de banco de dados com informações sobre o impacto da maioria dos insumos e produtos. Ainda assim, a sua aplicação não ocorre sem problemas de aplicação e nos pressupostos utilizados.

## **Resultados e discussões**

As emissões decorrentes da produção agrícola são bastante variáveis, dependendo do clima, solo, praticas agrícolas e diversos outros fatores. Geralmente as emissões consideradas são  $\text{NH}_3$  lançado na atmosfera pelo uso de fertilizantes químicos,  $\text{NH}_3$  lançado na atmosfera devido o manejo de dejetos (ou chorume),  $\text{NO}_3$  e  $\text{PO}_4$  despejados nos rios,  $\text{NO}_2$  e  $\text{NO}_x$  para o ar e metais pesados.

Um dos maiores problemas de aplicação de uma metodologia que visa mensurar os impactos de uma cadeia produtiva completa é a disponibilidade de dados que representem a realidade utilizada como também o conhecimento total de todos os fatores de produção utilizados. Por exemplo, para mensurar os impactos ambientais na cadeia de produção de frangos Prudêncio da Silva (2014) utilizou os coeficientes de emissão obtidos em Dollé et al. (2007), Dollé et al. (2009) e Gac et al. (2007). Estimativas atuais de emissões obtidas em Oliveira (2015) mostram que as emissões brasileiras são inferiores as obtidas por esses autores franceses.

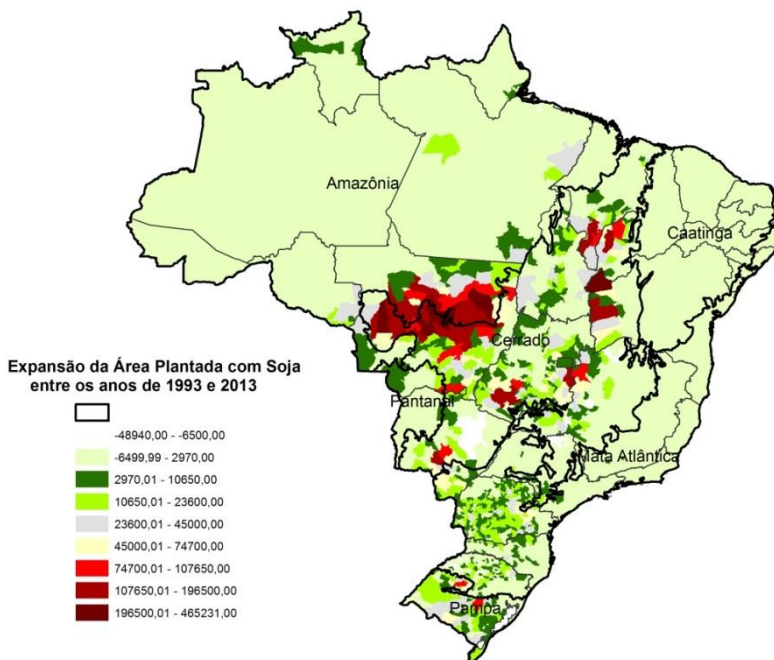
Outro problema diz respeito aos pressupostos utilizados. Os estudos sobre Ciclo de Vida penalizam a soja produzida no Centro Oeste e na Floresta Amazônica devido à pressuposição de que o cultivo da mesma ocorre em área desmatada recentemente e, portanto, é responsável pela liberação de gases de efeito estufa.

Também existe diferença entre a emissão de gases de efeito estufa decorrente do desmatamento nos diferentes biomas. As estimativas de emissão de gases de efeito estufa pelo desmatamento efetuado por Prudêncio da Silva (2012) mostram que as emissões da Amazônia são 7,5 superior as emissões no Bioma Cerrado. Assim, a diferença na pressuposição da área desmatada e a sua localização são responsáveis pela diferença nos resultados obtidos entre os diversos estudos.

FAO (2013) apresentou uma estimativa dos impactos ambientais na produção animal utilizando a Avaliação de Ciclo de Vida, tendo como único indicador as emissões de gases de efeito estufa. De um total de 7067 milhões de ton CO<sub>2</sub> Eq., a produção de frango foi responsável por 8% do total de emissões da pecuária mundial, enquanto a pecuária bovina respondeu por 65% e a suinocultura 9,5%. Ainda por este estudo a avicultura de corte da América Latina emitiu em média 5,73 ton CO<sub>2</sub> Eq. devido a grande influencia da produção brasileira. Este número é superior a média mundial de 5,3. Segundo este estudo a América do Norte e o Leste Europeu tem uma emissão menor do que a da América Latina, pois não consome soja brasileira.

O resultado obtido pela FAO é superior ao obtido em Prudêncio (2010) que encontrou emissão de 2,75 e 1,95 ton CO<sub>2</sub> Eq. para a produção de 1 ton de frangos congelado, abatido e embalado no Centro Oeste e na região Sul respectivamente. Os estudos da FAO (2013) consideraram, nas suas estimativas de impacto, a média do desmatamento do Centro Oeste e na Amazônia de 1993 a 2003 enquanto que Prudêncio considera o período de 2005 a 2008.





Para além do problema decorrente da área desmatada utilizada no estudo ainda reside outro problema relativo ao desmatamento do Centro Oeste e na Amazônia Legal. Existiu realmente uma expansão na produção de soja dentro da Amazônia Legal nos últimos 20 anos. Entretanto, o conceito da Amazonia Legal, criado em 1966, é um conceito político e não de um imperativo geográfico. Foi a necessidade do governo de planejar e promover o desenvolvimento da região.

Atualmente, a Amazônia Legal ocupa 5.016.136,3 km<sup>2</sup>, que correspondem a cerca de 59% do território brasileiro. Nela vivem em torno de 24 milhões de pessoas, segundo o Censo 2010, distribuídas em 775 municípios, nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e Maranhão (79% da área do estado). Além de conter 20% do bioma cerrado, a região abriga todo o bioma Amazônia (SUDAM, 2015).

Segundo o IBGE somente a partir do município de Alta Floresta o cerrado da Amazônia Legal passa por uma transição para Floresta Amazônica. Neste sentido os estudos de Ciclo de Vida tendem a superestimar os impactos ambientais da avicultura, suinocultura e pecuária de corte brasileira quando consideram os impactos do desmatamento da Amazônia Legal como sendo desmatamento da Floresta Amazônica.

Para a pecuária de corte os problemas são ainda maiores. Esta atividade é tida como uma das mais impactantes em termos de aquecimento global. Os dados utilizados pelas agências internacionais não contemplam os avanços técnicos na bovinocultura nacional. Os estudos efetuados pelos pesquisadores brasileiros obtiveram resultados inferiores aos coeficientes de emissão utilizados nos estudos internacionais.

Segundo Cardoso (2012) a utilização de fatores de emissão cálculos no Brasil produzem resultados de emissão entre 50 e 42 menores que aqueles calculados com dados do IPCC (2006). De forma complementar o autor conclui que caso se leve em consideração o sequestro de carbono as emissões seriam minimizadas em mais de 70% colocando a bovinocultura de corte brasileira como a mais sustentável do mundo e retirando a pecuária brasileira da posição incomoda de ser a mais importante atividade econômica responsável pelo aquecimento global.

Independente dos problemas de mensuração, os estudos efetuados utilizando a Avaliação de Ciclo de Vida encontram resultados que confirmam a importância do avanço tecnológico sobre a diminuição da emissão. O trabalho efetuado pela FAO (2013) conclui que a produção não tecnificada de frangos tem uma emissão 25% (6,6 versus 5,18 ton CO<sub>2</sub> Eq.) superior a produção tecnificada. De forma semelhante, Prudêncio da Silva (2014) calculou valores de emissão 26% (4,2 versus 3,18 ton CO<sub>2</sub> Eq.) superiores para a produção de frangos no modelo Label Rouge em comparação a produção convencional na França. Neste mesmo sentido, estudo efetuado por Bogglia et al. (2010) também mostrou a menor emissão de gases de efeito estufa produção convencional em relação a produção orgânica.

Em termos de tecnologia, estudos efetuados no Brasil vão na mesma direção dos estudos internacionais. Neste sentido Oliveira et al. (2012) e Prudêncio et al. (2012) encontraram que os aviários modernos tipo Dark House tem uma intensidade de emissão inferior aos aviários convencionais. Henn (2014), conclui que a evolução tecnológica dentro do sistema produção intensiva de frangos promoveu também a diminuição das emissões de gases de efeito estufa.

Assim, juntamente com a melhoria no meio ambiente o desenvolvimento tecnológico da produção nacional foi e continua sendo fundamental para a manutenção da competitividade da produção de frangos. Estudos efetuados por Santos Filho (2014) confirmam a importância da produção de frangos e suínos para o desenvolvimento econômico e social das localidades e regiões onde a mesma ocorre permitindo concluir que a tecnologia tem um papel fundamental para o desenvolvimento sustentável no seu tripé (Econômico-Social-Ambiental).

Para além da produção de frangos propriamente dita, a produção de grãos tem o maior impacto dentro das emissões da produção animal. A diminuição das perdas de nitrogênio e fosforo para o meio ambiente decorrente da produção de grãos, além de aumentar a eficiência econômica na produção, vão promover a melhoria em indicadores como eutrofização, acidificação, economia de recursos e demanda de energia.

## **Considerações finais**

A ACV é uma importante ferramenta para estudos de impacto das atividades econômicas.

O Brasil necessita intensificar os estudos nacionais para que a pecuária brasileira não seja penalizada em fóruns internacionais.

A tecnologia é benéfica para a economia e para o meio ambiente.

## Bibliografia

Boggia, A.; Paolotti, L.; Castellini, C. Environmental impact evaluation of conventional, organic and organic-plus poultry production systems using life cycle assessment. *World's Poultry Science Journal*. World's Poultry Science Association, vol 66, March 2010. P. 95-114.

Curran, M. A.; Life cycle assessment: principles and practice. Environmental Protection Agency. May 2006, Cincinnati, 80 p.

de Oliveira, P.A.V.; Santos Filho, J.I. dos; Bellaver, P.; Scheuermann, G.N.; CARON, L. Estimativa da emissão de gases de efeito estufa na produção de frangos de corte nos sistemas convencional e darkhouse. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2012 (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 504).

Gerber, P.; Steinfeld, H.; Henderson, B.; Mottet, A.; Opio, C.; Dijkman, J.; Falcucci, A.; Tempio, G. Tackling climate change through livestock – a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 2013, 171 p.

Henn, J. D.; Santos Filho, J.I. dos; Oliveira, P.A.V. Avanços tecnológicos reduzem a excreção nutrientes e a emissão de gases de efeito estufa na avicultura de corte industrial. *Revista Avicultura Industrial*, São Paulo, Ano 105, Nº 04, 2014. P. 22-33.

MacLeod, M.; Gerber, P.; Mottet, A.; Tempio, G.; Falcucci, A.; Opio, C. Vellinga, T.; Henderson, B.; Steinfeld, H. Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains: a global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 2013, 171 p.

Prudêncio da Silva, V.; van der Werf, H.M.G.; Soares, S.R.; Spies, A. Variability in environmental impacts of Brazilian soybean according to crop production and transport scenarios. *Journal of Environmental Management* **JCR**, v. 91, p. 1831-1839, 2010.

Prudêncio da Silva, V.; van der Werf, H.M.G.; Soares, S.R.; Corson, M.S. Environmental impacts of French and Brazilian broiler chicken production scenarios: An LCA approach. *Journal of Environmental Management*, v. 133, p. 222-231, 2014.

Santos Filho, J. I. dos. Cluster of economic development due to production and slaughtering chickens and pigs in Brazil. *Anais da 51ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Aracaju, 2014.

Soares, S.R.; Finotti, A.R.; Prudêncio da Silva, V.; Alvarenga, R.A.F. Applications of life cycle assessment and cost analysis in health care waste management. *Waste Management (Elmsford)*, v. 33, p. 175-183, 2013.

Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM). *Amazônia Legal*. 2015. Acesso em <http://www.sudam.gov.br/amazonia-legal> no dia 06 de fevereiro de 2015.

Zocche, L.; Francisco, A.C. de. Diagnóstico do cenário da ACV no Brasil. XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Salvador, 2013, 14 p.

## **A QUESTÃO HÍDRICA E O FUTURO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

### **Guilherme Augusto Vieira**

*Médico Veterinário, Doutorando em História das Ciências Agrárias UFBA/UEFS, Secretário Executivo da Associação Baiana de Avicultura, Professor dos Cursos de Veterinária da UNIME e da Universidade Salvador; Sócio da Qualyagro – Farmácia na Fazenda Consultoria & Treinamentos; Colunista do Jornal O Presente Rural. [gavet@uol.com.br](mailto:gavet@uol.com.br); [www.farmacianafazenda.com.br](http://www.farmacianafazenda.com.br)*

### **Introdução**

A água é o elemento essencial da vida e todos os organismos vivos, animais e vegetais conhecidos, são constituídos por ela na sua porção. Possui uma importância e relevância notável para o uso a que é destinada, de modo geral para o agropecuário, o civil e o industrial (Barufaldi et al. 1998).

A água usada na agropecuária é empregada principalmente para irrigação das culturas, na alimentação dos animais além do uso geral na limpeza das instalações.

Alguns ecologistas indicam que a agricultura é o grande vilão do desperdício de água na produção de alimentos. De acordo com Ribeiro (2013), No Brasil, a produção de alimentos é responsável por 72% do desperdício da água que chega ao consumidor final. Macedo (2001, 2007) assinala que 1 Kg de arroz para ser produzido consome 1910 litros de água.

