



**ADITIVOS ALTERNATIVOS AO USO DE
ANTIBIÓTICO NA ALIMENTAÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE**

ÉDER CLEMENTINO DOS SANTOS

2003

ÉDER CLEMENTINO DOS SANTOS

**ADITIVOS ALTERNATIVOS AO USO DE
ANTIBIÓTICO NA ALIMENTAÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, com concentração em Nutrição de Monogástricos.

Orientador
Prof. Dr. Antônio Soares Teixeira

LAVRAS
MINAS GERAIS-BRASIL
2003

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Santos, Éder Clementino dos

Aditivos alternativos ao uso de antibióticos na alimentação de frangos de corte / Éder Clementino dos Santos. -- Lavras : UFLA, 2003.

226 p. : il.

Orientador: Antônio Soares Teixeira.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Alimento alternativo. 2. Nutrição de monogástrico. 3. Frango de corte. 4. Antibiótico. 5. Parâmetro biológico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.50855
-636.513

ÉDER CLEMENTINO DOS SANTOS

**ADITIVOS ALTERNATIVOS AO USO DE ANTIBIÓTICO NA
ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, com concentração em Nutrição de Monogástricos.

APROVADA em 30 de abril de 2003.

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas UFLA

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues UFLA

Prof. Dr. Luis David Solis Murgas UFLA

Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias UFLA

Prof. Dr. Antônio Soares Teixeira
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

Aos meus pais, Expedito Clementino dos Santos e Edith Valadares dos Santos, pessoas íntegras, humildes e vencedoras que, através da educação, proporcionaram-me melhores condições de vida. À minha querida filha, Beatriz Vilar Garcia dos Santos, por quem tenho muito amor e carinho.

Aos meus irmãos, Expedito, Elesandre, Edméia, Erlei e Elaine, que foram de essencial importância para esta conquista, por me servirem de exemplo.

À Núbia Gachett, uma pessoa muito especial, pelo carinho e compreensão.

Aos meus cunhados, em especial, Onofre Caetano, pela amizade e incentivo.

A todos os familiares. Aos amigos. A Nossa Senhora.

A todos os Santos e, principalmente, a **DEUS**.

DEDICO

“Os cientistas estão descobrindo nesse momento que viver, como se viver e amar fosse uma coisa só, é a única forma de vida para os seres humanos, porque, realmente, essa é a forma de vida que a natureza inata do homem exige”

(Ashley Montagu)

A todos que dedicam sua vida em prol da “Ciência” e ao estudo da “máquina” chamada ave,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pelo apoio e oportunidade para a realização deste curso.

À Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes (MG), na pessoa do seu diretor, Prof. Dr. Claudino Ortigara.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio Soares Teixeira, pela orientação e ensinamentos na realização do presente trabalho.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues, Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, Prof. Dr. Luis David Solis Murgas e Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias, pelas sugestões e apoio.

Ao Coordenador do curso de pós-graduação em Zootecnia da UFLA, Prof. Dr. Elias Tadeu Fialho, pelo apoio e incentivo na realização dos experimentos.

Ao professor Dr. Antônio Gilberto Bertechini, pela atenção, sugestões, colaboração e amizade.

Aos professores Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, Dr. Luis David Solis Murgas, Dr. Raimundo Vicente de Sousa, Dr. Paulo Borges Rodrigues, Dr^a Priscila Vieira Rosa Logato, pelos ensinamentos, incentivo e sugestões.

Aos professores e servidores da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes – MG, pelo incentivo.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da UFLA, pelos ensinamentos.

Ao funcionários José Geraldo Vilas Boas, Keila Cristina Oliveira, Carlos Henrique de Souza, Pedro Adão Pereira.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, Eliana Maria dos Santos, Márcio dos Santos Nogueira,

Suelba Ferreira de Souza, José Geraldo Virgílio, pela colaboração nas análises bromatológicas.

Aos amigos Asdrubal Viana, Renato Giacometti, Vladimir Oliveira, Édson Fassani, Paulo Ost, Víctor Cruz, Flávio Vilela, Jódnes Vieira, Sílvio de Oliveira, Fabiana Cordeiro, Gabriel Cássio Vilas Boas, Reinaldo Kato, Sidnei Reis, Afrânio, Ednéia, Marleide, Willams Gomes, pela amizade e convívio.

À minha querida filha, Beatriz Vilar Garcia dos Santos, pelo incentivo e compreensão em todos os momentos da realização deste trabalho.

Aos amigos Elesandre Clementino dos Santos, Onofre Caetano, Alexandre Magno, Rodrigo Palomo, Claudino Ortigara e Márcio dos Santos Nogueira, pelo incentivo, amizade e inestimável apoio.

Ao Dr. Guilherme Minozzo (ALLTECH), pela doação do Bio-Mos utilizado no presente trabalho;

Ao Dr. José Carlos Cláudio Aleixo Pinheiro (FATEC), pela doação dos premix minerais e vitamínicos utilizados no presente trabalho;

Às demais pessoas e empresas que doaram os aditivos alimentares restantes ou prestaram, cordialmente, seus serviços;

A todos os colegas de curso e contemporâneos com os quais tive a oportunidade de conviver durante o curso.

E a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram e incentivaram para a realização do presente trabalho.

MUITO OBRIGADO

BIOGRAFIA

Éder Clementino dos Santos, filho de Expedito Clementino dos Santos e Edith Valadares dos Santos, nasceu em 21 de abril de 1961, em Guanhães (MG).

Em 1981 formou-se em Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes (MG).

Graduou-se em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVAS), de Pouso Alegre (MG), em julho de 1986.

Exerce a função de Docente de Ensino de 1º e 2º Graus na Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes (MG) desde abril de 1987.

Em março de 1997, iniciou seus estudos de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, concluindo o curso em 2 de fevereiro de 1999.

Iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia em maio de 1999, na mesma Universidade, na Área de Nutrição de Monogástricos, concluindo-o em 30 de abril de 2003.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|---------------|
| RESUMO..... | i |
| ABSTRACT..... | iii |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1 Microbiota do trato gastrointestinal das aves | 3 |
| 2.2 Competição por sítios de ligação à células epiteliais | 9 |
| 2.2.1 Mecanismos de ação..... | 9 |
| 2.2.2 Apêndices bacteriano fímbrias..... | 11 |
| 2.3 Aditivos antimicrobianos promotores de crescimento..... | 13 |
| 2.4 Mecanismo de ação dos promotores de crescimento..... | 15 |
| 2.4.1 Efeito metabólico..... | 16 |
| 2.4.2 Efeito nutricional..... | 17 |
| 2.4.3 Efeito no controle de doenças..... | 19 |
| 2.5 Potencia is efeitos dos antibióticos promotores de crescimento..... | 21 |
| 2.6 Prebióticos: beneficiadores de crescimento..... | 26 |
| 2.7 Acidificantes: ácidos orgânicos na alimentação animal | 35 |
| 2.8 Cogumelo desidratado como promotor de crescimento..... | 41 |
| 2.9 Probióticos na alimentação de aves..... | 45 |
| 2.10 Aditivos beneficiadores de crescimento para frangos de corte..... | 51 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 64 |
| 3.1 Experimento I - Período de fornecimento de antibiótico sobre desempenho e parâmetros biológicos de frangos de corte..... | 64 |
| 3.1.1 Local e período experimental..... | 64 |
| 3.1.2 Aves, instalações e manejo geral | 64 |
| 3.1.3 Delineamento e dietas experimentais | 66 |
| 3.1.4 Características avaliadas | 69 |

| | |
|--|----|
| 3.1.4.1 Desempenho | 69 |
| 3.1.4.2 Características de carcaça..... | 70 |
| 3.1.4.3 pH do conteúdo do duodeno e cecos dos frangos de corte..... | 70 |
| 3.1.4.4 Contagem total de bactérias do intestino delgado e cecos..... | 70 |
| 3.1.4.5 Morfometria do trato gastrointestinal..... | 71 |
| 3.1.4.6 Viscosidade intestinal e colesterol total sérico..... | 73 |
| 3.1.4.7 Medidas alométricas do intestino delgado de frangos de corte..... | 75 |
| 3.1.4.8 Perfil de ácidos graxos voláteis dos cecos..... | 75 |
| 3.1.5 Análises estatísticas..... | 77 |
| 3.2 Experimento II - Uso de aditivos beneficiadores de crescimento sobre desempenho e parâmetros biológicos de frangos de corte | 78 |
| 3.2.1 Local e período experimental..... | 78 |
| 3.2.2 Aves, instalações e manejo geral | 78 |
| 3.2.3 Delineamento e dietas experimentais | 79 |
| 3.2.4 Características avaliadas | 82 |
| 3.2.4.1 Desempenho..... | 82 |
| 3.2.4.2 Características de carcaça..... | 83 |
| 3.2.4.3 pH do conteúdo do ingluvío, duodeno e cecos dos frangos de corte | 83 |
| 3.2.4.4 Contagem total de bactérias do intestino delgado e cecos..... | 83 |
| 3.2.4.5 Isolados de bactérias: <i>Salmonellas sp</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Clostridium sp</i> , <i>Lactobacillus sp</i> , <i>Bacillus sp</i> | 84 |
| 3.2.4.6 Morfometria do trato gastrointestinal..... | 86 |
| 3.2.4.7 Viscosidade intestinal e colesterol total sérico..... | 86 |
| 3.2.4.8 Medidas alométricas do intestino delgado de frangos de corte..... | 87 |
| 3.2.4.9 Medidas de peso e tamanho de órgãos do sistema imunológico..... | 87 |
| 3.2.4.10 Perfil de ácidos graxos voláteis dos cecos..... | 87 |
| 3.2.5. Análises estatísticas | 88 |
| 4 RESULTADO E DISCUSSÃO..... | 89 |
| 4.1 Experimento I efeito do período de fornecimento de antibiótico na criação de frangos de corte..... | 89 |