Entretanto, faltam estudos mais consistentes quanto o real desperdício de água nas produções agropecuárias.

Na pecuária leiteira, a água exerce um papel em todas as atividades, seja na produção específica do leite (propriedades metabólicas funcionais da vaca), como nos processos de limpeza das instalações, na ordenha, nos usos das pessoas envolvidas nos demais processos.

Vieira de Sá et al (1979), enfatiza que as necessidades de água das vacas leiteiras, são as mais elevadas de todos os animais e tanto melhores produtoras são. Vacas grandes produtoras podem consumir até 140 litros de água por dia, sendo que na média o consumo é de 40 a 60 litros/ dia. Para se produzir 5 Kg de leite, uma vaca consome 10 litros de água (Teixeira, 1991; Nunes, 1998).

De acordo com Nunes (1998), um frango de corte, durante o processo produtivo, consome em média 25 litros de água, portanto um galpão de 30.000 frangos durante um processo produtivo de 45 dias consumirá 750.000 litros de água.

A água para uso industrial tem por finalidade uso geral (pessoal, higiene, limpeza), uso tecnológico (utilizada na refrigeração, produção de vapor, alimentação de caldeiras) e uso para processos industriais.

Quanto ao consumo humano da água, dados do relatório da Organização Pan-Americana de Saúde, citado por Macedo (2001), cita que uma pessoa precisa no mínimo de 50 litros de água por dia, enquanto que vive confortavelmente com 200 litros para atender suas necessidades de consumo, higiene e para preparo de alimentos.

Segundo Macedo (2007), 97,5% da água disponível no planeta é salgada e está em oceanos e mares, dos 4,9% que sobram, 4,7% está na forma de geleiras ou regiões de difícil acesso e somente os 0,147% restantes estão aptos para o consumo em lagos, nascentes e em lençóis subterrâneos.

Ressalta que se passa uma falsa idéia de que o Brasil é um país “abençoado por Deus” quanto à abundância dos recursos hídricos, fato evidenciado que 80% da água brasileira estão na Amazônia, local de difícil acesso e onde vivem apenas 5% da nossa população. Já o Nordeste apresenta apenas 3,3% das disponibilidades hídricas do país e aonde vivem 1/3 da população brasileira.

No momento da elaboração deste *paper*, o Brasil observa uma crise hídrica sem precedentes, principalmente na região Sudeste do País, afetando a população e os vários segmentos da sociedade, principalmente a produção agropecuária.

Nos dois últimos anos (2013 e 2014), alguns estados do Brasil, São Paulo, MG, Goiás, enfrentam uma enorme crise hídrica, falta de chuvas, reservatórios vazios e crise de desabastecimento. Observamos o quanto sofre a sociedade de uma maneira geral com a falta de água.

Infelizmente, o povo paulista e de outros estados, estão sofrendo na pele a amargura do povo nordestino que passa esta necessidade há séculos e a questão não é resolvida, apesar das promessas dos políticos e de outros interessados. Entra governo e sai governo e não se observa um projeto sério de longo prazo, visando à resolução do problema.

Neste texto, serão apresentadas as possíveis causas, não de origem pluviométricas, que causaram a crise hídrica não só em São Paulo, como no Brasil e que apresentam perspectivas de um prolongamento para os próximos anos.

Serão abordadas também as conseqüências desta crise hídrica para a produção agropecuária e conseqüentemente para o restante da população.

Quais as possíveis soluções para as questões apresentadas?

O texto pretende apresentar algumas soluções baseadas em opiniões de especialistas, sem pretender de maneira nenhuma ter a presunção de salvador da pátria, já que o autor não é especialista no assunto, recomendando a opinião de especialistas competentes para buscar a resolução dos problemas apresentados.

O presente *paper* tem a pretensão de propor uma breve reflexão sobre o assunto, objetivando alertar os Colegas sobre a crise hídrica que “atingiu em cheio” a uma população com grandes reflexos na produção agropecuária e que todos nós, profissionais de ciências agrárias, teremos um papel fundamental na orientação do produtor rural quanto ao uso racional da água e também buscaremos mecanismos de conservação e preservação dos recursos hídricos, trabalhando na orientação multidisciplinar na resolução do problema.



## O problema: a questão da crise hídrica

No ano de 2001 tive a oportunidade de conhecer e assistir uma brilhante palestra do Prof. Jorge Macedo no Congresso de Higienistas de Alimentos em Guarapari-Es.

Macedo fez duas colocações que me fizeram refletir sobre o futuro da água no mundo, a se destacar:

- “A água será a *comoditie* mais cara no mundo nos próximos anos. Será motivo de disputas e guerras”. Infelizmente, estamos assistindo a guerra por fontes de energia.
- “Em dez anos (lembrem-se que a palestra foi em 2001), o desabastecimento de água irá atingir toda a região da grande São Paulo, RJ e BH, além da maioria das áreas metropolitanas do país, em função da poluição dos mananciais, do uso sem planejamento e do desperdício”.

As previsões do professor vieram se concretizar, de modo mais violento, em 2014 quando a crise atingiu proporções estratosféricas nos estados citados. Estas previsões baseiam-se em estudos técnicos e científicos, não caracterizando profecias aleatórias e irresponsáveis.

O professor enfatiza (Macedo 2001,2007), que o desperdício e as perdas de água chegam a alcançar 40%. Em países ditos desenvolvidos, esta taxa é de 30%, como se nota, bastante altas.

A população tem uma grande parcela de culpa, principalmente em relação às questões culturais como: lavar carros e calçadas (longo tempo), regar plantas do jardim, tomar banhos demorados, escovar os dentes com torneiras abertas, canos quebrados, vazamentos, infiltrações.

Infelizmente, não encontrei dados relativos a perdas e desperdícios na produção pecuária, principalmente nas granjas de aves e suínos. Observam-se nas granjas canos quebrados, vazamentos dos bebedouros, usos inadequados e outras perdas e desperdícios. Provavelmente as taxas devem ser alarmantes e estarrecedoras.

Outro ponto apontado por especialistas é a degradação dos recursos hídricos evidenciada pela contaminação e poluição dos recursos hídricos como lançamento dos esgotos sem tratamento em rios e lagos, contaminação dos lençóis freáticos pelos aterros

sanitários além da poluição de rios por uso dos agrotóxicos e fertilizantes.

Outro ponto a se destacar é o crescimento demográfico sem planejamento, pois com o aumento da população, consequentemente ocorre o aumento do consumo e aumenta demanda de mais água. Pergunta-se: os sistemas de abastecimento, reservatórios e fontes estão alinhados com esta situação? Há planejamento estratégico por parte das autoridades para suprir as gerações futuras da demanda hídrica?

O que ficou evidenciado nesta crise é que as autoridades não possuíam nenhum plano de gerenciamento de crise e muito menos planos alternativos para amenizar as crises a não serem soluções paliativas como rodízios, corte de água e racionamento.

Voltando a crise hídrica, quais são as verdadeiras causas desta crise que atingiu São Paulo e parte da Região Sudeste e Centro-Oeste do Brasil?

Segundo Ziegler (2015), inicialmente, a crise foi justificada por conta da falta de chuvas que atingiu a região. Porém, especialistas afirmam que a falta de água não está relacionados apenas à escassez de chuvas e sim a vários fatores que tornaram a crise mais forte, a se destacar:

### **Falta de planejamento**

De acordo com Ziegler, quando o sistema Cantareira foi construído, já era previsto que entre 2015 e 2020 ele precisaria ser ampliado, principalmente pelo aumento da população que demandaria mais água.

Conforme Oliveira apud Ziegler (2015), “as demandas continuaram crescendo, mas a população mudou. Cresceu não só numericamente, mas também economicamente, passou a consumir mais água”. Daí o grande colapso de todo o sistema, fatos evidenciados, também na Cidade do Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

## **Desmatamento da Amazônia**

O desmatamento que ocorre na Amazônia tem como consequência sobre a escassez de água em São Paulo. Ziegler cita o estudo de Antonio Nobre, Pesquisador do INPE, denominado “O Futuro Climático da Amazônia”, que explica como o desmatamento na Amazônia altera os padrões de chuva no resto do Brasil.

De acordo com o estudo, todos os dias as árvores da floresta transpiram 20 bilhões de toneladas de água (ou 20 trilhões de litros), formando uma espécie de rio vertical que alimenta nuvens e altera a rota dos ventos e das chuvas. No caso de São Paulo, foi analisado que os ventos que vêm da floresta amazônica trazem mais chuva que os ventos que não têm relação com a floresta. Quanto menos árvores na Amazônia, menor é o processo que traz chuvas para a metrópole.

## **Ocupação de área de mananciais**

O desmatamento local, no Estado de São Paulo, também tem peso sobre a crise hídrica. Já é sabido que a mata ciliar, aquela na borda dos rios, ajuda a manter a boa saúde (o não assoreamento) dos rios. Portanto, quanto mais degradada à mata ciliar, menos eles contribuem para as bacias hidrográficas.

A autora cita um estudo realizado em outubro de 2014 pela Fundação SOS Mata Atlântica que comprova que a cobertura florestal nativa na bacia hidrográfica e nos mananciais que compõem o Sistema Cantareira é ainda pior que o que se imaginava, principalmente pela ocupação desenfreada nestas áreas. De acordo com o estudo, restam apenas 488 quilômetros quadrados (21,5%) de vegetação nativa na bacia hidrográfica e nos 2.270 km<sup>2</sup> do conjunto de seis represas que formam o Sistema Cantareira.

## **Perdas e desperdícios**

Quanto se perde e quanto se desperdiça de água nas cidades e no meio rural?

Neste texto já foi comentado que um dos principais vilões da crise hídrica é o desperdício e as perdas de águas por parte dos consumidores. Entretanto, não se observou durante a crise,

nenhuma ação para reparar estas perdas tenha sido divulgada, principalmente quanto à manutenção e troca das tubulações.

O que se notou foram campanhas para redução do consumo nas residências. E os grandes consumidores de água como grandes condomínios, indústrias, setores produtivos do agronegócio (produção agropecuária e agroindústria), segmentos que precisam de água para produzir, o que fazer? Será que há desperdícios e perdas nestes segmentos.

O objetivo, segundo Ziegler, é que a redução de desperdício tem de ser prioridade em todos os setores e conduzido de forma planejada.

### **Faltou plano e comunicação da crise**

A crise da água só passou a ser admitida pelas autoridades no início de 2015. Se houvesse mais transparência sobre a crise hídrica, cita Ziegler, o consumidor poderia economizar mais água e por mais tempo.

A grande questão é que a crise hídrica “estourou” em plena campanha eleitoral das eleições majoritárias e nenhuma autoridade quis admitir uma crise de tamanho porte com sérios prejuízos eleitorais.

### **Consequências da crise hídrica**

A principal consequência da crise hídrica é a falta de água para a população e conseqüente desabastecimento. Os reflexos são desastrosos, principalmente na economia. Todos os setores da sociedade dependem da água para sobreviver e tocar os seus negócios.

A estiagem e a secagem dos mananciais acarretam sérios prejuízos para as produções agrícolas e pecuárias. Os efeitos da escassez dos recursos hídricos causam quebra das safras e da produtividade além de sérios impactos na produção agropecuária.

As perdas na produção agropecuárias levam a quedas no volume da produção, ocorre o leva ao desabastecimento com aumento dos preços dos alimentos, por um período mais longo, lesando o bolso do consumidor.

Outro efeito da estiagem pode ser observado na geração da energia elétrica, já que uma parcela significativa da matriz energética brasileira é oriunda das usinas hidrelétricas que dependem de reservatórios cheios. A estiagem leva a queda dos volumes dos reservatórios e conseqüente baixa na geração de energia, com isso ocorrem os apagões e a energia fica mais cara, pois há busca por alternativas como as termelétricas que possuem uma geração de energia mais cara.

As indústrias também sofrem com a escassez de água, pois conforme citado, os impactos são muito grandes.

## **Soluções**

Em momentos de crise, seja hídrica ou epidêmica de origem de saúde pública, a sociedade como um todo espera as ações do governo. De acordo com Rosenberg (1992), muitas vezes a epidemia só é aceita e reconhecida tardiamente, seja por ameaçar interesses comerciais, políticos, institucionais ou a segurança emocional da população, fato evidenciado pelo Governo do estado de SP que só reconheceu a crise hídrica em 2015, quando o processo vem se arrastando desde 2014.

Rosenberg (1992), faz uma reflexão fantástica sobre as respostas e ações das autoridades no auge da crise das epidemias (os fatos se repetem, haja visto os casos de cólera, gripe aviária, febre aftosa, dengue), no qual terei a ousadia de trasladar para análise da crise hídrica:

“O reconhecimento implica em ação coletiva. O sentido da crise que acompanha uma epidemia força uma reação comunitária visível e decisiva. A epidemia pode ser vista, assim, como um ensaio, onde escolhas políticas constituem os veredictos possíveis. As medidas para contenção de uma epidemia têm outro aspecto dramático: constituem rituais, ritos coletivos com componentes cognitivos e emocionais, tais como as quarentenas, as reuniões de oração”. (Rosenberg, 1992)

Em seu texto, Rosenberg (1992) ressalta que os governantes procuram um culpado pelo aparecimento das epidemias. Geralmente, o ônus recai sobre a população que não se vacina, não tem educação, não armazena o lixo em locais adequados, no caso da dengue deixa os reservatórios de água descobertos servindo de reservatório para os mosquitos. Não deixa de ter razão, entretanto, na sua grande maioria, os governantes negligenciam nas ações de vigilância sanitária e epidemiológica.

No caso da crise hídrica, o governo culpou a população enfatizando que a população não economizou e desperdiçou muita água. Em suma, a população vai pagar a fatura, com governo estabelecendo racionamento, taxas altas e outras medidas.

Quais as soluções para a crise hídrica?

Vários especialistas apontam soluções para o problema, inclusive apresentando saídas para o segmento agropecuário.

As empresas de saneamento apresentam como soluções a construção de novas adutoras e reservatórios, com a captação de água de bacias hidrográficas distantes. Será a solução?

Muitos ambientalistas contestam esta solução, pois além de constituírem em obras demoradas, burocráticas, não vai atender de imediato o combate a crise. Questionam a captação de bacias hidrográficas salientando que muitas delas estão assoreadas e degradadas devido ao desmatamento e má conservação das matas ciliares.

Não seria a solução o combate ao desperdício, diagnóstico real da malha de tubos de distribuição de água nas grandes cidades e campo?

Com um bom diagnóstico, iria descobrir o reais problemas existentes e montaria um plano de trabalho para resolução dos problemas, penso que grande parte das perdas e desperdícios estariam resolvidos.

Quanto às soluções para o segmento agropecuário, Bastos (2014), apresenta algumas medidas para melhorar a crise hídrica no campo, a se enfatizar:

## **Armazenar água da chuva**

O uso de cisternas já ajudou municípios do semiárido do Nordeste a enfrentar a seca. Durante os períodos de chuva, esses reservatórios conseguem armazenar água para o ano inteiro. Outras regiões do país que antes não tinham problemas com água já estão atentas para a necessidade da instalação.

Aproveitar a água das chuvas, de forma racional e efetiva, será uma das alternativas para solucionar os problemas hídricos nas propriedades agropecuárias.

Entretanto, Macedo (2006), alerta para o perigo do consumo de água da chuva por parte dos animais devido à contaminação microbiológica e um tratamento adequado para água a ser consumida pelos animais. Também evidencia a importância deste tratamento quanto ao uso nos processos de higienização, pois a qualidade da água interfere nos processos de higienização, podendo comprometer a eliminação de vírus e bactérias e com isso desenvolver doenças no ambiente da granja.

Para a utilização da água das chuvas e outras fontes nos aviários, Jaenisch (2006) enfatiza que a qualidade da água deve ser monitorada para verificação das condições químicas, físicas e microbiológicas, ressaltando que a água contaminada pode ser um veículo para a introdução de agentes patogênicos nas granjas. Para a utilização de águas das chuvas, o granjeiro deve contratar profissionais e empresas especializadas em tratamento de águas, garantindo sua qualidade física, química e microbiológica.

## **Utilização de métodos racionais e responsáveis de irrigação: gotejamento e irrigação de grandes áreas**

A técnica que utiliza gotejamento ao invés de irrigação com fluxo constante pode economizar até 50% da água e ter o mesmo resultado. Esta técnica já utilizada em vários locais, citando o exemplo vitorioso das áreas irrigadas do Vale do São Francisco.

Quem utiliza a irrigação deve estar atento a tecnologias econômicas que melhorem o uso da água com o mesmo resultado. Também é preciso manutenção constante dos equipamentos e tubulações para evitar que peças defeituosas causem vazamentos.

## **Evitar a erosão**

Com esse problema no solo, as plantas não conseguem aproveitar bem a irrigação, sendo necessário molhá-las mais vezes. Uma terra bem tratada consegue melhores resultados com menos recursos.

## **Uso de telas**

No verão, quando a exposição ao sol leva mais tempo e, conseqüentemente, causa mais ressecamento das plantas, é preciso reforçar a irrigação. Mas para evitar que as plantas precisem de mais água que o normal, o uso de telas em plantações pequenas e médias controla a entrada de radiação ultravioleta na lavoura, equilibrando temperatura e consumo de água da planta. A economia pode chegar a 20%.

## **Tratamento das áreas degradadas**

As medidas a serem adotadas como recomposição de veredas, matas ciliares, reflorestamento de fontes e bacias hidrográficas, são medidas de médio e longo prazo e que precisam ser implantadas imediatamente. Conforme o Código Florestal, muitas delas são de responsabilidade dos produtores rurais.

## **Granja e fazenda sustentável**

Nestes tempos de crise hídrica, começam a surgir proposições e soluções por parte de segmentos da sociedade. Cresce o conceito de “casas sustentáveis”, nas quais a construção prevê o uso de energias alternativas (luz solar), coleta seletiva de resíduos orgânicos e inorgânicos e aproveitamento de águas das chuvas.

A produção animal já trabalha com este conceito de “produção sustentável”, principalmente as produções de aves e suínos por conta da pressão da sociedade e legislações ambientais severas que obrigam os produtores, principalmente os de suínos a trabalharem com soluções para o armazenamento adequado de dejetos e aproveitamento destes dejetos como a utilização de biodigestores, esterqueiras, compostagens.



Diante desta crise hídrica, vão ter que inserir neste contexto o armazenamento de águas das chuvas, recuperação de nascentes e matas ciliares além de outros processos enumerados, além do uso racional da água, evitando as perdas e desperdícios.

## Considerações finais

Primeiramente gostaria de agradecer a coordenação do evento pelo convite para participar de um evento de tamanha envergadura técnica e profissional.

O texto apresentado não teve a pretensão de servir de base para solucionar um problema que merece uma discussão ampla e ações imediatas para resolver uma crise que já está instalada.

Diante do exposto nesta breve reflexão apresentada, deve fazer um trabalho de conscientização dos produtores rurais e demais responsáveis (governo, agroindustriais e demais segmentos da sociedade) falando a “verdade nua e crua” de que se não fizer algo urgente, buscar soluções com especialistas, teremos graves conseqüências não só para a produção agropecuária, mas para a sociedade como um todo.

Final de contas quem vive sem água e sem comida?

## Referências

BARUFALDI, R. OLIVEIRA, M.N. Fundamentos de tecnologia de alimentos, 3ªed. São Paulo: Atheneu, 1998.

BASTOS, T.R. **Mudança de hábitos é sustentável e pode gerar economia para o bolso do produtor.** Disponível In: <http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2014/12/5-medidas-simples-para-economizar-agua-na-agricultura.html> acesso em 15/12/2014.

JAENISCH, F.R.F. **Produção de frangos de corte. Sistemas de produção 2.** Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2003.

MACEDO, J.A.B. **Águas & águas.** São Paulo: Livraria Varela, 2001.

\_\_\_\_\_. **Águas & Águas.** Juiz de Fora: Jorge Macedo, 2007.

MACEDO, J.A.B. **Otimização do uso da água na avicultura.**Anais. Conferência Apinco 2006. Facta. Págs, 1 a 29, Santos, SP.

M. Ribeiro, **Agricultura é responsável por 70% do desperdício de água tratada no país.** Disponível in: <http://redeglobo.globo.com/globoecologia/noticia/2013/09/agricultura-e-responsavel-por-70-do-desperdicio-de-agua-tratada-no-pais.html> acesso in: 28/02/2015.

NUNES, I.J. Nutrição animal básica. 2.ed. ver.aum. Belo Horizonte: FEP-MVZ Editora,1998.

ROSENBERG, C. **Explaining Epidemics and other studies in the history of medicine.** cap. 13-14, Cambridge, 1992.

VIEIRA DE SÁ, M.; VIEIRA DE SÁ, F. **As vacas leiteiras.** Lisboa: Clássica Editora, 1979.

ZIEGLER, M.F. **Cinco razões (que não a falta de chuvas) para explicar a crise hídrica em SP.** Disponível em <http://www.igssp.com.br> acesso em 05/01/2015.

## **MANAGING THE GUT MICROBIOTA TO CONTROL GUT INTEGRITY, INFLAMMATION AND PATHOGEN COLONIZATION: A METHOD TO OPTIMIZE BROILER PERFORMANCE**

**Richard Ducatelle, Lonneke Onrust,  
Karen Vermeulen, Karolien Van Driessche,  
Freddy Haesebrouck, Venessa Eeckhaut,  
Filip Van Immerseel**

*Ghent University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology,  
Bacteriology and Avian Diseases, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke,  
Belgium. filip.vanimmerseel@Ugent.be*

### **The past: antimicrobial growth promoters to improve gut health**

For many years, the profitability of the broiler industry was kept high because of the common use of antimicrobial growth promoters (AGPs). These antibiotic substances that were added at sub-therapeutic level as feed additives increased animal performance. In the European Union, the use of these AGPs has been banned since 2006, while in 2012 the Center for Veterinary Medicine of the US Food and Drug Administration wrote a 'Guidance for Industry' document mentioning that antibiotics should only be used in case of specific diseases and not for growth promotion. The major reason for these precautionary measures is the likelihood that AGPs increase antimicrobial resistance. Proposed mechanisms of action of the AGPs evidently are based on bacterial inhibition, and include a reduction in total bacterial counts in the gut (and consequently less competition for nutrients), a reduction of specific pathogens (e.g. *Clostridium perfringens*), a decreased abundance of specific harmful bacterial properties (e.g. bile salt hydrolase activity and thus poor fat digestion), a reduced inflammatory reaction because of the decreased pathogen load, among others (Butaye et al., 2003; Knarreborg et al., 2004). Also direct immune-modulatory effects by AGPs have been proposed (Niewold, 2007). In practice, the mechanism of action will depend on the nature of the antimicrobial substance and will most likely be multi-factorial. The

only certainty is that specific host-microbiota interactions will be altered by the AGPs leading to effects on animal performance.

The gut-microbiota interactions are very complex since the gut is an organ that contains multiple cell types that fulfill many functions. In addition the gut microbiota composition is complex and can vary depending on different factors, including the feed composition. In fact the term 'gut ecosystem' is used to describe that the gut and the gut microbiota are forming one organ, with specific functions that are derived from both the gut microbiota's genetic potential (the microbiome), and the functions of the host gut wall. The interaction between the host and the microbiota is mutualistic, because the host provides an optimal environment with nutrients for bacteria which in turn provide enzymes that help in digesting polysaccharides and other complex molecules (Bäckhed et al., 2005).

### **The gut as an efficient barrier against invading bacteria and toxins**

The gut is a very complex organ. The luminal side of the intestinal wall is lined with absorptive epithelial cells, whose major task is water and nutrient uptake. They form a semi-permeable barrier between the outside world (the gut lumen) and the internal host tissues. The semi-permeable barrier is not only formed by the cell membranes of the epithelial cells, but also by tight junctions that connect neighboring epithelial cells (Piche, 2014). These connections are regulated at different levels (e.g. by cytokines). The permeability of the intestinal epithelial cell layer can be affected by epithelial cell death but also by luminal signals that increase the epithelial layer permeability by affecting the tight junctions, and thus causing loss of integrity of an important barrier between the 'inside' and the 'outside' of the gut (Hooper, 2015). Loss of intestinal epithelial integrity can have important harmful effects. First, it causes loss of host proteins ('leaky gut') into the lumen and can allow luminal molecules (including toxins) and micro-organisms to reach the gut submucosa under the epithelial layer. While during co-evolution with the gut microbiota the host became tolerant against most bacteria that are present in the lumen (at the apical side of the epithelial cells), bacterial components that closely interact with epithelial cells on the basolateral side trigger an inflammatory response. This is mediated by binding of pathogen associated

molecular patterns (e.g. LPS, flagellin) to receptors (e.g. Toll like receptors (TLRs)) that transmit signals in a cascade ultimately leading to inflammatory cell infiltration in the mucosa (Brown et al., 2011). Initially these are heterophilic granulocytes, and later on macrophages and lymphocytes. It is evident that loss of intestinal epithelial integrity and its consequences will affect animal performance. In addition to the absorptive epithelial cells, also other cell types are present in the lining of the gut wall. These include mucin-producing goblet cells and antimicrobial peptide producing paneth cells (in the crypts) (Muniz et al., 2012). Both cell types are very important in innate defenses. As a consequence, only a low number of microbes can colonize the mucus layer, the so called mucosa-associated microbiota. Also entero-endocrine cells are present in the epithelial lining, secreting peptide hormones at the basal side of the cells that reach the bloodstream. These peptide hormones have a variety of functions, including effects on epithelial cell proliferation, inflammation, and consequently intestinal integrity. One of the key hormones is glucagon-like peptide 2 (GLP-2), a hormone that is important in maintaining epithelial integrity (Baldassano and Amato, 2014). Entero-endocrine cells are activated by various luminal signals, including bacterial signals (see below). Below the epithelial lining, many other cell types are present that form the lamina propria of the intestinal mucosa. These are, among others, fibroblasts and nerve cells. Clearly also immune cells are present in the mucosa, whether or not in organized lymphoid tissues. All non-epithelial cell types are responsive to luminal triggers, whether or not transmitted by epithelial cells, including entero-endocrine cell hormones. The cells of the lamina propria can in turn influence other cell types. It is clear that intestinal integrity, inflammation and gut function all are influenced by luminal signals, of which many are produced by the microbiota (Havenaar, 2011; Russell et al., 2013). The microbiota composition and the metabolites produced by the bacteria are crucial for gut health.