| | |
|---|-----|
| 4.1.1 Desempenho..... | 89 |
| 4.1.2 Características de carcaça..... | 95 |
| 4.1.3 pH do conteúdo do duodeno e cecos dos frangos de corte..... | 100 |
| 4.1.4 Contagem total de bactérias do conteúdo do intestino delgado e cecos..... | 103 |
| 4.1.5 Morfometria do trato gastrointestinal..... | 109 |
| 4.1.6 Viscosidade intestinal e colesterol total sérico..... | 116 |
| 4.1.7 Medidas alométricas do intestino delgado de frangos de corte..... | 120 |
| 4.1.8 Perfil de ácidos graxos voláteis dos cecos de frangos de corte..... | 123 |
| 4.2 Experimento II – Utilização de aditivos beneficiadores de crescimento na alimentação de frangos de corte..... | 127 |
| 4.2.1 Desempenho..... | 127 |
| 4.2.2 Características de carcaça..... | 133 |
| 4.2.3 pH do conteúdo do ingluvío, duodeno e ceco dos frangos de corte.... | 137 |
| 4.2.4 Contagem total de bactérias do intestino delgado e cecos..... | 140 |
| 4.2.5 Contagem dos isolados de bactérias: <i>Salmonellas</i> φ , <i>Escherichia coli</i> , <i>Clostridium sp</i> , <i>Lactobalillus sp</i> , <i>Bacillus sp</i> | 143 |
| 4.2.6 Morfometria do trato gastrointestinal..... | 154 |
| 4.2.7 Viscosidade intestinal e colesterol total sérico..... | 163 |
| 4.2.8 Medidas alométricas do intestino de frangos de corte..... | 167 |
| 4.2.9 Perfil de ácidos graxos voláteis dos cecos de frangos de corte..... | 170 |
| 4.2.10 Medidas de peso e tamanho de órgãos do sistema imunológico de frangos de corte..... | 173 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 184 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 185 |
| ANEXOS..... | 211 |

RESUMO

SANTOS, Éder Clementino dos. **Aditivos alternativos ao uso de antibiótico na alimentação de frangos de corte.** 2003. 226p. Tese (Doutorado em Zootecnia) UFLA, Lavras.*

Dois experimentos foram realizados com o objetivo de avaliar a utilização de aditivos alternativos, beneficiadores de crescimento ao uso de antibiótico na alimentação de frangos de corte. O experimento I foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, onde avaliou-se o efeito do período de fornecimento de antibióticos na alimentação de frangos de corte. Foram utilizados 1500 pintos sexados da linhagem Coob, em esquema fatorial 5 x 2 x 2 (período x antibiótico x sexo), em 6 repetições de 25 aves cada, com os antibióticos avilamicina (10 ppm) e bacitracina de zinco (5 ppm). O fornecimento de antibiótico ocorreu aos 0, 10, 20, 30 e 40 dias de idade. As dietas utilizadas foram isonutritivas, sem a suplementação de coccidiostático e as variáveis analisadas foram o desempenho, rendimento de carcaça e características morfofisiológicas do trato gastrointestinal das aves. O experimento II foi realizado no Setor de Avicultura da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, onde avaliou-se a utilização de aditivos beneficiadores de crescimento na alimentação de frangos de corte, utilizado-se 1680 pintos sexados da linhagem Hybro, em esquema fatorial 7 x 2 (aditivo x sexo), em 8 repetições de 30 aves cada. Foram utilizados antibiótico (avilamicina), Mananoligossacarídeo (Bio-MOS), Frutoligossacarídeo (FOS), ácido fumárico, cogumelo desidratado (*Agaricus blazei*) e probiótico. As dietas utilizadas foram isonutritivas, sem a suplementação de coccidiostático, e as variáveis analisadas foram o desempenho, rendimento de carcaça, contagem de isolados de: *Salmonellas* sp, *Escherichia coli*, *Clostridium* sp, *Lactobacillus* sp e *Bacillus* sp, e características morfofisiológicas do trato gastrointestinal das aves. Foram abatidas seis e oito aves por tratamento, respectivamente para os experimentos I e II, para as análises biológicas. Foi observado que o período de fornecimento de antibióticos proporcionou melhor desempenho ($P < 0,05$) e rendimento de carcaça aos machos aos 40 dias de fornecimento. Verificou-se que o período de fornecimento de antibiótico influenciou o pH do duodeno e cecos ($P < 0,05$), alterando a microbiota intestinal das aves. Foi observado maior altura de vilosidade e menor profundidade de cripta da mucosa ($P < 0,05$) nos

* Comitê de orientação: Antônio Soares Teixeira – UFLA (Orientador), Paulo Borges Rodrigues – UFLA, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA, Luis David Solis Murgas - UFLA, Eustáquio Souza Dias – UFLA.

machos em função do período de fornecimento de antibiótico. Verificou-se que o tamanho e peso do intestino delgado foi influenciado ($P < 0,05$) pelo período de fornecimento de antibiótico. Também observou-se alteração no perfil dos ácidos graxos voláteis dos cecos aos 40 dias de idade. Foi observado que a inclusão de aditivos beneficiadores de crescimento às dietas de frangos de corte proporcionou melhor desempenho zootécnico ($P < 0,05$), rendimento de carcaça, partes e vísceras, alterou benéficamente o pH do conteúdo intestinal e a contagem de bactérias totais no intestino delgado e ceco. Foi verificado que os aditivos beneficiadores influenciaram ($P < 0,05$) na redução da população total e dos isolados de bactérias patogênicas do duodeno e jejuno, demonstrando seu potencial para melhorar a saúde animal por meio do bloqueio dos sítios de ligações entre bactérias patogênicas e a mucosa intestinal. Observou-se que a inclusão de aditivos beneficiadores de crescimento às dietas influenciou ($P < 0,05$) positivamente a morfometria intestinal, indicando ser tecnicamente viável para melhorar a digestão e absorção de nutrientes em aves no período de 1 a 42 dias de idade. Foi observado que os aditivos beneficiadores de crescimento reduziram ($P < 0,05$) a viscosidade intestinal, alterou a produção de ácidos graxos voláteis e estimulou os órgãos do sistema imune a uma melhor resposta no campo. Conclui-se que a utilização dos aditivos alimentares alternativos como beneficiador do crescimento às rações de frangos de corte influenciou no desempenho, rendimento de carcaça e influenciou positivamente as características morfofisiológicas do trato gastrointestinal das aves, indicando, assim, que em condições de desafio de campo, é tecnicamente viável para melhorar o desempenho zootécnico dos frangos de corte em substituição aos antibióticos.

ABSTRACT

SANTOS, Éder Clementino dos. **Additives alternative at use of antibiotic in the feeding of the broilers chickens.** 2003. 226p. Tese (Doctor in Animal Science) UFLA, Lavras*

Two experiments were conducted with the objective of evaluating the use of alternative growth benefitting additives to the use of antibiotic in the feeding of broilers chickens. Experiment I was conducted in the Sector of Poultry Farming of the Animal Science Department of the Federal University of Lavras, where the effect of the period of supply of antibiotics was evaluated in the feeding of broiler chickens. 1500 chicks sexed of the Cobb line were used, in the factorial design of 5 x 2 x 2 (period x antibiotic x sex), in 6 replicates of 25 birds each, with the antibiotics avilamicina (10ppm) and zinc bacitracina (5ppm). Feeding antibiotics took place at 0, 10, 20, 30 and 40 days of age. The used diets were isonutritive without the coccidiostatic supply and the analyzed variables were performance, carcass yield, and morphophysiological characteristics of the tract gastrointestinal of the birds. Experiment II was conducted in the Sector of Poultry Farming of the Federal School Agrotécnica of Inconfidentes, where the use of growth benefitting additives was evaluated in the feeding of broiler chickens, by utilizing 1680 sexed chicks of the Hybro line, in a factorial design of 7 x 2 (addictive x sex), in 8 replicates of 30 birds each. Antibiotic (avilamicina), Bio-MOS, FOS, fumaric acid, mushroom extract (*Agaricus blazei*) and probiótic were used. The used diets were isonutritive without the coccidiostatic supply, and the analyzed variables were performance, carcass yield, count isolater of: *Salmonellas* sp, *Escherichia coli*, *Clostridium* sp, *Lactobacillus* sp and *Bacillus* sp, and morphyphysiologic characteristics of the tract gastrointestinal of the birds. Ses and eight birds treatment, respectively the experiments I and II, for the biological analyses were slaughtered. It was observed that the period feeding antibiotics provided ($P < 0,05$) better performance and carcass yield to the males at 40 days of the supply. It was verified that the period of antibiotic supply influenced ($P < 0,05$) the pH of the duodenum and caecum, altering the intestinal microbiota of the birds. Larger vilosity height and smaller crypt depth of the mucous membrane in the males ($P < 0,05$) as related with of the period of feeding antibiotic. It was verified that