## The gut microbiota composition and the repertoire of beneficial and harmful metabolites

The microbiota composition in the gut of chickens varies with the age and the gastrointestinal segment, i.e. there is both temporal and spatial variability (Stanley et al., 2013, 2014). In general the diversity of the microbiota increases with age. In industrial poultry production, the chicks are not colonized by the hen's microbiota and the hatching environment is mostly as sterile as possible. This situation can be considered as unfavorable because the establishment of a protective microbiota is delayed. Therefore the first few days after hatch a chicken flock is considered at risk for establishing persistent infections with pathogenic bacteria such as *Salmonella* because the lack of a microbiota that can protect against pathogen colonization. In locations where built-up litter is used instead of disinfected stables an adult microbiota will be established sooner. It needs to be seen, however, whether an adult microbiota with all its favorable characteristics can really be established within the short life span of a broiler chicken. Comparison between papers publishing the numbers of operational taxonomic units (marker for the number of different bacterial members of the microbiota) found in the gut of broiler, pig, mouse and man makes us believe that this is not the case (less OTUs in broilers).

The microbiota composition varies between the different segments of the chicken gut. In general low numbers of bacteria are found in the proximal parts of the gut (crop, stomach, duodenum, jejunum, less than  $10^7$  cfu/g content) while the numbers increase towards the distal ileum and caecum, the latter harboring more than  $10^{10}$  bacteria per g of content. In addition the diversity increases significantly towards the distal gut, and while in the small intestine a limited variability is found, with lactobacilli often dominant, the caeca harbor a huge number of different bacterial groups (Yeoman et al., 2012). The caecal ecosystem of healthy subjects is dominated by bacteria from the phyla *Bacteroidetes* and *Firmicutes* (together comprising more than 80% of the microbiota), the former encompassing many polysaccharide degrading bacterial species, while the latter is composed of a variety of bacterial families, of which the *Ruminococcaceae* and *Lachnospiraceae* families are considered important health-promoting populations, because they are fermenting substrates to butyrate (see further). Also members of the phylum *Proteobacteria* are mostly present, although in lower numbers.

These include *Enterobacteraceae*, such as *Escherichia coli*, thus Gram-negative bacteria that often are associated with harmful inflammatory effects. To be complete, also bacteria from the phylum *Actinobacteria* are found in low numbers, such as bifidobacteria. The bacterial community has the genetic potential to carry out an enormous number of physiological functions. The number of microbial genes in the gut, the microbiome, exceeds the number of chicken genes, and together they form a 'hologenome' (Rosenberg and Zilber-Rosenberg, 2011). The variety of bacterial functions includes degradation of complex substrates (polysaccharides, proteins, fat), fermentation of substrates to yield acidic compounds, immunomodulation, communication with other bacteria, and many more. The metabolites produced by the bacterial community is of vital importance for maintaining gut health and controlling pathogen colonization.

To break down complex substrates, bacteria form a food web in which different bacterial members take care of specific tasks in degrading the substrates (Flint et al., 2012). A high bacterial diversity is supposed to be crucial in this process, although there is some kind of functional redundancy that ensures that the digestion of these substrates can go on when minor disturbances in the gut microbiota composition take place, i.e. different bacterial taxa can take over each other's function. In a simplified model, complex substrates (such as polysaccharides, including arabinoxylans, pectins, and cellulose) are converted to oligosaccharides by specific bacterial populations (e.g. lactobacilli, some *Bacteroides* species, and others). These oligosaccharides (e.g. arabinoxylanoligosaccharides (AXOS)) are further used by other bacterial groups to produce short-chain fatty acids (SCFAs, i.e. acetic, propionic and butyric acid), lactate and hydrogen. While a variety of bacteria can produce acetic acid, the most important butyric acid producing bacteria belong to the *Ruminococcaceae* (Clostridial cluster IV) or *Lachnospiraceae* (Clostridial cluster XIVa) family (Pryde et al., 2002). These families contain strictly anaerobic bacteria that are highly abundant in the healthy chicken (and mammalian) gut. The Clostridial cluster XIVa strains consume lactic acid to produce butyric acid (Duncan et al., 2004). The system in which bacteria convert substrates to products that are converted by other bacteria is called cross-feeding (e.g. polysaccharide breakdown yielding oligosaccharides that on their turn are used to produce SCFA; or conversion of sugars to lactic acid that is on its turn converted to butyric acid) and is an important

mechanism indicating that the bacterial community needs to be diverse in order to degrade substrates (Belenguer et al., 2006; El-Aidy et al., 2013). If an unfavorable shift in the microbiota composition occurs (= dysbiosis) certain crucial steps in certain pathways may be deficient, yielding changes in bacterial metabolites in the gut. Besides SCFA and lactate production, also gases are produced in the gut (Scott et al., 2013). Hydrogen is an important one because it can be converted by hydrogenotrophic bacteria to produce acetic acid (acetogens), methane (methanogens) and hydrogen sulfide (sulphate reducing bacteria, SRBs) (Carbonero et al., 2012). There is competition for hydrogen between these populations and when the SRBs dominate, the community is considered to be harmful for the host. Considering the end products of the bacterial fermentation and its by-products (SCFAs, gases, lactate), butyric acid is the main driver of an optimal gut health. This molecule has a variety of beneficial properties, including pathogen control (a reduction in *Salmonella* colonization, and in *Clostridium perfringens* related gut damage), anti-inflammatory effects, increased mucin and antimicrobial peptide production, strengthening of the epithelial barrier, etc (Guilloteau et al., 2010). Fermentation to butyrate in the distal gut can affect small intestinal function by stimulating GLP-2 secretion by entero-endocrine cells in the blood stream (Tappenden et al., 2003). This GLP-2 can have effects on various cell types in the small intestine, leading to anti-inflammatory effects, effects on the integrity of the epithelial barrier and increased cell proliferation (Rowland and Brubaker, 2011). Butyrate producing bacteria from Clostridial cluster IV and XIVa are thus crucial for an optimal gut health. Conversely, the butyrate-producing bacteria are depleted in inflammatory bowel disorders (Berry and Reinisch, 2013), but also in broiler necrotic enteritis. Recent data from our laboratory showed that administration of these strains can improve performance, and have anti-*Campylobacter* activity. The actual reason why lactic acid bacteria can be beneficial can also be explained by the effects of butyrate, because the lactic acid produced by these bacteria is consumed to produce butyrate. Indeed, lactic acid is toxic on itself and has only value when it is converted. A toxic metabolite clearly is hydrogen sulphide, with proven cell death-inducing effects on intestinal epithelial cells. The SRBs compete with butyrate producing bacteria from Clostridial cluster XIVa for lactate, and thus the outcome of this competition is crucial for gut health (Marquet et al., 2009). Also hydrogenotrophic



acetogenic and methanogenic bacteria compete with SRBs, in this case for hydrogen. It can be summarized that there is a complex interaction between different bacterial populations for specific substrates, and the outcome of this competition can drive the microbiota to one that produces beneficial metabolites that promote gut health or toxic metabolites. When epithelial cells are killed or when the tight junctions between epithelial cells are damaged (e.g. by hydrogen sulphide, toxins, parasites), LPS containing *Enterobacteriaceae* gain access to the basolateral side of the epithelial cells and induce inflammation (see above), *Clostridium perfringens* toxins gain access to the mucosa and nutrients can leak out of the mucosa to enhance *C. perfringens* proliferation. Also nutrient leakage and inflammation will cost energy for the animal, and will cause villus shortening or blunting, decreasing performance. When butyrate-producing bacteria are present in high amounts, the epithelial barrier integrity will be strong, the epithelial proliferation and thus the villus length optimal and inflammatory reactions will be reduced, while the stimulation of regulatory T-lymphocytes will yield a state of tolerance against non-harmful bacteria. This clearly improves performance of the animal.

### **The future: steering the microbiota composition towards one that produces beneficial signals for gut health**

While the classical AGPs were targeting specific bacterial populations, the feed additives (e.g. acids, essential oils) that are nowadays used in broiler feed are not only inhibiting certain bacterial groups but some are supposed to steer the microbiota composition to a more favorable one. As discussed above, feed formulae or feed additives should improve intestinal epithelial integrity, stimulate tolerance responses against non-harmful bacteria, avoid an excess inflammation, stimulate host antibacterial responses (mucin and antimicrobial peptide production) and bring the host in a steady state of mutualism with its microbiota. This means that these feed additives or formulae should favor beneficial microbes and inhibit the microbes that produce harmful metabolites. Bacteria that are key to optimal gut health and performance are butyrate-producing bacteria from Clostridial cluster IV and XIVa, and thus a subset of feed additives can be evaluated or developed based on their effect on these populations.

## **Feed composition and enzymes**

In broilers gut inflammation and villus shortening can be induced by feeding a diet containing high amounts of non-starch polysaccharides (NSP) without NSP-degrading enzymes (Teirlynck et al., 2009). AGPs are able to reverse the inflammatory changes and villus shortening induced by the high NSP containing diet in broilers, in association with a shift in the microbiota (Teirlynck et al., 2009). It appears that the use of AGPs in the past has masked the dysbiosis-inducing effects of many feed formulas used in broilers. In-depth descriptions of the effect of AGPs on the microbiota composition using DNA sequencing technologies are scarce and thus good data are lacking. Also the feed structure, protein source and the choice of ingredients can affect gut health. Enzymes are commonly used in poultry diets. In fact the enzymes (such as xylanase) convert large polysaccharides to shorter oligo-saccharides and thus perform one of the initial steps in the breakdown of these substrates, as is done in the gut by bacterial species in cross-feeding pathways. More info on the effect of feed constituents and gut health can be read in a review paper by Choct (2009).

## **Probiotics**

Probiotics are defined as live micro-organisms that, when consumed in adequate amounts, confer a health effect on the host (Anonymous, 2002). The most widely used bacterial probiotics contain lactic acid bacteria, mainly species belonging to the genera *Lactobacillus* *Bifidobacterium* but also *Enterococcus* and *Streptococcus* species. Multi-strain products are on the market as well. Also competitive exclusion products, containing a freeze-dried mixture of gut content, are marketed. In the Register of Feed Additives of the European Union more than 100 microorganisms and more than 30 so-called gut flora stabilizers are listed, illustrating the widespread current interest in developing probiotics for use in animal feed. In the scientific literature, reports on the effect of probiotics on animal performance are published, and reports on the protection against pathogen colonization and disease are available. The question remains how much the literature is biased and how many studies are not published because of inconsistent, no or negative effects observed. Data from our laboratory show that the efficacy of probiotics is highly depending on the model used and that only a

fraction of the studies show clear reproducible beneficial results. Instead of empirically developing and marketing probiotics only because of their genus name, we should rethink the system and develop probiotics based on their mode of action. For example, based on the above described data, attempts could be made on evaluating strains that stimulate butyrate production by strains of Clostridial cluster IV and XIVa, or use these butyrate-producing strains as probiotics. A major issue with this strategy is that a lot of basic knowledge is lacking on communication between bacteria to promote butyrate production. Secondly, some bacterial genera are difficult to culture and ideally the probiotic strains should be heat-stable, e.g. in spore form. Indeed, as most poultry feed is pelleted, bacteria added during mixing may be killed by the heat generated during the pelleting process. Lactobacilli, bifidobacteria and many other vegetative bacteria are prone to heat inactivation. This is, however, not a problem for *Bacillus* species, which are usually incorporated in feed as heat resistant spores (Shivaramaiah et al., 2011). For butyrate producing strains from Clostridial cluster IV and XIVa spore formation may be a problem, and in addition, they are strictly anaerobic, hampering their use as probiotic until now. Anyhow, a future strategy will be to develop probiotic strains based on their capacity to impact on the bacteria-bacteria and bacteria-host cross-talk, favouring the production of beneficial bacterial metabolites that can act as signals for beneficial host responses.

## **Prebiotics**

Prebiotics are defined as natural or processed functional foods which contain biologically active compounds that have documented benefits on health by altering the interactions between beneficial and pathogenic bacteria (Gibson and Roberfroid, 1995). Most prebiotics are oligosaccharides, such as fructooligosaccharides (FOS), galactooligosaccharides (GOS), arabinoxylan oligosaccharides (AXOS), xylan oligosaccharides (XOS) and raffinose family oligosaccharides (RFOs). Mannan oligosaccharides (MOS) are often not considered as prebiotics because they are not fermented but have direct immunomodulatory effects. Prebiotics are complex molecules because of the chain length, the nature of the sugar bounds, and the nature of the side chains on the saccharides. All this can affect function. The scientific literature reports various studies in which prebiotics are having beneficial effects on broiler performance

and pathogen control. As with probiotics, it is difficult to estimate the bias that is present using data derived from scientific papers, because only beneficial effects are mostly reported, and no or negative effects are seldom published. It is anyhow the case that the prebiotics need to be converted by the microbiota to metabolites. Because prebiotics are saccharides, the end products will be SCFAs, lactate and gases and thus the beneficial effect can theoretically be evaluated or predicted by measuring the ratio of beneficial versus harmful bacterial groups or metabolites. As such, prebiotics that increase colonization of butyrate-producing Clostridial cluster IV and XIVa bacteria are considered to be beneficial. Other parameters could include reductions in *Enterobacteriaceae*, *C. perfringens* or SRBs. Also in the case of prebiotics we thus need to proceed in the future towards a science-driven development in which the mechanism of action plays a central role, instead of empirically developing prebiotics. For example, our group could show that XOS administration to a broiler diet increased the number of lactobacilli and Clostridial cluster XIVa strains in the distal gut, hereby stimulating cross-feeding of lactate (De Maesschalck et al., unpublished). The beneficial effects of XOS on butyrate production can be confirmed *in vitro* in test tubes using caecal inocula and the substrate, and measuring SCFAs after incubation.