* Guidance Committee: Antônio Soares Teixeira – UFLA (Adviser), Paulo Borges Rodrigues –UFLA, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas –UFLA, Luis David Solis Murgas – UFLA, Eustáquio Souza Dias – UFLA.

the size and weight of the small intestine was influenced ($P < 0,05$) by the period of antibiotic supply. Also, alteration was observed in the profile of volatile fatty acids of the caecum at 40 days of age. It was observed that the inclusion of growth benefitting additives to the diets of broiler chickens provided ($P < 0,05$) better performance and carcass yield, parts and viscera, altered beneficially the pH of the intestinal content and the count of total bacteria in the small intestine and caecum. It was verified that the benefitting additives influenced ($P < 0,05$) in the reduction of the total population and of the isolated of pathogenic bacteria of the duodenum and jejunum, demonstrating their potential to improve the animal health through the blockade of the connection sites between pathogenic bacteria and the intestinal mucous membrane. It was observed that the inclusion of growth benefitting additives to the diets influenced ($P < 0,05$) positively the intestinal morphology, indicating to be technically viable to improve the digestion and absorption of nutrients in birds in the period from 1 to 42 days of age. It was observed that the growth benefitting additives reduced ($P < 0,05$) the intestinal viscosity, altered the production of volatile fatty acids and stimulated the organs of the immune system, a better that under field challenge condition at the field level. It follows that use of the alternative feeding additives to the rations of broiler chickens influenced in performance, carcass yield and influenced the morphophysiological characteristics of the tract gastrointestinal of the birds positively, indicating response is technically viable to improve the performance of the broilers chickens in replacement to antibiotics.

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia empregada no setor avícola tem procurado otimizar a produção, para atingir melhores resultados econômicos e produzir um alimento mais seguro e saudável para o consumidor. Dentre os vários objetivos da avicultura, a saúde do consumidor passou a ter maior importância na cadeia de produção animal. Uma das causas para que isso viesse ocorrer é a utilização de aditivos beneficiadores de crescimento nas dietas, os quais têm a capacidade de aumentar a taxa de crescimento, a eficiência de utilização de alimentos, reduzir a mortalidade e melhorar a eficiência de produção.

Os aditivos antimicrobianos vêm sendo utilizados desde a década de 40, sendo uma alternativa importante para permitir uma produtividade adequada a animais criados sob condições cada vez mais intensivas. Dessa forma, o uso de antibióticos em níveis subterapêuticos tornou-se por muitas décadas prática rotineira no desenvolvimento de estratégias nutricionais.

Por outro lado, a indústria de alimentação animal tem passado por mudanças significativas, no sentido de adequar-se tanto às novas exigências do mercado consumidor quanto à legislação pertinente. A crescente pressão para proibir o uso de antibióticos como promotores de crescimento em rações animais é baseada na possibilidade de reações alérgicas e indução de resistência cruzada de cepas bacterianas patogênicas ao homem, devido à presença de resíduos na carne, leite e ovos. Porém, não há comprovação científica de que os antibióticos promotores de crescimento utilizados na alimentação animal deixem resíduos nos alimentos, resíduos esses que possam provocar impactos negativos à saúde do homem.

Com isso, alguns antibióticos promotores de crescimento têm sido banidos da alimentação de aves e a busca por alternativas naturais para melhorar a

produtividade e promover a sanidade animal nos modernos sistemas de produção vem transformando-se num grande desafio.

Sendo assim, algumas alternativas têm sido empregadas com estes objetivos, tais como adição de mananoligossacarídeos, frutoligossacarídeos, probióticos, ácidos orgânicos e extratos de microrganismos ou plantas na ração ofertada aos animais. No entanto, a utilização desses aditivos alternativos deve ser avaliada, não somente como beneficiadores de crescimento, mas também por seus efeitos na qualidade da carne, cortes nobres da carcaça e deposição de gordura abdominal.

Uma das vantagens desses aditivos beneficiadores de crescimento, em relação aos antibióticos, é a ausência do fenômeno da resistência bacteriana. Esse fator representa um aspecto importante em relação aos riscos de saúde pública e segurança dos produtos finais.

Dessa forma, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do período de fornecimento de antibióticos e a utilização de aditivos alternativos aos antibióticos sobre o desempenho, rendimento de carcaça e parâmetros biológicos de frangos de corte, machos e fêmeas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Microbiota do trato gastrointestinal das aves

Existem estimativas de que milhares de microrganismos habitam o trato digestivo dos animais, incluindo bactérias, protozoários ciliados e flagelados e fungos. Essa população pode exceder o número de células do organismo hospedeiro. No lúmen intestinal de uma galinha pode haver 10^{11} a 10^{12} bactérias, enquanto estima-se em 10^{14} a população microbiana em mamíferos (Apajalahti e Bedford, 2000; Leedle, 2000a; Mead, 2000). Apesar dos avanços da microbiologia, somente algumas centenas de espécies foram detectadas e, dessas, apenas 30 a 40 compreendem 99% das espécies cultiváveis. Isso se deve talvez às dificuldades em desenvolver meios de cultura seletivos para um grande número de espécies, especialmente as que crescem somente em ambiente estritamente anaeróbio. Possivelmente novas técnicas moleculares excluem a necessidade de culturas e tornarão possível aumentar os conhecimentos sobre os microrganismos. No entanto, a maioria dos estudos sobre a microbiota intestinal reflete apenas as espécies conhecidas e, certamente, um grande número de outras espécies podem vir a alterar os conhecimentos atuais (Menten, 2001).

As aves apresentam estômago simples, com trato gastrointestinal habitado por microbiota permanente e transeunte, composta de inúmeras espécies bacterianas, formando um sistema complexo e dinâmico, e pode-se encontrar de 200 a 400 espécies diferentes de bactérias e 100 trilhões de microrganismos, mas que não possuem participação direta no processo digestivo (Fox, 1988; Leedle, 2000a). Há de se considerar que menos de 25% de todas as bactérias intestinais foram identificadas; portanto, muitas permanecem desconhecidas e muito pouco se sabe sobre a interação entre elas (Silva, 2000).

De acordo com Gedek (1989), existe uma microbiota natural no trato gastrointestinal de difícil definição e composta de aproximadamente 400

espécies em equilíbrio entre si e com o hospedeiro. A presença dessa microbiota intestinal normal, em equilíbrio, é tão necessária quanto benéfica para o bem-estar do animal. Estima-se que 90% da microbiota seja composta por bactérias facultativas (aeróbicas/anaeróbicas) e produtoras de ácido láctico (*Lactobacillus* spp, *Bifidobacterium* spp), incluídas as bactérias exclusivamente aeróbicas como os *Bacteroides* spp, *Fusobacterium* spp e *Eubacterium* spp. Os 10% restantes dessa microbiota são constituídos de bactérias consideradas nocivas ao hospedeiro, entre estas, a *Escherichia coli*, *Escherichia enterococci*, *Clostridium* spp, *Staphylococcus* spp, *Pseudomonas* spp e *Blastomyces* spp.

A distribuição da população bacteriana no trato gastrointestinal (Tabela 1) de aves comerciais é qualitativa e quantitativamente grande. Após a eclosão, o trato gastrointestinal é rapidamente colonizado (March, 1979), e estende-se desde o ingluvío até a cloaca. Aproximadamente 85% dos organismos isolados do duodeno, jejuno, íleo e ceco são Gram-positivos. A maioria das bactérias do intestino delgado são anaeróbias facultativas, ao passo que as bactérias anaeróbias estritas incluem a maior parte da microbiota, tanto do cólon quanto do ceco (Salanitro et al. 1978 e Lancini, 1994).

Normalmente a microbiota se encontra em equilíbrio e qualquer mudança nessa proporção é potencialmente causadora de baixa performance produtiva e infecções intestinais. Apesar de muitos relatos na literatura descreverem as espécies que compõem a microbiota de diferentes segmentos do trato gastrointestinal, é improvável a existência de uma microbiota típica, uma vez que a composição do alimento, condições ambientais (temperatura e estresse) e presença de patógenos afetam de maneira diferente as espécies de bactérias (Menten, 2001).