### **Synbiotics**

Synbiotics are combinations of pre- and probiotics and thus offer the bacteria directly the substrate they can convert to beneficial metabolites (Roberfroid, 1998). In the above mentioned example, XOS and a Lactobacillus strain could for example be given to promote lactic acid production in the gut. This is a very simplified way of thinking because this depends on the fermentation of XOS by other bacteria at different sites in the gut, and the colonization site of the strain administered. There is thus a lot to learn on the nature of the substrates that are required to stimulate beneficial bacterial groups before these synbiotics can be developed with a high success rate. Also *in vitro* confirmations of fermentation to for example butyrate can predict the beneficial nature of this type of products.

## **Essential oils, phytobiotics**

Essential oils and botanical products are the most recent applied feed additives in the broiler industry. Biologically active constituents of plants are terpenoids (mono- and sesquiterpenes, steroids, etc.), phenolics (tannins), glycosides and alkaloids (present as alcohols, aldehydes, ketones, esters, ethers, lactones, etc.). Many of these have antibacterial activity but no large-scale study has been performed yet to analyse their antimicrobial spectrum (Penalver et al., 2005; Barbosa et al., 2009). Effects on immune function and host responses have not yet been investigated thoroughly, and also for this class of compounds it is difficult to explain the mechanism of action of the products that have been published in the scientific literature as beneficial for gut health. According to Adams (1999) the antimicrobial activity is rather weak for ginger and pepper, medium for cumin (p-cymene), coriander (linalol), oregano (carvacrol), rosemary (cineol), sage (cineol) and thyme (thymol) and strong for clove (eugenol), mustard (allyl isothiocyanate), cinnamon (cinnamaldehyde) and garlic (allicin). Also here the dosage, purity, extraction method from the plant (in case of mixtures, thus phytobiotics) or synthetic production method will determine the success of the products. It is clear that the antibacterial essential oils will affect the gut microbiota composition, and there is a need to clarify which ones are promoting beneficial bacterial species, using *in vivo* studies.

## **Short chain fatty (and other) acids**

Drinking water and feed additives containing SCFAs, medium chain fatty acids and even aromatic acids (e.g. benzoic acid) are widely used in the poultry industry. While drinking water acidification is mainly for disinfection purposes, feed additives are used mainly for optimizing animal performance and for pathogen control (Van Immerseel et al., 2006). It is difficult to compare the relative efficacy of commercial products because they differ in the nature of the acids used (often combinations are used), the concentration and even more important the delivery method (pure, on a carrier, encapsulated ...). The latter determines the site of release in the gut and can affect the outcome. While SCFAs are more considered as signaling molecules for the microbiota and the host, the medium-chain and aromatic acids are more antibacterial and therefore mimic the action of AGPs, although the spectrum is not yet determined in detail.

There is a clear difference in the response of *Salmonella* to SCFAs. Propionate and butyrate decrease *Salmonella* virulence while acetate increases invasiveness and colonization of *Salmonella* in broilers (after contact with the SCFAs in the caeca) (Van Immerseel et al., 2004). Most likely the ratio of butyrate and propionate versus acetate is crucial. Butyrate also decreases the incidence of necrotic lesions induced by *C. perfringens* in the small intestine when added as a feed additive (Timbermont et al., 2010). This can be mediated by direct effects in the small intestine or by the above described signaling through GLP-2. Indeed, GLP-2 injection has been shown to stimulate animal performance and this hormone is secreted by entero-endocrine cells as a response to butyrate.

### **Immunomodulators**

It is not within the scope of this paper to discuss feed additives and strategies that affect the immune function in a direct way. MOS and beta-glucans are considered to stimulate immunity and clearly vaccines can be used to control pathogens.

### **Concluding remarks**

A huge amount of experimental and field trials have been carried out already using a variety of feed additives in broilers. The most commonly measured outcome parameter is performance, whether or not under challenge conditions. Some studies have been undertaken to determine the effect on pathogen colonization. The approach so far was mostly empirical and the products are thus mainly developed without a clear understanding of the reasons of the expected beneficial effects. Many feed additives that are meant to replace AGPs have variable and comparable activities. The only way to develop a product with an enhanced activity as compared to the already existing products will be based on a thorough understanding of the intestinal ecosystem, and the way the gut wall responds to the microbiota and their metabolites. Identifying the microbiota components that are crucial for gut health is ongoing and is essential for proper development of additives that affect gut health. This needs to be done in both ways, i.e. identifying the beneficial ones and the harmful ones. In fact current knowledge indicates that butyrate-producing bacteria need to be boosted or maintained while *Enterobacteriaceae* and specific pathogens such as *C. perfringens*

need to be suppressed. These are easy to measure criteria and are well known to correlate with a good morphological structure of the gut. In fact, studies that are recently carried out and future studies using –omics technologies will be of value to identify potential performance-related beneficial gut microbiota components and metabolites (Torok et al., 2011). Although meta–omics tools (metagenomics, metabolomics, metaproteomics) can be very instructive, there is a need to investigate the specific effect of the different bacteria and metabolites that are found to play a role in gut health. So bacterial culturing is a crucial tool to foster our understanding of the intestinal ecosystem and essential to study the effect of a specific strain or species on gut health parameters (Walker et al., 2014). Only a small minority of the microbial species residing in the gut have been cultured so far, and thus isolation and characterization of new bacterial species from the gut will yield useful information. A recently established method to isolate, describe and genome sequence novel strains is called culturomics (Lagier et al., 2012). This method consists of plating gut or faecal samples on a variety (over 100) of media, followed by identification of the bacteria. Although this technique is able to discover new bacterial strains, a major breakthrough would be a method that permits us to isolate strains that produce predefined metabolites, but that is not available yet. For the time being we have to rely on the isolation of potentially beneficial microbes and test their behavior, and more importantly study how we can promote their abundance in the broiler gut.

To conclude, the feed-microbiota-host relationship is extremely complex but we now start to learn how to drive this interaction towards a beneficial one. One way is to increase the abundance of butyrate-producing bacteria from Clostridial cluster IV and XIVa and/or to decrease pathogenic *Enterobacteriaceae*. In the future many more health promoting and harmful bacterial groups and their respective metabolites will evidently be discovered and will steer our ways to optimize gut health and animal performance.

## References

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R1831&from=en>

<http://www.fda.gov/downloads/AnimalVeterinary/GuidanceComplianceEnforcement/GuidanceforIndustry/UCM216936.pdf>

Adams, C., 1999. *Nutricines: Food components in health and nutrition*. Nottingham University Press, UK.

Bäckhed F, Ley RE, Sonnenburg JL, Peterson DA, Gordon JI. Host-bacterial mutualism in the human intestine. *Science*. 2005 Mar 25;307(5717):1915-20. Review.

Baldassano S, Amato A. GLP-2: what do we know? What are we going to discover? *Regul Pept*. 2014 Nov;194-195:6-10.

Barbosa LN, Rall VL, Fernandes AA, Ushimaru PI, da Silva Probst I, Fernandes A Jr. Essential oils against foodborne pathogens and spoilage bacteria in minced meat. *Foodborne Pathog Dis*. 2009 Jul-Aug;6(6):725-8.

Belenguer A, Duncan SH, Calder AG, Holtrop G, Louis P, Lobley GE, Flint HJ. Two routes of metabolic cross-feeding between *Bifidobacterium adolescentis* and butyrate-producing anaerobes from the human gut. *Appl Environ Microbiol*. 2006 May;72(5):3593-9.

Berry D, Reinisch W. Intestinal microbiota: a source of novel biomarkers in inflammatory bowel diseases? *Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 2013 Feb;27(1):47-58.

Brown J, Wang H, Hajishengallis GN, Martin M. TLR-signaling networks: an integration of adaptor molecules, kinases, and cross-talk. *J Dent Res*. 2011 Apr;90(4):417-27.

Butaye P, Devriese LA, Haesebrouck F. Antimicrobial growth promoters used in animal feed: effects of less well known antibiotics on gram-positive bacteria. *Clin Microbiol Rev*. 2003 Apr;16(2):175-88.

Carbonero F, Benefiel AC, Gaskins HR. Contributions of the microbial hydrogen economy to colonic homeostasis. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2012 Sep;9(9):504-18.

Choct M. Managing gut health through nutrition. *Br Poult Sci*. 2009 Jan;50(1):9-15



Duncan SH, Louis P, Flint HJ. Lactate-utilizing bacteria, isolated from human feces, that produce butyrate as a major fermentation product. *Appl Environ Microbiol.* 2004 Oct;70(10):5810-7.

El Aidy S, Van den Abbeele P, Van de Wiele T, Louis P, Kleerebezem M. Intestinal colonization: how key microbial players become established in this dynamic process: microbial metabolic activities and the interplay between the host and microbes. *Bioessays.* 2013 Oct;35(10):913-23.

Flint HJ, Scott KP, Duncan SH, Louis P, Forano E. Microbial degradation of complex carbohydrates in the gut. *Gut Microbes.* 2012 Jul-Aug;3(4):289-306.

Frank DN, Robertson CE, Hamm CM, Kpadeh Z, Zhang T, Chen H, Zhu W, Sartor RB, Boedeker EC, Harpaz N, Pace NR, Li E. Disease phenotype and genotype are associated with shifts in intestinal-associated microbiota in inflammatory bowel diseases. *Inflamm Bowel Dis.* 2011 Jan;17(1):179-84.

Gibson GR, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J Nutr.* 1995 Jun;125(6):1401-12.

Guilloteau P, Martin L, Eeckhaut V, Ducatelle R, Zabielski R, Van Immerseel F. From the gut to the peripheral tissues: the multiple effects of butyrate. *Nutr Res Rev.* 2010 Dec;23(2):366-84.

Havenaar R. Intestinal health functions of colonic microbial metabolites: a review. *Benef Microbes.* 2011 Jun;2(2):103-14.

Hooper LV. Epithelial cell contributions to intestinal immunity. *Adv Immunol.* 2015;126:129-72.

Jeppesen PB. Gut hormones in the treatment of short-bowel syndrome and intestinal failure. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2015 Feb;22(1):14-20.

Knarreborg A, Lauridsen C, Engberg RM, Jensen SK. Dietary antibiotic growth promoters enhance the bioavailability of alpha-tocopheryl acetate in broilers by altering lipid absorption. *J Nutr.* 2004 Jun;134(6):1487-92.

Lagier JC, Million M, Hugon P, Armougom F, Raoult D. Human gut microbiota: repertoire and variations. *Front Cell Infect Microbiol.* 2012 Nov 2;2:136. PMID.

Marquet P, Duncan SH, Chassard C, Bernalier-Donadille A, Flint HJ. Lactate has the potential to promote hydrogen sulphide formation in the human colon. *FEMS Microbiol Lett.* 2009 Oct;299(2):128-34.

Muniz LR, Knosp C, Yeretssian G. Intestinal antimicrobial peptides during homeostasis, infection, and disease. *Front Immunol.* 2012 Oct 9;3:310. Niewold TA.

Peñalver P, Huerta B, Borge C, Astorga R, Romero R, Perea A. Antimicrobial activity of five essential oils against origin strains of the Enterobacteriaceae family. *APMIS.* 2005 Jan;113(1):1-6.

*Pharmacol Res.* 2013 Mar;69(1):52-60.

Piche T. Tight junctions and IBS--the link between epithelial permeability, low-grade inflammation, and symptom generation? *Neurogastroenterol Motil.* 2014 Mar;26(3):296-302.

Pryde SE, Duncan SH, Hold GL, Stewart CS, Flint HJ. The microbiology of butyrate formation in the human colon. *FEMS Microbiol Lett.* 2002 Dec 17;217(2):133-9.

Roberfroid MB. Prebiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties. *Br J Nutr.* 1998 Oct;80(4):S197-202.

Rosenberg E, Zilber-Rosenberg I. Symbiosis and development: the hologenome concept. *Birth Defects Res C Embryo Today.* 2011 Mar;93(1):56-66.

Rowland KJ, Brubaker PL. The "cryptic" mechanism of action of glucagon-like peptide-2. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2011 Jul;301(1):G1-8. Review.

Scott KP, Gratz SW, Sheridan PO, Flint HJ, Duncan SH. The influence of diet on the gut microbiota.

Shivaramaiah S, Pumford NR, Morgan MJ, Wolfenden RE, Wolfenden AD, Torres-Rodríguez A, Hargis BM, Téllez G. Evaluation of *Bacillus* species as potential candidates for direct-fed microbials in commercial poultry. *Poult Sci.* 2011 Jul;90(7):1574-80.

Stanley D, Hughes RJ, Moore RJ. Microbiota of the chicken gastrointestinal tract: influence on health, productivity and disease. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2014 May;98(10):4301-10.

Tappenden KA, Albin DM, Bartholome AL, Mangian HF. Glucagon-like peptide-2 and short-chain fatty acids: a new twist to an old story. *J Nutr.* 2003 Nov;133(11):3717-20.

Teirlynck E, Bjerrum L, Eeckhaut V, Huygebaert G, Pasmans F, Haesebrouck F, Dewulf J, Ducatelle R, Van Immerseel F. The cereal type in feed influences gut wall morphology and intestinal immune cell infiltration in broiler chickens. *Br J Nutr.* 2009 Nov;102(10):1453-61. PMID.

The nonantibiotic anti-inflammatory effect of antimicrobial growth promoters, the real mode of action? A hypothesis. *Poult Sci.* 2007 Apr;86(4):605-9. Review.

Timbermont L, Lanckriet A, Dewulf J, Nollet N, Schwarzer K, Haesebrouck F, Ducatelle R, Van Immerseel F. Control of *Clostridium perfringens*-induced necrotic enteritis in broilers by target-released butyric acid, fatty acids and essential oils. *Avian Pathol.* 2010 Apr;39(2):117-21.