TABELA 1. Microrganismos do trato gastrintestinal das aves (%)

| Microrganismo | Inglúvio | Duodeno | Jejuno | Ileo | Cecos |
|-------------------------|-----------------|----------------|---------------|-------------|--------------|
| Anaeróbios facultativos | - | 61,40 | 75,70 | 91,00 | 0,70 |
| Anaeróbios | - | 38,60 | 24,30 | 9,00 | 99,30 |
| Anaeróbios coccus | - | 1,80 | 0,90 | 0,50 | 14,20 |
| Bacillus (+) | - | 0,40 | - | 0,20 | - |
| Bifidobacterium (+) | - | 0,30 | - | 5,60 | 4,80 |
| Bacteroides (-) | - | - | - | - | 12,80 |
| Clostridium (+) | - | 1,80 | 0,40 | - | 2,10 |
| Enterococcus (+) | - | 1,60 | - | - | - |
| Eubacterium (+) | - | 26,40 | 22,60 | 7,80 | 60,60 |
| Escherichia coli (-) | 0,60 | 5,40 | 33,00 | 14,70 | - |
| Fusobacterium (-) | - | 3,70 | - | 0,50 | 6,20 |
| Geminger (+) | - | 1,50 | - | - | 3,40 |
| Lactobacillus (+) | 78,60 | 19,0 | 33,80 | 59,00 | - |
| Leveduras (+) | 4,20 | 0,70 | - | - | - |
| Micrococcus (+) | 0,20 | - | - | - | - |
| Pediococcus (+) | - | - | - | - | 0,20 |
| Propionibacterium (+) | - | 0,30 | 0,40 | - | - |
| Stafilococcus (+) | 0,50 | 0,40 | - | 0,50 | - |
| Streptococcus (+) | - | 36,60 | 8,90 | 16,80 | 0,70 |
| Veillonella (-) | - | - | - | - | 0,15 |

Adaptado de Salanitro et al. (1978) e Lancini (1994)

O inglúvio abriga principalmente lactobacilos, que formam uma camada de duas ou três fileiras de células aderidas à superfície epitelial e também estão presentes no lúmen e podem trazer benefícios à ave. Entre esses, controlam a multiplicação de bactérias menos desejáveis mediante redução do pH, que têm propriedades bacteriostáticas e/ou bactericidas (March, 1979; Menten, 2001). Em pequeno número, ocorrem micrococcos, estafilococos e leveduras, não sendo ambiente adequado para microrganismos anaeróbios. Acredita-se que quantidade significativa de amido seja digerido no inglúvio do frango, como resultado da ação bacteriana (Swenson e Reece, 1996).

O proventrículo e a moela são menos favoráveis ao crescimento de microrganismos; no entanto, foram encontrados 10^8 lactobacilos/g de conteúdo em frangos de corte (Salanitro et al. 1978; March, 1979).

No intestino delgado, Salanitro et al. (1978) descreveram que os microrganismos predominantes são *Escherichia coli* e espécies de *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Staphylococcus* e *Lactobacillus*, além das espécies

de *Eubacterium*, *Propionibacterium*, *Clostridium*, *Gemminger* e *Fusobacterium*. No estudo de Engberg et al. (2000), verificou-se um aumento no número de bactérias do duodeno para o jejuno e desse para o íleo de frangos de corte.

Nos cecos, o tempo de permanência da ingesta é mais longo e as condições são mais estáveis para a proliferação microbiana, resultando numa maior contagem de bactérias em relação ao intestino delgado (Engberg et al., 2000). Os cecos contêm, aproximadamente, 30% de cocos anaeróbios Gram-positivos, 20% de bastonetes Gram-negativos não-formadores de esporos, 16% de bastonetes Gram-positivos não-formadores de esporos (incluindo *Eubacterium*) e menores quantidades de *Bifidobacterium*, *Clostridium* e *Escherichia coli*. Essas bactérias podem produzir ácido butírico, o qual serve como substrato metabólico para células epiteliais e ácido propiônico, que inibe certos enteropatógenos, como a *Salmonella* (Silva, 2000).

De acordo com Mead, 2000, citado por Menten (2001), as bactérias estritamente anaeróbias são predominantes no íleo e ceco; porém, muitas anaeróbias facultativas também estão presentes. A população Gram-positiva é dominante, consistindo de *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Eubacterium* e *Clostridium*. As Gram-negativas encontradas são *Bacteroides*, *Acetovibrio*, *Selenomonas*, *Fusobacterium* e espécies de *Escherichia coli*.

Por outro lado, existem também algumas bactérias normalmente presentes no trato gastrointestinal que possuem a capacidade de sintetizar vitaminas do complexo B e vitamina K (March, 1979). No entanto, o metabolismo dessas bactérias no trato gastrointestinal produz ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico e butírico), álcoois, amoníaco, aminas, sulfeto de hidrogênio, peróxido de hidrogênio, metano, mercaptanos, dióxidos de carbono e outros produtos (Silva, 2000). Da mesma forma, a presença de uma microbiota não-patogênica no trato gastrointestinal pode afetar a absorção de ácidos graxos de cadeia longa, como o palmítico e esteárico. Alguns microrganismos,

principalmente *Lactobacillus* sp e *Bifidobacterium* sp, possuem a habilidade de desconjugar e dehidroxilar os sais biliares, o que pode aumentar a velocidade do catabolismo de colesterol para ácidos biliares (Eyssen, 1973; MacNab, 1973; Gilliland e Speck, 1977).

Conforme as condições do ambiente, tipo e estrutura da ração e fatores fisiológicos e estressores, pode ocorrer uma variação da população microbiana ao longo do trato gastrointestinal. Dessa maneira, diferentes populações se estabelecem, de acordo com uma sucessão na qual alguns tipos prevalecem e outros declinam de acordo com as variações acima citadas (Maruta, 1993 e Bertechini, 1998). As bactérias que colonizam o trato gastrointestinal no início tendem a persistir ao longo da vida da ave, passando a compor a microbiota intestinal. No entanto, a formação dessa microbiota ocorre imediatamente após o nascimento das aves e aumenta durante as primeiras semanas de vida, até se tornar uma população predominantemente de bactérias anaeróbias (Silva, 2000). De acordo com Mead (2000), uma população bacteriana similar à do adulto está presente em duas semanas no intestino delgado e em cerca de 30 dias no ceco, tempo superior ao que ocorreria em condições naturais.

Salanitro et al. (1978) observaram que nos primeiros quatro dias de vida da ave o intestino delgado e o ceco são particularmente colonizados pelos gêneros *Streptococcus* e *Enterococcus*.

Segundo Ferreira (2000), a microbiota entérica começa a consolidar-se após 10 dias de idade e, nas aves adultas, ela é extremamente complexa e diversificada. Muitos desses microrganismos que compõem a microbiota entérica não podem ser cultivados *in vitro*, o que impede a compreensão dos mecanismos que regulam a exclusão de alguns patógenos.

Os segmentos do trato gastrointestinal possuem funções e características morfológicas específicas. Dessa forma, é esperado que os microrganismos presentes sejam específicos em cada local de colonização. Cada espécie, então,

colonizará o segmento ao qual estiver mais adaptada (Simon e Gorbach, 1984). Entre os fatores que influenciam a colonização e a diversidade da população bacteriana, incluem-se dieta, taxa de passagem, secreção de ácido clorídrico, barreira mucosa, imunoglobulinas, auto-regulação da população bacteriana, agentes antimicrobianos endógenos e exógenos. Além das espécies bacterianas que estão sempre presentes no trato gastrointestinal, existem as que estão em menor número, como as contaminantes e as transeuntes, oriundas da cavidade oral e da dieta (Fernandes *et al.*, 2000).

A transição do ambiente do ingúvio para o intestino delgado é brusca e a rápida passagem da ingesta por meio do intestino delgado, principalmente na porção proximal, resulta numa baixa taxa de fermentação, quando comparada com as outras seções do trato gastrointestinal. Bactérias isoladas no intestino delgado incluem *Lactobacillus*, *Streptococcus* e *Bifidobacterium* (Savage, 1977).

Segundo Ferreira (1995), em condições normais, existe no organismo um equilíbrio natural entre os microrganismos patogênicos, úteis e neutros. Entretanto, se ocorrer alterações no ambiente e for eliminada parte de bactérias úteis e neutras, essas serão substituídas por bactérias resistentes ou menos desejáveis que multiplicarão em seu lugar, sendo capazes de produzir sintomas clínicos, como redução do ganho de peso e da eficiência alimentar do animal (March, 1979). Assim, a inexistência de microrganismos patogênicos no trato gastrointestinal do animal permite a proliferação de outros microrganismos que são favoráveis ao seu desempenho (Vanbelle et al. 1990).

Jernigan e Miles, (1985) descreveram que existe uma relação do bom funcionamento do trato gastrointestinal e o desempenho do animal e que pode estar ligado à manutenção do número específico de bactérias benéficas que irão habitá-lo, fazendo com que o animal tenha um adequado balanço da microbiota, o que não poderá ser garantido sob condições naturais de produção animal. No

entanto, se microrganismos ou substâncias que contribuem para o balanço da microbiota intestinal forem adicionados à dieta, o animal estará continuamente recebendo um auxílio para o estabelecimento dessa população microbiana e que afetam benéficamente o animal hospedeiro.

2.2 Competição por sítios de ligação a células epiteliais

2.2.1 Mecanismos de ação

O trato entérico das aves é extremamente complexo, permitindo o desenvolvimento de muitas espécies de microrganismos, muitos deles permanecendo desconhecidos até o momento, pois não são cultivados *in vitro*. Há uma relação regulatória entre os microrganismos e entre eles e o hospedeiro. A interferência da microbiota normal à colonização do intestino por bactérias patogênicas ocorre principalmente em duas regiões do intestino: no conteúdo luminal, pela produção de metabólitos tóxicos e na superfície da mucosa, em razão da ocupação dos sítios de ligação pela microbiota normal (Hentges, 1992). Nesse sentido, a composição nutricional, pH de cada porção do intestino, a tensão de O₂ (intestino delgado) e CO₂ (ceco) regulam a população dos microrganismos, pois cada espécie habitará um determinado sítio ou porção do intestino, de acordo com a ausência total (anerobiose) ou parcial (aerobiose a microaerofilia) de oxigênio. As bactérias pertencentes à família Enterobacteriaceae, na qual se inserem as salmonelas, são consideradas anaeróbios facultativos, podendo multiplicar-se tanto na ausência quanto na presença de oxigênio (Ferreira, 2000).

Existem dois tipos de população bacteriana que podem se estabelecer no trato intestinal. O primeiro consiste de bactérias que se associam às células epiteliais ou partículas do alimento, e o segundo ocorre livremente no lúmen intestinal. Essas bactérias do lúmen multiplicam-se rapidamente para não serem eliminadas pelo peristaltismo intestinal (Miles, 1993; Leedle, 2000a).

A competição por sítios de ligação à membrana celular das células epiteliais intestinais é um fator fundamental para a sobrevivência dos microrganismos, pois não existindo essa interação, poderá ocorrer sua eliminação por meio dos movimentos peristálticos do intestino, e a ligação entre as bactérias e o trato entérico pode ocorrer de forma específica ou inespecífica (Ferreira, 2000). A ligação específica, geralmente, ocorre quando o microrganismo estabelece uma interação com as células intestinais que permite a sua multiplicação intimamente aderida à mucosa. Geralmente essa interação é mediada por receptores específicos que são presentes nas bactérias que colonizam o intestino. Já a ligação inespecífica ocorre pela da ligação da bactéria com as fibras alimentares e é mediada por componentes do corpo bacteriano, como o glicocálix ou cápsula (Spring et al. 1999; Ferreira, 2000).

As bactérias probióticas ocupam sítios de ligação (receptores ou pontos de ligação) na mucosa intestinal, formando uma barreira física às bactérias patogênicas. O bloqueio dos sítios de ligação na mucosa entérica pelas bactérias intestinais pode reduzir a área de interação nos cecos pelas bactérias patogênicas. São necessárias aproximadamente 40 bactérias para recobrir a superfície de uma célula intestinal. Assim, as bactérias patogênicas seriam excluídas por competição (Mead, 2000).

A adesão de bactérias patogênicas na superfície da mucosa é considerada o primeiro passo da colonização intestinal (Beachey, 1981; Finaly & Falkow, 1997), sendo mediada pelas fímbrias bacterianas, que reconhecem receptores específicos na mucosa. A inibição da adesão, pelo bloqueio de receptores, pode prevenir a colonização do intestino pelas bactérias patogênicas e, desse modo, prevenir a infecção.

Diversos mecanismos são utilizados por bactérias para manter sua posição no intestino contra o fluxo da digesta. Certas bactérias patogênicas têm mecanismos de adesão altamente desenvolvidos; por exemplo, cepas de

Escherichia coli e *Salmonella* sp possuem fímbrias (ou pili) que se ligam aos receptores na borda das células epiteliais intestinais. Diferentes tipos de fímbrias reconhecem diferentes receptores. Esses receptores são carboidratos (D-galactose, D-manose, N-acetilglicosamina, N-acetilgalactosamina, ácido N-acetilneuramínico, etc.) das glicoproteínas, glicolipídeos, proteoglicano ou mucinas (Stewart *et al.*, 1993).

2.2.2 Apêndices bacterianos - fímbrias

Os apêndices bacterianos estão localizados nas superfícies de algumas espécies de bactérias e são denominados de fímbrias, da palavra latina "franjas ou pêlos", que são filamentos mais curtos e mais delgados que os flagelos, com comprimento aproximado de 2 μ m e 2 a 10 nm de diâmetro, constituídas de fosfoglicoproteínas que se projetam do corpo bacteriano. Seus receptores são específicos e localizados em regiões ao longo do trato gastrointestinal. Cada fímbria é constituída por subunidades repetitivas de proteína pilina e empacotada em um arranjo helicoidal para formar uma longa estrutura cilíndrica (Finaly & Falkow, 1989; Krogfelt, 1991).

Praticamente todas as espécies de bactérias Gam-negativas e algumas Gram-positivas apresentam um ou mais tipos de fímbrias (Krogfelt, 1991). Entre as *Enterobacteraceae*, as fímbrias são encontradas por toda a superfície da célula (Mol & Oudega, 1996). Dessa forma, as fímbrias podem se apresentar distribuídas por toda a superfície da bactéria ou estarem agrupadas em um único sítio. Algumas bactérias são capazes de produzir diferentes tipos de fímbrias.

A formação da fímbria pela bactéria é um processo complexo que requer a participação de várias proteínas auxiliares. A extremidade adesiva da fímbria é montada e projetada primeiro e, em seguida, a haste principal da fímbria é montada pela adição seqüencial de subunidades de pilina na base da fímbria, empurrando a estrutura já pronta para fora da superfície da bactéria. Uma

proteína periplásmica finaliza o processo de extrusão da fímbria e a estabiliza na parede celular. Não se sabe como a bactéria controla o comprimento da fímbria.

As fímbrias possuem propriedades adesivas e estão envolvidas na aderência específica das células bacterianas a um receptor célula-específica e espécie-específico, tendo um papel importante na fixação e colonização. A especificidade irá determinar que espécie de hospedeiro e que tecido uma bactéria poderá ou não colonizar (Finaly & Falkow, 1989; Krogfelt, 1991).

Algumas bactérias somente se aderem à superfície superior na região do glicocálix dos enterócitos, ao passo que outras residem somente nas criptas onde são produzidas as novas células epiteliais que migram até as vilosidades (Mead, 2000). Em alguns casos, a ligação da fímbria ao receptor é mediada por uma estrutura especializada da ponta da fímbria e que consiste de diversas proteínas distintas da pilina. Em outros, a ligação parece ser mediada pela própria pilina.

A classificação das fímbrias é baseada em suas propriedades adesivas. Além de seus receptores naturais, elas ligam-se a eritrócitos de várias espécies animais. A reação de hemaglutinação tem sido utilizada para caracterizar as propriedades adesivas das fímbrias, que têm sido divididas em duas categorias: manose-sensível e manose-resistente. A hemaglutinação de fímbrias manose-sensível é inibida pela D-manose. Fímbrias em que a hemaglutinação não é bloqueada pela D-manose são denominadas manose resistentes (Mol & Oudega, 1996).

Fímbrias tipo 1 são caracterizadas porque a hemaglutinação é inibida pela presença de ?-D-manose. Essa hemaglutinação manose-sensível *in vivo* sugere que glicoproteínas com cadeia de oligomanose, abundantes na superfície das mucosas, podem funcionar como receptores de moléculas (Hanson & Brinton, 1988; Ponniah *et al.*, 1991).

Fader & Davis (1980), Iwahi *et al.* (1983), Keith *et al.* (1986) e Nakazawa *et al.* (1986) constataram que bactérias fimbriadas foram mais infecciosas no

trato gastrointestinal de ratos com diarreia, que as não fimbriadas. As bactérias com fimbrias tipo 1 são rapidamente eliminadas da corrente sanguínea, pois são reconhecidas pelos fagócitos por meio dos receptores de manose (Blumenstock & Jann, 1982).

As fimbrias tipo 1 são encontradas em muitas espécies de enterobactérias. A *Escherichia coli* apresenta vários tipos de fimbrias, mas as do tipo 1 são verificadas em 70 a 80% das cepas. As cepas de *Salmonella* possuem fimbrias tipos 1 e 2, sendo a primeira de maior predominância (Mol & Oudega, 1996).

2.3 Aditivos antimicrobianos promotores de crescimento

Os aditivos antimicrobianos são os promotores de crescimento de uso mais generalizado na produção animal, sendo suplementados às rações em pequenas dosagens. Esses produtos incluem os antibióticos (substâncias produzidas por fungos, leveduras ou bactérias que atuam contra bactérias) e os quimioterápicos (substâncias obtidas por síntese química, com ação semelhante à dos antibióticos). Os aditivos antimicrobianos vêm sendo utilizados desde a década de 40, sendo uma ferramenta importante para permitir uma produtividade adequada a animais criados sob condições cada vez mais intensivas (Cromwell, 1991).

A legislação que regulamenta a inspeção e a fiscalização dos produtos destinados à alimentação animal (Decreto nº 76.986, de 06 de janeiro de 1976) define em seu artigo 4º, ítem VII, que **aditivo** é toda substância intencionalmente adicionada ao alimento, com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo, como os antibióticos, corantes, antioxidantes e outros (Compêndio, 1998).

No Brasil, em 1992, a Portaria nº 159, do Ministério da Agricultura, veda o uso de antimicrobianos para ação como aditivos sistêmicos, promotores de crescimento ou conservantes, como tetraciclinas, penicilinas, cloranfenicol e sulfonamidas. O Ofício circular 19/98 proíbe a fabricação, importação e uso de Cloranfenicol, Furazolidona e Nitrofurazona. Atualmente, os aditivos autorizados como promotores de crescimento de frangos de corte são: ácido-3-nitro, ácido arsênico, avilamicina, nitrovin, olaquinox, tilosina, virginiamicina, bacitracina de zinco, espiramicina e enramicina, de acordo com o Ministério da Agricultura.