Torok VA, Hughes RJ, Mikkelsen LL, Perez-Maldonado R, Balding K, MacAlpine R, Percy NJ, Ophel-Keller K. Identification and characterization of potential performance-related gut microbiotas in broiler chickens across various feeding trials. *Appl Environ Microbiol.* 2011 Sep;77(17):5868-78.

Van Immerseel F, De Buck J, De Smet I, Pasmans F, Haesebrouck F, Ducatelle R. Interactions of butyric acid- and acetic acid-treated *Salmonella* with chicken primary cecal epithelial cells in vitro. *Avian Dis.* 2004 Apr-Jun;48(2):384-91.

Van Immerseel F, Russell JB, Flythe MD, Gantois I, Timbermont L, Pasmans F, Haesebrouck F, Ducatelle R. The use of organic acids to combat *Salmonella* in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. *Avian Pathol.* 2006 Jun;35(3):182-8.

Walker AW, Duncan SH, Louis P, Flint HJ. Phylogeny, culturing, and metagenomics of the human gut microbiota. *Trends Microbiol.* 2014 May;22(5):267-74.

Yeoman CJ, Chia N, Jeraldo P, Sipos M, Goldenfeld ND, White BA. The microbiome of the chicken gastrointestinal tract. *Anim Health Res Rev.* 2012 Jun;13(1):89-99. PMID.

## LAMENESS CAUSED BY STRESS AND BACTERIAL INFECTION IN BROILERS

**Robert F. Wideman, Jr.,**

*Ph.D. Professor and Associate Director  
Center of Excellence for Poultry Science  
University of Arkansas Division of Agriculture  
1260 W. Maple, PO SC O-402  
Fayetteville, AR 72701*

*Office Phone: 479-575-4397; Fax: 479-575-7139; e-mail:  
rwideman@uark.edu*

### Summary

Broilers develop lameness attributable to bacterial chondronecrosis with osteomyelitis (BCO) when pathogenic bacteria enter the circulating blood and infect the epiphyseal-physeal growth plates in the proximal femora, proximal tibiae and flexible thoracic vertebrae. Multiple opportunistic organisms in mixed cultures have been isolated from BCO lesions, including predominately *Staphylococcus spp.*, *Escherichia coli*, and *Enterococcus spp.* Affected birds initially develop a noticeable limp and characteristically use a wing tip as a crutch for support when standing and walking. In advanced stages birds are fully immobilized resulting in their inability to reach feed or water. Death typically results 2 to 5 days after the appearance of the earliest clinical symptoms. BCO is the most common cause of lameness and a major cause of mortality in large broilers, affecting approximately 1.5% of all birds grown to yield weights (past 42 d of age) in the United States and likely worldwide (McNamee et al., 1998; McNamee and Smyth, 2000; Wideman et al., 2012; Wideman and Prisby, 2013).

To study BCO's pathogenesis and to evaluate effective treatment strategies we began working six years ago to develop an experimental model for consistently triggering significant levels of BCO in research flocks. Previous experimental models for inducing BCO involve exposing birds to *Staphylococcus aureus* through intravenous injection, tracheal inoculation, or aerosol inhalation (McNamee et al., 1999). Protocols that require intentional exposure to pathogenic bacteria are incompatible with the biosecurity constraints for most research facilities and commercial genetic

selection programs. Instead, we developed a wire flooring challenge model that has consistently proven effective for triggering BCO without purposefully exposing birds to known pathogens (Wideman et al., 2012, 2013, 2014; Gilley et al., 2014). The BCO induced by wire flooring appears to be triggered primarily by footing instability which imposes additional mechanical stress that damages (micro-fractures) structurally immature growth plates. Broilers raised on wire flooring also experience physiological stress including increased serum levels of the adrenal stress hormone corticosterone, elevated heterophil to lymphocyte ratios, and immunosuppression. Stress and immunosuppression enable pathogenic bacteria, which normally are harbored benignly in respiratory mucus membranes and the intestinal microbiome, to cross respiratory and intestinal epithelial barriers and enter the systemic arterial circulation. This process of bacterial leakage through respiratory and intestinal epithelia, known as bacterial translocation, leads to the hematogenous distribution of bacteria throughout an animal's body. Opportunistic bacteria, particularly *Staphylococcus spp.*, specifically bind to and are activated by the collagenous matrix exposed by micro-fractures within the epiphyseal-physeal cartilage. Bacterial proliferation and the ensuing immunological response create the necrotic abscesses and voids that are characteristic of BCO lesions. Stress-induced immunosuppression and bacterial translocation contribute to the focal bacterial proliferation associated with spontaneous BCO outbreaks in commercial broiler flocks (McNamee and Smyth, 2000; Wideman and Prisby, 2013), and in an experimental setting, osteomyelitis and lameness are readily triggered by injecting turkey poults and broilers with repeated immunosuppressive doses of the synthetic stress hormone dexamethasone (Huff et al., 1998, 1999, 2005; Wideman and Pevzner, 2012). The incidence of BCO triggered by wire flooring increases dramatically when young broiler chicks are provided drinking water containing sufficient levels of *Staphylococcus spp.*, thereby conclusively demonstrating the role of bacterial translocation across the intestinal epithelium (Al-Rubaye et al., unpublished).

Tight junctional complexes comprise a key component of the intestinal barrier by sealing the apical surfaces of adjacent epithelial cells. "Leaky" tight junctions provide paracellular portals through which bacteria can cross the gastrointestinal epithelium and enter the systemic arterial circulation. Factors known to modulate the integrity of existing tight junctions and influence the dynamic

synthesis of new tight junction proteins include physiological stress and “crosstalk” (direct cell to cell signaling) between gastrointestinal epithelial cells and bacteria of the intestinal microbiome. Recent studies demonstrated that heat stress and enhanced intestinal microbial challenges can impair the integrity of intestinal tight junctions and facilitate bacterial translocation across the epithelium of the small intestine in broilers. It also has been demonstrated that direct fed microbial probiotics alone or in combination with a mannan-oligosaccharide prebiotic derived from yeast cell walls can attenuate intestinal barrier dysfunction in broilers challenged by heat stress or pathogenic bacteria. Commensal and probiotic bacterial species that promote intestinal barrier function by enhancing tight junction protein expression and the formation of occlusive tight junctional complexes also are effective in preventing bacterial translocation broilers (Quinteiro-Filho et al., 2010, 2012a,b; Sohail et al., 2010, 2012; Pastorelli et al., 2013; Murugesan et al., 2014; Song et al., 2014). Indeed, we have shown that heat stress in the hatchery can enhance the incidence of BCO in chicks that subsequently are reared on wire flooring (Wideman et al., unpublished). We also have shown that the incidence of BCO in broilers reared on wire flooring was substantially reduced by administering probiotics prophylactically to improve intestinal epithelial barrier function and thereby at least partially delay or attenuate the process of bacterial translocation (Wideman et al., 2012, 2015). Previous studies demonstrated that high levels of vitamin D<sub>3</sub> can counteract stress-mediated immunosuppression and attenuate the microbial infection and pathological deterioration of proximal growth plates associated with osteomyelitis in turkeys (Huff et al., 2000). Accordingly, we conducted a study to determine if prophylactic administration of 25-hydroxy vitamin D<sub>3</sub> (25-OHD<sub>3</sub>) via the drinking water might reduce the incidence of BCO in broilers reared on wire flooring. Indeed, Prophylactic supplementation of 25-OHD<sub>3</sub> in the drinking water significantly reduced the incidence of clinical lameness attributable to BCO, and this response did not depend on reduced body weights for survivors at the end of the experiment. The positive response to 25-OHD<sub>3</sub> supplementation in the present study strongly supports the potential for 25-OHD<sub>3</sub> to attenuate outbreaks of lameness caused by BCO in commercial broiler flocks.

## References

Gilley, A. D., H. Lester, I. Y. Pevzner, N. B. Anthony, and R. F. Wideman, Jr. 2014.

Evaluating portable wire flooring models for inducing bacterial chondronecrosis with osteomyelitis (BCO) in broilers. *Poult. Sci.* 93:1354-1367.

Huff, G. R., W. E. Huff, J. M. Balog, and N. C. Rath. 1998. Effects of dexamethasone immunosuppression on turkey osteomyelitis complex in an experimental *Escherichia coli* respiratory infection. *Poult. Sci.* 77:654-661.

Huff, G. R., W. E. Huff, J. M. Balog, and N. C. Rath. 1999. Sex differences in the resistance of turkeys to *Escherichia coli* challenge after immunosuppression with dexamethasone. *Poult. Sci.* 78:38-44.

Huff, G. R., W. E. Huff, N. C. Rath, and J. M. Balog. 2000. Turkey osteomyelitis complex. *Poult. Sci.* 79:1050-1056.

Huff, G. R., W. E. Huff, J. M. Balog, N.C. Rath, N. B. Anthony, and K. E. Nestor. 2005. Stress response differences and disease susceptibility reflected by heterophil to lymphocyte ratio in turkeys selected for increased body weight. *Poult. Sci.* 84:709-717.

Huff, G., W. Huff, N. Rath, and J. Balog, N. B. Anthony, and K. Nestor. 2006. Stress-induced colibacillosis and turkey osteomyelitis complex in turkeys selected for increased body weight. *Poult. Sci.* 85:266-272.

McNamee, P. T. and J. A. Smyth. 2000. Bacterial chondronecrosis with osteomyelitis ('femoral head necrosis') of broiler chickens: a review. *Avian Pathol.* 29:253-270.

McNamee, P. T., J. J. McCullagh, B. H. Thorp, H. J. Ball, D. Graham, S. J. McCullough, D. McConaghy, and J. A. Smyth. 1998. Study of leg weakness in two commercial broiler flocks. *Vet. Rec.* 143:131-135.

McNamee, P. T., J. J. McCullagh, J. D. Rodgers, B. H. Thorp, H. J. Ball, T. J. Connor, D. McConaghy, and J. A. Smyth. 1999. Development of an experimental model of bacterial chondronecrosis with osteomyelitis in broilers following exposure to *Staphylococcus aureus* by aerosol, and inoculation with chicken anemia and infectious bursal disease viruses. *Avian Pathol.* 28:26-35.

Murugesan, G. R., N. K. Gabler, and M. E. Persia. 2014. Effects of direct-fed microbial supplementation on broiler performance, intestinal nutrient transport and integrity under experimental conditions with increased microbial challenge. *Br. Poult. Sci.* 55:89-97.

Pastorelli, L., C. De Salvo, J. R. Mercado, M. Vecchi, and T. T. Pizarro. 2013. Central role of the gut epithelial barrier in the pathogenesis of chronic intestinal inflammation: lessons learned from animal models and human genetics. *Frontiers in Science (Front. Immunol.)* 4:280. doi: 10.3389/fimmu.2013.002080.

Quinteiro-Filho, W. M., A. Ribeiro, V. Ferraz-de-Paula, M. L. Pinheiro, M. Sakai, L. R. M. Sa, A. J. P. Ferreira, and J. Palermo-Neto. 2010. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. *Poult. Sci.* 89:1905-1914.

Quinteiro-Filho, W. M., M. V. Rodrigues, A. Ribeiro, V. Ferraz-de-Paula, M. L. Pinheiro, L. R. M. Sa, A. J. P. Ferreira, and J. Palermo-Neto. 2012a. Acute heat stress impairs performance parameters and induces mild intestinal enteritis in broiler chickens: Role of acute hypothalamic-pituitary-adrenal axis of activation. *J. Anim. Sci.* 90:1986-1994.

Quinteiro-Filho, W. M., A. V. S. Gomes, M. L. Pinheiro, A. Ribeiro, V. Ferraz-de-Paula, C. S. Astolfi-Ferreira, A. J. P. Ferreira, and J. Palermo-Neto. 2012b. Heat stress impairs performance and induces intestinal inflammation in broiler chickens infected with *Salmonella* Enteritidis. *Avian Pathol.* 41:421-427.

Sohail, M. U., A. Ijaz, M. S. Yousaf, K. Ashraf, H. Zaneb, M. Aleem, and H. Rehman. 2010.

Alleviation of cyclic heat stress in broilers by dietary supplementation of mannan-oligosaccharide and *Lactobacillus*-based probiotic: Dynamics of cortisol, thyroid hormones, cholesterol, C-reactive protein, and humoral immunity. *Poult. Sci.* 89:1934-1938.

Sohail, M. U., M. E. Hume, J. A. Byrd, D. J. Nisbet, A. Ijaz, A. Sohail, M. Z. Shabbir, and H. Rehman. 2012. Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress. *Poult. Sci.* 91:2235-2240.

Song, J., K. Xiao, Y. L. Ke, L. F. Jiao, C. H. Hu, Q. Y. Diao, B. Shi, and X. T. Zou. 2014. Effect of a probiotic mixture on intestinal microflora, morphology, and barrier integrity of broilers subjected to heat stress. *Poult. Sci.* 93:581-588.



Wideman, R. F., and I. Pevzner. 2012. Dexamethasone triggers lameness associated with necrosis of the proximal tibial head and proximal femoral head in broilers. *Poult. Sci.* 91:2464-2474.

Wideman, R. F., and R. D. Prisby. 2013. Bone circulatory disturbances in the development of spontaneous bacterial chondronecrosis with osteomyelitis: a translational model for the pathogenesis of femoral head necrosis. *Frontiers in Science (Front. Endocrin.)* 3:183. doi: 10.3389/fendo.2012.00183.