De acordo com USDA, nos Estados Unidos, 100% dos frangos e perus, 90% dos suínos e vitelos e 60% do gado de corte recebem antibióticos como promotores de crescimento na ração durante alguma fase de vida. No Brasil, excetuando-se os frangos naturais ou caipiras, possivelmente a totalidade dos frangos criados industrialmente recebe também os promotores de crescimento.

Vários trabalhos foram realizados para elucidar o mecanismo de ação dos promotores de crescimento e, embora até hoje uma conclusão definitiva não tenha sido alcançada, desde o início de seu uso na produção animal, houve concordância de que o efeito dos antibióticos e quimioterápicos era resultado de sua ação sobre os microrganismos da microbiota intestinal dos animais. Isso porque aves e suínos produzidos no estado germ-free, ou seja, num ambiente livre de qualquer contaminação microbiana, não se beneficiaram do efeito promotor de crescimento de antibióticos, além de terem uma produtividade superior à dos animais criados em ambiente convencional (Forbes e Park, 1959).

Um aspecto a enfatizar é que, embora as respostas no desempenho de frangos de corte quando antibióticos são suplementados nas rações sejam variáveis, vários levantamentos feitos em trabalhos relatados na literatura indicam que, em média, o ganho de peso aumenta 3 a 3,5% e a eficiência alimentar, 2,5 a 3%, conforme Butolo (1999). Dessa forma, verifica-se que

mesmo com a evolução do desempenho das aves ao longo dos anos, não ocorreram alterações significativas nas respostas alcançadas, e em alguns casos, a resposta foi negativa. Ao contrário, pode-se esperar que em condições de campo as vantagens do uso de antibióticos sejam maiores do que aquelas encontradas em condições experimentais.

Hays et al. (1979) afirmaram que embora os antibióticos sejam usados como promotores de crescimento, seus níveis nos tecidos provavelmente não são suficientes para explicar os efeitos no incremento de crescimento. Walton (1990) observou que as bactérias que se encontram no intestino dos animais produzem leve inflamação na superfície da parede intestinal, a qual é diminuída quando os animais passam a consumir ração com promotores de crescimento (antibióticos), o que permitirá uma melhor absorção de minerais, vitaminas, carboidratos e aminoácidos encontrados nos alimentos presentes no intestino.

2.4 Mecanismo de ação dos promotores de crescimento

O modo de ação dos antibióticos promotores de crescimento não está completamente claro, mas têm sido propostos inúmeros mecanismos para explicar o efeito promotor de crescimento desses aditivos. De acordo com Lancini (1994), os antibióticos devem atuar impedindo o metabolismo bacteriano e reduzindo a competição direta pelos nutrientes entre a bactéria e o hospedeiro. Além disso, devem reduzir a produção microbiana de metabólitos tóxicos, como as aminas, amônia e endotoxinas, que podem afetar o epitélio e ainda impedir a digestão e absorção de nutrientes.

O modo de ação dos promotores de crescimento que exercem sobre o crescimento e produção animal pode estar ligado a efeito metabólico, efeito nutricional e efeito no controle de doenças, de modo a beneficiar o animal hospedeiro (Visek (1978) ; Cromwell (1991)).

2.4.1 Efeito metabólico

Cromwell (1991) argumentou que o efeito metabólico não explica o modo de ação dos promotores de crescimento não absorvidos pelo trato gastrointestinal. No entanto, segundo Teixeira (1997), é esse mecanismo que, de alguma forma, afeta diretamente a taxa ou a eficiência dos processos metabólicos no animal hospedeiro.

Por outro lado, quando os antibióticos são usados como promotores de crescimento, seus níveis nos tecidos, provavelmente, não são suficientes para explicar os efeitos no incremento de crescimento (Hays, 1979).

Ripley e Brow (1978), citados por Lancini (1994), verificaram que os níveis de fosfatase alcalina no epitélio do intestino médio eram significativamente maiores que em aves não medicadas com bacitracina de zinco. Parker et al. (1984), citados por Lancini (1994), descreveram aumento significativo da atividade específica da dipeptidase e redução do *turnover* celular em amostras do epitélio intestinal de ratos tratados com níveis crescentes de avorpacina.

Bakalli et al (1995) confirmaram uma diminuição no colesterol plasmático e muscular, e também um aumento no ganho de peso de frangos de corte, quando receberam altos níveis de cobre em comparação àqueles que não receberam. Foi observado também que 250 ppm de cobre reduziram a síntese de glutatona e talvez seja esse o mecanismo pelo qual o cobre auxilia na redução do colesterol orgânico, pois a glutatona é conhecida por regular a biossíntese de colesterol por meio de estímulo da enzima 3-hidroxi-3-metilglutaril coenzima A (HMG-CoA) redutase.

2.4.2 Efeito nutricional

O efeito nutricional dos aditivos promotores de crescimento sugere que é possível reduzir as necessidades de certos nutrientes na dieta para o animal das seguintes formas: a) estimulando o crescimento e o estabelecimento de certos microrganismos que possam sintetizar vitaminas e aminoácidos; b) aumentando a disponibilidade de nutrientes pela formação de quelatos e c) diminuindo os organismos que competem com o animal por nutrientes (Teixeira, 1997).

Maynard et al. (1984) descreveram que as diferenças observadas no desempenho de animais-controle e os tratados com antibióticos tornam-se mais evidentes com o uso de dietas marginais ou ligeiramente deficientes em proteínas, vitaminas ou outros nutrientes. Nesse sentido, a utilização de fósforo foi melhorada com a adição de virginiamicina nas dietas de frangos de corte. Foi encontrada melhoria na eficiência alimentar e redução na quantidade de fósforo consumido por grama de peso vivo, que proporcionou aumento no peso vivo das aves, quando comparadas às não suplementadas com o antimicrobiano (Buresh et al. (1985).

Por outro lado, as dietas dos frangos de corte são balanceadas e suplementadas com bons níveis de vitaminas e minerais e talvez o efeito nutricional proporcionado pelos agentes antimicrobianos tenha pouca ou nenhuma influência sobre o desempenho animal. Dessa forma, diante do relativamente alto custo da alimentação e da pequena margem de lucro da produção avícola, há uma pressão considerável para a redução dos excessos nas formulações, principalmente dos nutrientes de preço mais elevado (MacNab, 1973).

Benício (1996) considera que a maior taxa de *turnover* celular resulta na eliminação muito rápida dos enterócitos; portanto, as células podem não expressar sua capacidade máxima para secretar enzimas, digerir ou absorver nutrientes. Assim, a menor quantidade de nutrientes absorvidos pelo animal

resulta em maior disponibilidade de nutrientes para as bactérias e, conseqüentemente, ocorre maior produção de toxina bacteriana. Essa toxina pode, muitas vezes, ser absorvida e biotransformada pelo fígado, resultando num aumento do órgão, dos hepatócitos e do *turnover* celular hepático.

Krinke e Jamroz (1996) verificaram que a adição de avoparcina em dietas para frangos de corte proporcionou resposta positiva no ganho de peso, quando comparadas às aves-controle. Isso ocorreu devido à diminuição na atividade mitótica das células do intestino delgado (duodeno) e dos hepatócitos nas aves tratadas, quando comparadas às não-tratadas, sugerindo que as aves que receberam o antimicrobiano assemelham-se aos animais *germ-free* que possuem um *turnover* celular menor que dos animais convencionais, e também ao número reduzido de bactérias produtoras de toxinas.

A mucosa intestinal é um dos tecidos que mais rapidamente regenera-se no organismo e essa renovação é acelerada pela presença de microrganismos que determinam processos inflamatórios na mucosa (Visek, 1978). Quando um promotor de crescimento é adicionado na dieta das aves, verifica-se diminuição no processo inflamatório, reduzindo-se a espessura da parede intestinal e no peso total do órgão, tornando-o mais leve, economizando-se, dessa forma, aminoácidos que seriam utilizados para renovação epitelial, podendo ser esses aminoácidos utilizados para o crescimento do tecido animal (Walton, 1990, citado por Lancini, 1994).

Handerick et al. (1981), citado por Cromwell (1991), sugeriu que uma parede intestinal mais fina resulta numa maior absorção de nutrientes. Além disso, essa menor massa intestinal representaria economia de energia e diminuição de produção de calor pelo intestino, que é um órgão com taxa metabólica elevada.

Izart et al. (1989) observaram reduções no peso do intestino delgado em frangos de corte quando suplementados com virginiamicina, considerando ser

esse um dos prováveis mecanismos pelos quais a absorção de nutrientes é melhorada pelo uso de antibióticos.

Feighner & Dashkevicz (1987) verificaram o efeito de diversos antibióticos no desempenho de frangos de corte e na atividade da enzima bacteriana colilaurina hidroxilase, que é responsável pela desconjugação e dehidroxilação dos sais biliares, estando envolvida no metabolismo de lipídeos e influenciando no ganho de peso e conversão alimentar. Esses autores observaram uma redução acentuada na atividade da enzima bacteriana e observaram que os antibióticos são capazes de melhorar o desempenho animal em função da diminuição no número de bactérias intestinais que hidrolisam os sais biliares, prejudicando, assim, o processo da digestão e absorção das gorduras.

Uma variável quantidade de substâncias que é resultado da atividade bioquímica das bactérias intestinais pode ser altamente tóxica para os animais, que, assim, precisam de uma desintoxicação contínua, o que requer um gasto permanente de energia, ocasionando maior consumo diário de ração. Os antibióticos inibem o desenvolvimento e modificam a atividade bacteriana para que não sejam produzidas essas substâncias, havendo menor gasto de energia, propiciando melhor desempenho animal e aumentando-se a eficiência na utilização do alimento (Walton, 1990).

2.4.3 Efeito no controle de doenças

O controle de doenças ocorre pela supressão de microrganismos que causam manifestações de infecções clínicas e subclínicas e que pode provocar o declínio no ritmo de crescimento. Da mesma forma, os promotores de crescimento podem exercer um efeito protetor no sentido de inibir o crescimento de microrganismos produtores de toxinas. Assim, Visek (1978) propôs que a

produção de amônia proveniente da uréia pela ação da microbiota intestinal é responsável pela depressão no crescimento em animais convencionais.

Os animais criados em confinamento são freqüentemente expostos a um ambiente no qual os microrganismos podem causar diferentes tipos de doenças subclínicas, não-específicas, o que reduz o desempenho. Com o uso contínuo de antibióticos na ração, esses microrganismos são suprimidos, e o animal tende a apresentar desempenho mais próximo do seu potencial (Cromwell, 1991). No entanto, a resposta ao uso de antibióticos normalmente é maior em animais mais jovens, pois são mais susceptíveis aos patógenos, porque possuem um aporte imunológico menos desenvolvido em relação aos animais mais adultos.

É de suma importância manter a integridade do trato gastrointestinal, pois quando esse é submetido às injúrias físicas, químicas, biológicas ou por metabólitos de microrganismos, o organismo das aves responde rapidamente com um processo de descamação e reação inflamatória do tecido conjuntivo, podendo ocorrer também um aumento no peso do trato gastrointestinal, principalmente pelo aumento da lâmina própria. Esses eventos influenciam os processos de digestão e absorção de nutrientes, prejudicando o desenvolvimento e produção animal (Benício, 1996).

A utilização de promotores de crescimento tem sido uma prática comum em muitos países que são grandes produtores de animais, pois o uso desses aditivos antimicrobianos na ração, além de promover maior crescimento, melhoram a conversão alimentar e diminuem a mortalidade devido a infecções clínicas e subclínicas (Hays, 1969; Muir, 1985).

Stutz & Lawton (1984) verificaram que a suplementação com 55 ppm de diversos agentes antimicrobianos (bacitracina, penicilina, clortetraciclina, entromicina, tilosina, virginamicina, lincomicina, bambermicina e carbadox) sobre o desempenho, peso ileal e número de *Clostridium perfringens* no íleo de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e soja, proporcionou

melhora no ganho de peso e conversão alimentar, reduziu significativamente o peso do íleo e o número de *Clostridium. Perfringens*, quando comparada com o controle.

2.5 Potenciais efeitos dos antibióticos promotores de crescimento

Os microingredientes de alimentação utilizados em rações animais variam quanto aos objetivos de seu emprego e/ou eficiência alimentar e os antibióticos e quimioterápicos fazem parte deste grupo (Cromwell, 1991).

A administração correta dos quimioterápicos, geralmente, não apresenta efeitos tóxicos. Esses problemas podem ocorrer, normalmente, por causa de erros de dosagem, combinações indesejáveis ou incompatíveis de agentes quimioterápicos e conseqüentemente, algumas variações na susceptibilidade das aves, em função da espécie, idade, estado fisiológico e taxa de crescimento (Reece, 1988).

Os antibióticos são compostos sintetizados por organismos vivos que inibem o crescimento dos outros e sua utilização em níveis subterapêuticos em rações de animais tem ocorrido desde a década de quarenta. Esses aditivos melhoram a produtividade animal (ganho de peso e conversão alimentar), particularmente nas fases iniciais de criação (Silva, 2000).

Os antibióticos atuam também reduzindo as infecções bacterianas intestinais, preservando a integridade da mucosa intestinal, permitindo que haja melhor absorção de nutrientes e resultando melhor produtividade animal. Há normas que regulam o período de retirada dos promotores das rações para que os animais possam eliminar todo e qualquer resíduo dos mesmos dos tecidos e produtos comestíveis. Alguns dos princípios ativos dos antibióticos são, também, utilizados na terapêutica veterinária e humana. Outros apresentam

estrutura química que induzem resistência cruzada a antibióticos utilizados em humanos e animais (Silva, 2000).

O uso constante de antibióticos na alimentação animal passou a ser visto como fator de risco para a saúde humana e a continuidade de sua aplicação sofreu contestações em duas frentes: a) possível presença de resíduos na carne, ovos ou leite, que entram na alimentação humana e esses resíduos podem ser os próprios aditivos ou seus metabólitos que podem se acumular nos produtos comestíveis e os riscos potenciais incluem desde reações de hipersensibilidade até propriedades cancerígenas; b) indução de resistência cruzada para bactérias patogênicas para humanos. Assim, a utilização prolongada de certos antibióticos pode provocar uma seleção de estirpes resistentes dentro de grupos de bactérias que são patogênicas primárias ou oportunistas para humanos (Menten, 2001).

As pesquisas têm sido intensas em vários países e cada vez mais aprofundadas quanto ao uso de antibióticos e seus problemas potenciais relacionados aos riscos à saúde pública e, mesmo sem conclusões definitivas, a opinião pública tem influenciado as autoridades a adotarem políticas de restrição desses aditivos na alimentação animal e conseqüentemente, tem estimulado determinar uma redução na lista de antibióticos de uso autorizado como promotores de crescimento (Santos, 2002a). Embora a literatura científica sobre antibióticos promotores de crescimento seja relativamente vasta, existe uma incerteza em relação aos aspectos referentes à saúde humana e animal. Apesar de toda a discussão a respeito da segurança e uso dos antibióticos, as decisões e conclusões são tomadas freqüentemente sem embasamento científico, mas sobre considerações de ordem política, econômica e social (Iafigliola, 1999; Silva, 2000).

Close (2000) relata os perigos para a saúde pública, ligados ao aumento da resistência nas explorações intensivas de animais, que foram postos em evidência a partir de 1968, pelo relatório do Comitê de Swan, UK, e denúncias

da OMS, a partir de 1977 e, nesse sentido, o uso de aditivos alimentares antimicrobianos pode resultar na seleção de bactérias resistentes e comprometer a eficiência dos antibióticos na medicina humana, uma vez que a resistência pode ser transferida de bactéria para bactéria e possivelmente pode contribuir de forma exponencial para um “pool” ambiental de genes resistentes.

Segundo Kock (1981), os genes que codificam resistência a antibióticos ocorrem em baixos níveis, naturalmente no meio. Mas o uso intensivo de antibióticos na medicina humana e veterinária provoca, mediante seleção não-natural, um aumento na frequência desses genes. Esse processo é possível porque os genes que controlam a transferência de resistência são genes extracromossômicos, como os plasmídeos, podendo ocorrer entre organismos da mesma espécie, entre cepas de *E. coli*, *Shigella* sp e *Salmonella* sp. Além disso, os fatores de transferência podem transferir outros genes extracromossômicos, como os que determinam as características patogênicas, como produção de enterotoxinas em *E. coli* (Smith, 1975).

Segundo Gast et al. (1988), a ligação de determinantes de múltipla resistência no mesmo plasmídeo, como resultado da seleção, da conjugação e dos rearranjos transposicionais, pode criar uma linha direta entre o uso de um antibiótico na ração e a emergência, em elevada frequência, de resistência a outros antibióticos.

Como consequência da seleção de bactérias resistentes, determinados antibióticos deixam de ser ativos contra determinadas bactérias, segundo o princípio fundamental da evolução das espécies em presença de novas condições ambientais. Assim, a resistência bacteriana aos antibióticos pode ser natural ou adquirida. Além de proliferarem, as bactérias resistentes podem transmitir os genes a outras bactérias que jamais estiveram em contato com o antibiótico em questão. Essa transmissão da resistência pode ser extracromossômica ou plasmidial. As bactérias desenvolvem resistência por família de antibióticos,

mas uma bactéria pode tornar-se multirresistente, isto é, resistente, simultaneamente, a várias famílias de antibióticos (Smith, 1975; Silva, 2000).

Diferentes mecanismos podem explicar a resistência bacteriana aos antibióticos: a bactéria produz enzimas que podem destruir ou modificar a estrutura do antibiótico; os antibióticos podem ser incapazes de penetrar na superfície das células bacterianas e, dessa forma, não podem atuar no sítio suscetível dentro da célula, como os ribossomos; a bactéria pode possuir uma via bioquímica alternativa que desvia a reação particular que é inibida pelo antibiótico e, finalmente, pode possuir um aporte de enzimas, ribossomos ou outros componentes celulares que não são afetados pelo uso de determinado antibiótico (Pelczar et al., 1996).