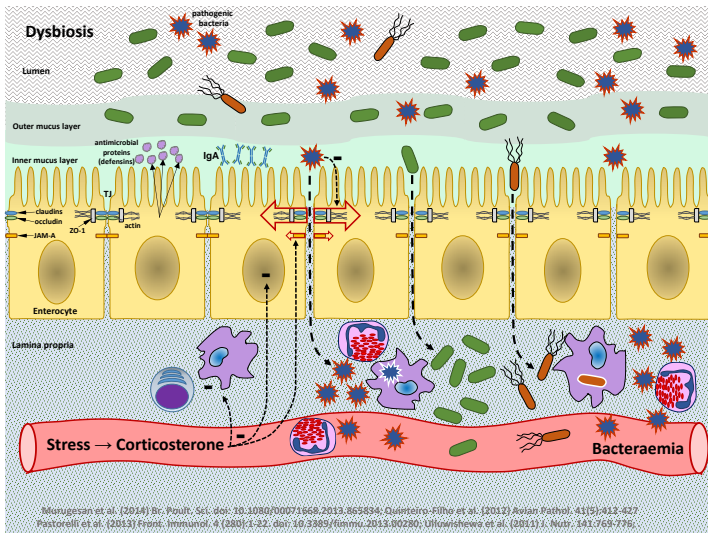
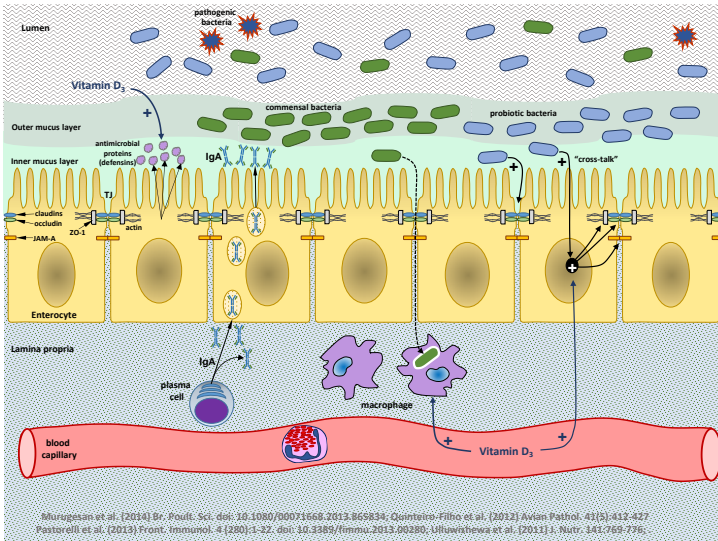
Wideman, R.F., K.R. Hamal, J.M. Stark, J. Blankenship, H. Lester, K.N. Mitchell, G. Lorenzoni, and I. Pevzner. 2012. A wire flooring model for inducing lameness in broilers: Evaluation of probiotics as a prophylactic treatment. *Poult Sci.* 91:870-883.

Wideman, R. F. Jr., A. Al-Rubaye, A. Gilley, D. Reynolds, H. Lester, D. Yoho, J. D. Hughes Jr., and I. Y. Pevzner. 2013. Susceptibility of four commercial broiler crosses to lameness attributable to bacterial chondronecrosis with osteomyelitis. *Poult. Sci.* 92:2311-2325.

Wideman, R. F. Jr., A. Al-Rubaye, D. Reynolds, D. Yoho, H. Lester, C. Spencer, J. M. Hughes, and I. Y. Pevzner. 2014. Bacterial chondronecrosis with osteomyelitis (BCO) in broilers: Influence of sires and straight-run vs. sex-separate rearing. *Poult. Sci.* 93:1675-1687.

Wideman, R. F. Jr., A. Al-Rubaye, Y. M. Kwon, J. Blankenship, H. Lester, K. N. Mitchell, I. Y. Pevzner, T. Lohrmann, and J. Schleifer. 2015. Prophylactic administration of a combined prebiotic and probiotic, or therapeutic administration of enrofloxacin, to reduce the incidence of bacterial chondronecrosis with osteomyelitis in broilers. *Poult. Sci.* 94:25-36.

## Figures



Role of the intestinal epithelial tight junctions in the healthy gut (upper panel) and during dysbiosis (lower panel).

### BCO Pathogenesis: Portals of Entry and Bacteraemia

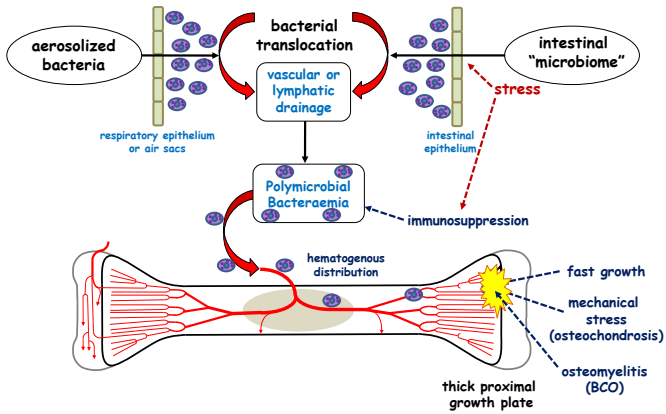
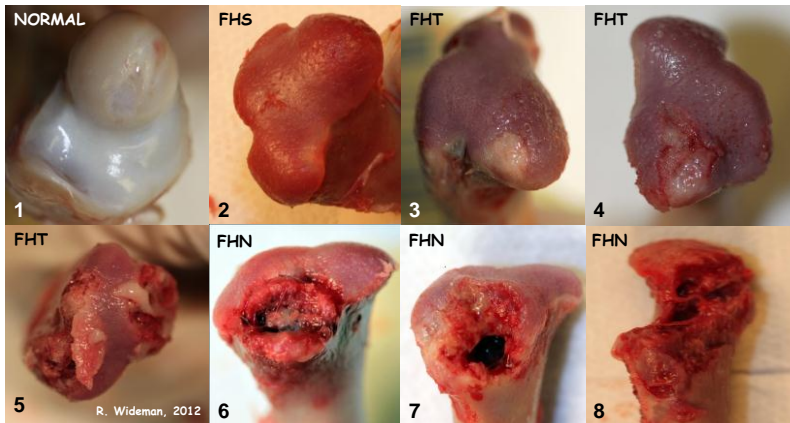
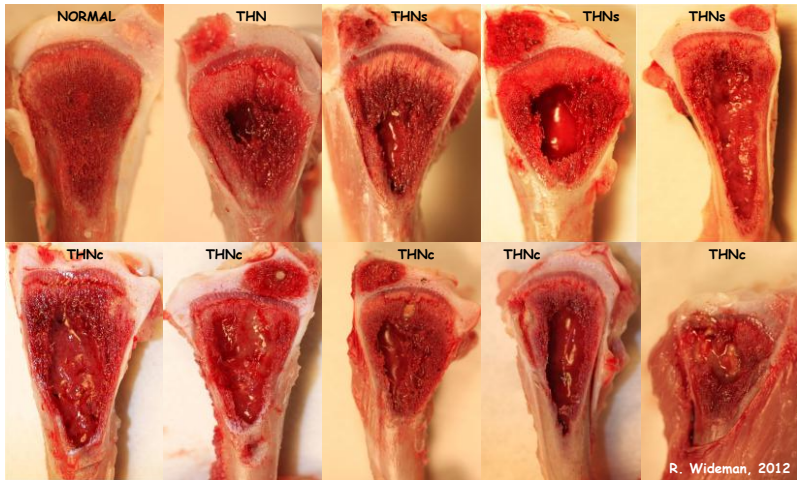


Diagram of the pathogenesis of BCO in broilers.



Pathognomonic BCO lesions of the proximal femora.



Pathognomonic BCO lesions of the proximal tibiae.

## **PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE DA SALMONELA PRÉ ABATE**

**Paulo Lourenço Silva**

*Professor Titular*

*Universidade Federal de Uberlândia*

### **Introdução**

Existem muitos fatores durante o manejo de pré-abate que têm o potencial de afetar a qualidade microbiológica da carcaça. O manejo de pré-abate é o manejo das aves durante as 24 horas anteriores ao abate, e constitui-se em um passo fundamental na preparação para o processamento da carne de frango de corte. O conhecimento destes fatores é a base para estabelecer boas práticas de manejo e bem estar animal, visando obter uma ótima qualidade da carcaça e rentabilidade do lote.

*Salmonella* spp. é considerada um dos patógenos mais frequentes envolvidos em contaminações de produtos avícolas e constitui-se em uma das bactérias mais importantes para a saúde pública. As aves industriais constituem um dos mais importantes reservatórios de salmonelas e são responsáveis pela sua introdução na alimentação humana, por meio da contaminação da carne e dos ovos.

Devido à importância desse tema, neste artigo, serão apontados os principais pontos críticos de controle da salmonela no manejo pré-abate de frangos de corte, sendo estes: jejum, captura, carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro.

### **Jejum pré-abate**

Jejum pré-abate inicia-se antes do carregamento das aves até o abate, e é definido como o período em que há suspensão do fornecimento de ração para as aves, com o objetivo de esvaziar o conteúdo do trato gastrointestinal (TGI) antes do abate, sendo fornecida apenas a água. A finalidade é minimizar o risco de

contaminação fecal na linha de abate devido ao esvaziamento do TGI.

O tempo gasto no período de jejum tem sido amplamente discutido, regra geral, varia entre 8 e 12 horas antes do horário programado para o abate, no entanto, sendo este influenciado pela logística da empresa, distância até o abatedouro e o tempo de espera na plataforma, podendo assim ter sua duração prolongada.

Deve-se manter a disponibilidade de água continuamente até o início da apanha das aves, uma vez que a água auxilia na passagem do alimento no TGI. Sem o consumo de água as aves podem se desidratar e o TGI não se esvaziará. O tempo prolongado no jejum pode acarretar aumento no consumo de água e ingestão de cama, resultando em aumento da umidade das fezes e o risco de contaminação da carcaça no momento do abate. Quanto mais longo o período de retirada da ração, maior a incidência de recuperação de *Salmonella* no papo. Assim, para uma menor contaminação no abatedouro é fundamental que o intestino esteja vazio, particularmente o papo esteja vazio no momento da apanha. Diversos autores tem reportado que o papo tem sido encontrado mais vezes contaminado com salmonela do que o ceco, e o rompimento do papo durante o processamento foi de 80 vezes mais frequente do que o ceco.

Com o aumento do tempo de jejum, as aves sofrem estresse, desestabilizando a sua flora intestinal, resultando invasão de bactérias oportunistas, auxiliando o desenvolvimento de *Salmonella sp.* no ceco. Os *Lactobacillus sp.* presentes no papo, controlam o pH por volta de 3.6 impedindo a multiplicação de *Salmonella sp.* Entretanto, com o aumento do tempo de jejum, o pH do papo aumenta, possibilitando a proliferação de *Salmonella sp.*, o que associado à ingestão de cama devido a longa privação de ração, a carga bacteriana no papo se eleva e este pode se romper no processamento, contaminando toda a carcaça. Portanto recomenda-se que o jejum não ultrapasse mais que 12 horas.

## **Apanha das aves**

A apanha de frangos de corte é uma etapa que acontece anteriormente ao transporte, período em que os frangos, quando atingem o peso de abate, são capturados por funcionários, colocados em gaiolas e só então conduzidos até o abatedouro. Entre todas as operações pré-abate, essa é a que mais gera estresse e injúrias físicas às aves, consequentemente acarretando maior prejuízo.

Existem dois tipos de apanha: a mecânica ou automatizada e a manual. A apanha manual é a forma utilizada no Brasil. Há três formas de apanha manual: a apanha pelas pernas, sendo o método que mais causa lesão na carcaça e também o menos eficiente; o método do dorso é o mais utilizado, é a forma mais fácil de introduzir as aves dentro da caixa; e o terceiro método é a captura pelo pescoço, na qual as aves são pegas três em cada mão e a grande desvantagem são os arranhões no dorso.

Deve-se minimizar o estresse durante a apanha das aves. A intensidade da luz deve ser reduzida ao mínimo e deve ser evitado qualquer aumento súbito na intensidade luminosa. Quando a apanha das aves é realizada durante as horas de luz do dia, o uso de cortinas sobre as portas principais ajudará a minimizar a intensidade da luz no galpão e assim reduzir o estresse.

## **Carregamento**

A densidade das aves por caixa deve ser ajustada de acordo com o peso das aves, condições climáticas e tamanho da caixa. Deve-se considerar que todas as aves devem ter espaço para deitar sem ocorrer amontoamento de uma ave sobre a outra. As caixas devem ser higienizadas e estar em bom estado de conservação, sendo necessário que a empresa observe o seu estado de conservação, substituindo as que estiverem danificadas, pois podem provocar lesões nas aves.

O molhamento da carga é uma alternativa para diminuir a temperatura, porém algumas condições devem ser observadas, sendo que a temperatura deve estar elevada e a umidade relativa deve ser inferior a 50%, evitando o procedimento em dias frios. O molhamento deve ser uniforme em toda a carga.

## **Transporte**

O transporte consiste na tarefa de encaminhar as aves do aviário até o abatedouro, podendo ser executada em diferentes condições, distância e tipos de vias. Alguns estímulos podem estressar os frangos, comprometendo o bem estar e a qualidade da carne. Os fatores estressantes são: estresse térmico devido à elevada temperatura e umidade, estresse pelo frio devido à alta velocidade do veículo de transporte e umidade, estresse social, decorrente da alta lotação nas caixas, vibração, aceleração, barulho.

## **Área de espera - tempo de espera no abatedouro**

O tempo de espera é definido como o período da chegada das aves no abatedouro até o seu abate. Chegando ao frigorífico, o veículo de transporte deve ser levado à área de espera e é fundamental que seja equipada com nebulizadores, ventiladores e que evite que a carga receba a radiação solar. O tempo de espera não deve ser superior a duas horas.

## **Considerações finais**

Os principais fatores de risco para introdução de salmonela no sistema de produção de frangos de corte são ração contaminada, lotes provenientes de reprodutores infectados, falhas no programa de biossegurança, programa de higienização inadequado, apanha e transporte de frangos e contaminação das carcaças durante o abate e o processamento.

A contaminação de carcaças de frangos de corte com salmonelas no abatedouro parece estar principalmente ligada à contaminação das aves durante a criação e/ou manejo pré-abate. O nível de contaminação por *Salmonella* nas granjas e no abatedouro depende de vários fatores de risco, incluindo estação do ano, origem dos pintos, fábrica de rações, medidas de limpeza e desinfecção, manejo das aves, entre outros. Aves portadoras assintomáticas também podem infectar outras aves durante o transporte e espera para o abate. O grau de contaminação fecal das carcaças durante o



abate depende das técnicas de abate aplicadas e manipulação das carcaças.

O ambiente de abate pode ser uma fonte importante na disseminação de *Salmonella*, pois uma vez instalada a contaminação na indústria, a remoção é dificultada devido à sua capacidade em formar biofilmes e de se multiplicar à baixas temperaturas.

*Salmonella* pode ser efetivamente controlada por intervenções coordenadas e simultâneas. Na granja, os ovos e pintos só devem ser provenientes de lotes de reprodução livres de *Salmonella*. Ovos para incubação devem ser devidamente desinfetados e incubados de acordo com padrões de higienização. Galpões devem ser adequadamente limpos e desinfetados. Medidas de controle de pragas devem ser incorporadas à gestão periódica da biossegurança e de controle rigoroso, restringindo a entrada de visitantes e equipamentos, impedindo a transmissão horizontal de *Salmonella* entre galpões.

Concluindo, alguns pontos importantes a ser considerados no controle da *Salmonella* no período pré-abate são:

- Aves vivas é a fonte de contaminação da planta de processamento;
- A redução de infecções por salmonelas em aves vivas reduzirá a contaminação das carcaças no abatedouro;
- Controlar os fatores de risco dentro do ambiente de criação das aves (pintos procedentes de lotes livres de *Salmonella*, limpeza e desinfecção das instalações, ração não contaminada com salmonelas, controle de pragas, restrição de visitas, uso de roupas e calçados exclusivos para a granja, cloração da água, entre outros);
- O papo é o principal local de infecção/contaminação levando a contaminação das carcaças;
- A retirada de ração prolongada aumenta o problema de contaminação das carcaças por *Salmonella*.

## **Bibliografia**

ADZITEY, F. Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality. *International Food Research Journal*, v.18, p. 485-491, 2011.

BARACHO, M.S, CAMARGO, G.A, LIMA, A.M.C, MENTEM, J.F, MOURA, D.J, MOREIRA, J, NÃÃS, I.A. Variables Impacting Poultry Meat Quality from Production to Pre-Slaughter: A Review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, ISSN 1516-635X, v.8, n.4, p.201-212 - Oct - Dec 2006.

BRUNO ROGÉRIO RUI, B.R.; ANGRIMANI, D.S.R.; SILVA, M.A.A. Pontos críticos no manejo pré-abate de frango de corte: jejum, captura, carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.7, p.1290-1296, jul, 2011.

CALLAWAY, T. R., ANDERSON, R. C., EDRINGTON, T. S., ELDER, R. O., GENOVESE, K. J., BISCHOFF, K. M., POOLE, T. L. JUNG, Y. S, HARVEY, R. B. NISBET, D. J. Preslaughter intervention strategies to reduce food-borne pathogens in food animals. *J ANIM SCI*, v. 81, p. 17-23, 2003.

CORRIER, D. E.; BYRD, J. A.; HARGIS, B. M.; HUME, M. E., BAILEY, R. H., STANKER L. H. Presence of *Salmonella* in the Crop and Ceca of Broiler Chickens Before and After Preslaughter Feed Withdrawal. *Poultry Science*, v.78, p.45–49, 1999.

NAMATA, H.; WELBY, S.; AERTS, M., FAES, C.; ABRAHANTES, J.C.; IMBERECHTS, H.; VERMEERSCH, K.; HOOYBERGHS, J.; MÉROC, J.E.; MINTIENS, K. Identification of Risk Factors for the Prevalence and Persistence of *Salmonella* in Belgian Broiler Chicken Flocks.

RODRIGUES, A.C.A.; PINTO, P.S.A.; VANETTI, M.C.D.; BEVILACQUA, P.D.; PINTO, M.S.; NERO, L.A. Análise e monitoramento de pontos críticos no abate de frangos utilizando indicadores Microbiológicos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.7, p.1948-1953, out, 2008.

ROSTAGNO, M.H.; CALLAWAY, T. R. Pre-harvest risk factors for *Salmonella* enterica in pork production. *Food Research International*, v.45, p. 634–640, 2012.

SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C. Manejo pré-abate de frangos de corte em dias frios Os cuidados com a ambiência e bem-estar das aves transportadas durante o inverno. Thesis, São Paulo, ano VIII, n. 17, p. 79-90, 2º semestre, 2012.

VON RÜCKERT, D.A.S.; PINTO, P.S.A.; SANTOS, B.M.; MOREIRA, M.A.S.; RODRIGUES, A.C.A. Pontos críticos de controle de *Salmonella* spp. no abate de frangos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.61, n.2, p.326-330, 2009.

## **CARNE DE AVES, O CAMINHO PARA SALMOELLA ZERO**

**Jaap Obdam**

A ocorrência de Salmonella nas carnes continua ser um assunto preocupante.

Um programma para diminuir e/ou erradicar esta bactéria na cadeia de produção é um trabalho duro. As legislações mundiais estão cada vez mais rigorosas.

Precisa-se um sistema de monitoria que analise a situação atual de melhor maneira possível. Evitando laudos falsos negativos.

Cada elo da cadeia tem que assumir a sua responsabilidade. Da genética no pico da pirâmide até o abatedouro.

Os caminhos de transmissão são discutíveis, como também as ações de gestão para diminuir os problemas de contaminações atuais, e evitar as recontaminações.

Higiene, programas da limpeza e desinfecção na troca de lotes são muito importantes.

Também os fatores contaminantes das rações são discutidos.

Finalmente, as possibilidades de melhor proteção de lotes novos.

## **CURRENT AND PREDICTED ON-FARM SALMONELLA CONTROL PRACTICES IN US POULTRY: BEST PRACTICES VS. REAL WORLD**

**James T. Barton**

*BS, DVM, dACPV, dACAW*

It is clear that *Salmonella* infection in live poultry is controllable. This is evident based on demonstrated clearance of *Salmonella pullorum* and *Salmonella gallinarum* from (virtually) all poultry in North America. The near-complete clearance of all *Salmonella* serotypes from commercial broiler breeder stock also demonstrates the potential for the production of poultry that are *Salmonella* free. The potential to clear *Salmonella* from commercial poultry is not disputed. What is considered debatable is the practicality, aka cost-effectiveness, of clearance of *Salmonella* from an operating, commercial broiler or turkey complex. This discussion will attempt to consider factors that contribute to or detract from *Salmonella* control in live poultry.

*Salmonella* control practices can be distilled down to five general practices<sup>1</sup>:

- Start with chicks or poults that are free of *Salmonella*;
- Monitor for *Salmonella*;
- Take appropriate action in cases of *Salmonella* outbreaks;
- Practice effective biosecurity;
- Maximize the inherent protective mechanism of individual birds – such as vaccination and optimization of intestinal microflora.

If a producer will do all of these things, and do them effectively, they will remain free of *Salmonella*. It is just that simple – and that complicated.

Regarding the practice of placing chicks free of *Salmonella*, it is understood that all producers stipulate the requirement to source breeding stock that is *Salmonella*-free. However, what steps should be taken if a delivery of chicks is found to be infected with

---

<sup>1</sup> <http://www.safe-poultry.com/preventionandcontrol.asp>

Salmonella? Although it is obvious that a delivery of Salmonella contaminated chicks should be rejected (and destroyed), the practice of delaying (or completely missing) placement of needed breeding stock creates significant disruption to normal business practices. In the US, it is almost unheard of for a chick placement to be rejected – for any reason. To my knowledge, in the US there has never been a broiler parent stock chick placement destroyed because of detection of a Salmonella, other than Pullorum or Gallinarum. To extend this concept to broiler chick placements is almost sacrilegious. In the US, no broiler producer would consider it “reasonable” to reject and destroy a broiler placement due to Salmonella positivity, and yet it is impossible to consistently produce Salmonella-free poultry meat if broilers do not begin life in a Salmonella-free status.

It may seem completely irresponsible to continue the practice of placing Salmonella-positive broiler flocks. Perhaps it is. However, it is evident that the practices necessary to maintain a Salmonella-negative status are not supported by commercial broiler or meat turkey farmer and processors. In many cases, Salmonella-negative stock (parent stock, broilers and turkeys) would, at some point, be exposed to an infectious challenge of Salmonella. If this basic biosecurity condition is not corrected, placing Salmonella-free parent, broiler, or meat-turkey stock will be fruitless, due to uncontrolled exposure to infectious agents, including Salmonella.

Although the natural progression of the discussion lends itself to a consideration of biosecurity, it is important to consider the process and practices involved in monitoring for Salmonella. To that end, we will suspend consideration of biosecurity until a subsequent paragraph – in deference to consideration of monitoring for Salmonella.

The scientific community has contributed substantively to the detection of Salmonella, both in live birds and in finished product. In fact, the utilization of molecular techniques has created a situation whereby regulatory officials can (collaboratively) detect Salmonella in ready-to-cook poultry at the grocery store and determine what farm “caused” the offending microbe to be present. This “smoking gun” concept has also been carried to the medical level. Molecular techniques have been used to associate humans with intestinal illness with farming operations, sometimes geographically distant from the retail establishment where ready-to-cook product was available. Unfortunately for the scientific process and the producer,

political influence may sometimes determine guilt in the court of Salmonella incidence.

Regardless of the implication, it is imperative that modern, progressive producers know their Salmonella status, what facets of production are most likely to be Salmonella positive, and which (if any) of their intervention practices are yielding effective reductions. What detection techniques are used is less important than understanding the strengths and limits of the particular technique AND applying sensible interventions based on the analysis of the Salmonella testing.

Regarding biosecurity, it is clear that complete isolation and prevention of Salmonella introduction is possible. Rather than discuss all of the multifaceted biosecurity steps that are possible, the interested parties should reference primary breeder veterinarians or specific pathogen free poultry facilities for detailed instructions.

Finally, our discussion rests on what can be done – if one is not willing to take on isolation (Salmonella free stock) and biosecurity. In practice, it is sensible to embrace the concept of “infectious dose.” If a farm or complex can reduce exposure below the level necessary to maintain a transmission rate, then over time, the incidence of Salmonella will drop to zero.

There are two practical techniques used to improve the bird ability to resist Salmonella challenge. Most commonly and most readily accepted is the use of Salmonella vaccines. A survey of producers and Salmonella vaccine suppliers indicated that most broiler breeder producers are utilizing both live and inactivated Salmonella vaccines. (Nearly all table egg producers are using both live and inactivated Salmonella vaccines.)

Salmonella vaccines provide specific immunity to certain Salmonella serotypes. (It is accepted that a Group D Salmonella in a vaccine will provide fairly good protection against another Group D infection). This specific influence is both a benefit and a detriment. When a specific Salmonella is known to be a challenge, specific protection is in order. However, once that specific Salmonella has been eliminated, the naive flocks are inherently, highly susceptible to Salmonella.

Management of intestinal microflora, especially early microflora, is critical to protection against general Salmonella challenge. Science and field experience have demonstrated the age-related resistance to Salmonella challenge. The fact that older birds are more resistant to Salmonella infections (perhaps refractory) is most likely dependent on intestinal microflora-dependent maturity of the gastrointestinal tract. Despite the fact that most producer use vaccine (immunostimulatory) intervention in their efforts to control Salmonella, very few actively manage intestinal microflora in an attempt to control Salmonella infection.

This discussion has attempted to consider important and functional aspects of Salmonella control in the US. This is an emerging part of poultry veterinary medicine. Many poultry veterinarians have difficulty grasping the details related to Salmonella control, due to focus of respiratory or intestinal disease status of the poultry flocks.

## **EXPERIÊNCIA NO CONTROLE DE DESAFIOS RESPIRATÓRIOS**

**Ivan Alvarado**

O material não foi recebido em tempo hábil para publicação nos anais.





## Realização



NÚCLEO OESTE DE  
MÉDICOS VETERINÁRIOS  
E ZOOTECNISTAS/SC

## Co-Promoção



Suínos e Aves

## Apoio



## Patrocinadores



Big Dutchman.



ONE FAMILY.  
ONE PURPOSE.



MSD  
Saúde Animal



HUVEPHARMA®



**Informações • Fone/Fax 49 3329.1640 • 49 3328.4785**

Rua Egito, 31 - E • Bairro Maria Goretti

Cep 89.801-420 • Chapecó • SC

e-mail [nucleovet@nucleovet.com.br](mailto:nucleovet@nucleovet.com.br)