Em estudos realizados por Smith (1975), verifica-se que, em comunidades antigas, a incidência de microrganismos resistentes era extremamente baixa, já que homens ou animais nunca ou raramente foram expostos a antibióticos e a incidência de microrganismos resistentes somente era elevada em comunidades onde constatarem-se resíduos de antibióticos nos produtos animais e quando esses eram consumidos pelo homem.

Existe uma preocupação crescente quanto aos resíduos de antibióticos em produtos de origem animal, porque esses podem trazer alguns prejuízos para as pessoas que consomem esses produtos. Assim, Smith (1975) argumentou que esses resíduos podem produzir efeitos prejudiciais devido à toxicidade ou reações alérgicas em pessoas que possuem previamente sensibilidade ao antibiótico e também ao aparecimento de cepas resistentes de bactéria.

Embora a transferência de resistência bacteriana seja um evento provável de ocorrer, até agora, todos os resultados de pesquisa epidemiológicos realizados não relataram nenhuma fatalidade humana com o uso de antibióticos como promotores de crescimento na produção animal (Erpelding, 1999).

Segundo o Parlamento Europeu (2001), o aumento da resistência deve-se ao consumo excessivo de antibióticos na Europa e no mundo, bem como à banalização da sua utilização. Esse relatório também informa que, em 1997, foram utilizadas 10.493 toneladas de antibióticos na União Européia. Desse total, 52% para utilização humana e 48% destinada aos animais; desses, 33% em medicina veterinária e 15% como promotores do crescimento. Entre 1981 e 1992, o consumo anual aumentou, em média, 3,7% na União Européia.

Menten (2001) descreveu que os recentes eventos envolvendo os promotores de crescimento foram: a suspensão, pela União Européia, do uso de avoparcina a partir de 1º de abril de 1997 e, em dezembro de 1998, a proibição da bacitracina de zinco, espiramicina, virginiamicina e tilosina. O aumento das infecções hospitalares por bactérias resistentes à vancomicina foi associado ao uso de avoparcina como promotor de crescimento, por serem estruturalmente semelhantes (Silva, 2000).

Foi levantado por Wegener *et al.* (1999) que, na Dinamarca, em 1994, 24 kg de vancomicina ativa foram usados em humanos e 24.000 kg de avoparcina foram utilizados como aditivo alimentar para animais.

Butolo (1999) esclareceu que o impacto econômico causado pela proibição dos antibióticos promotores de crescimento na União Européia seria de 2,124 bilhões de dólares por ano, distribuídos entre carne bovina (\$ 637 milhões), carne de vitelo (\$ 178 milhões), carne suína (\$ 1,103 bilhão), carne de frango (\$ 176 milhões) e ovos (\$ 30 milhões). Nos Estados Unidos, o USDA estimou que o custo da proibição seria de \$ 1,2 a 2,5 bilhões por ano, com uma participação de suínos de \$ 382 a \$ 764 milhões e de frangos de \$ 283 a 572 milhões.

Algumas implicações serão acarretadas pela total remoção dos antibióticos da produção animal, tais como redução da resistência bacteriana, aumento da dificuldade para controlar doenças, até então sob controle, aumento nos custos

de produção, aumento da concorrência entre os produtos e aumento na busca por produtos alternativos.

Devido aos problemas que os antibióticos podem trazer para a criação animal e saúde humana, para serem aceitos e empregados como promotores de crescimento, Lotgering (1989), Benício (1996), Butolo (1998) e Spring (2000) descreveram que esses aditivos devem possuir as seguintes características:

- a) melhorar a performance de maneira efetiva e econômica;
- b) devem atuar em baixas dosagens, com espectro de ação reduzido;
- c) não devem apresentar resistência cruzada com outros antimicrobianos;
- d) não devem ter efeitos deletérios ao ambiente;
- e) devem permitir a manutenção do equilíbrio da microbiota intestinal;
- f) não devem ser absorvidos pelo trato gastrointestinal;
- g) devem ser atóxicos para animais e homens;
- h) não podem ser mutagênicos ou carcinogênicos;
- i) não devem deixar resíduo na carcaça.

2.6 Prebióticos: beneficiadores de crescimento

Prebióticos são ingredientes não digeríveis da dieta que afetam benéficamente o organismo animal, pelo estímulo seletivo ao crescimento e/ou atividade de um limitado grupo de microrganismos no cólon, podendo melhorar a saúde do hospedeiro. Atualmente iniciou-se a utilização do termo prebiótico também para animais. A principal ação dos prebióticos é estimular o crescimento e/ou ativar o metabolismo de algum grupo de bactérias do trato gastrointestinal (Gibson & Fuller, 2000; Miltenburg, 2000).

O conceito de substâncias prebióticas é relativamente recente e já na década de 80 foi demonstrada a importância da ingestão de carboidratos não

digeríveis no aumento de bifidobactérias como sendo efetivos na melhoria da microbiota intestinal (Yazawa e Tamura, 1982).

O uso de prebióticos ou fator bifidogênico (termo anteriormente empregado) tem sido demonstrado como uma das alternativas aos antibióticos promotores do crescimento. Eles notadamente não determinam resíduos nos produtos de origem animal e não induzem o desenvolvimento de resistência bacteriana, por serem produtos essencialmente naturais.

Atualmente, os prebióticos de maior interesse são aqueles que objetivam estimular bifidobactérias residentes na porção do intestino delgado (côlon). A maneira de reequilibrar a microbiota nessa área do intestino resultou do acúmulo de informações que propiciaram um melhor entendimento da regulação da microbiota intestinal nas diversas espécies animais. Enfim, a microbiota do intestino delgado, onde as barreiras naturais são muito grandes, tem a característica de ser instável mas permite alterações. Já na região do íleo e cólon, apresenta uma microbiota mais estável, porém extremamente sensível aos antibióticos e de difícil reposição por via exógena, desbalanceando-se com certa facilidade.

Os seguintes critérios, propostos por Gibson & Roberfroid (1995), permitem a classificação das substâncias como prebióticos:

- ? não devem ser hidrolisadas ou absorvidas durante sua passagem pelo trato digestivo superior;
- ? devem ser fermentadas seletivamente por um número limitado de bactérias potencialmente benéficas no cólon;
- ? devem possuir capacidade de alterar a microbiota intestinal de maneira favorável à saúde do hospedeiro;
- ? devem induzir efeitos benéficos sistêmicos ou na luz intestinal do hospedeiro.

As principais fontes que estão dentro desse conceito de prebióticos são alguns açúcares absorvíveis ou não, fibras, açúcar-álcoois e oligossacarídeos. Desses, os oligossacarídeos, cadeias curtas de polissacarídeos compostos de três a dez açúcares simples ligados entre si, têm recebido maior atenção pelas suas inúmeras propriedades prebióticas.

Outros compostos são apontados como prebióticos por algumas evidências experimentais, como por exemplo, os dissacarídeos transgalactosilatos (Ito et al. 1990) e oligossacarídeos da semente de soja (Saito et al. 1992).

Além dos oligo e polissacarídeos, alguns peptídeos e certos lipídeos são candidatos a prebióticos. No entanto, as substâncias que têm sido mais estudadas como aditivos em alimentação animal são os oligossacarídeos, especialmente frutoligossacarídeos (FOS), mananoligossacarídeos (MOS) e glucoligossacarídeos (GOS), além de açúcares como manose, arabinose, galactose e lactose (Iji e Tivey, 1998; Perdok, 2000).

Embora não sejam conhecidas todas as atividades dos oligossacarídeos suplementados às dietas e suas relações com a produtividade das aves, alguns pesquisadores mostraram que esses beneficiam bactérias não patogênicas, tais como bifidobactérias e lactobacilos, em detrimento das bactérias patogênicas (Iji e Tivey, 1998). Dessa forma, enquanto glucose e GOS foram igualmente assimilados por espécies de *Bifidobacterium*, os GOS não foram assimilados por espécies patogênicas, incluindo *Clostridium* e *Salmonella* sp. Assim, GOS poderiam então favorecer a proliferação de espécies benéficas e não-patogênicas. Da mesma forma, FOS e MOS na dieta de frangos reduziram a colonização intestinal por *Salmonella typhimurium* (Iji e Tivey 1998; Spring, 2000).

Os frutoligossacarídeos (FOS) são polímeros de D-fructose unidos pelas ligações $\alpha(1\rightarrow 2)$ que terminam com uma molécula de sacarose e estão presentes

em muitas plantas. O grau de polimerização dos FOS pode variar de 2 a 35 e os polímeros com cadeias mais alongadas, com grau de polimerização superior a 30, são conhecidos como inulinas (Gibson & Fuller, 2000).

Os FOS que apresentam o grau de polimerização de 2 a 10 unidades são conhecidos como GF₂ (1-kestose), GF₃ (nistose) e GF₄ (1^F-?-frutofuranosilnistose). Eles aparentemente são inertes na boca e no intestino delgado, sendo fisiologicamente úteis por melhorarem o equilíbrio da microbiota do cólon.

Os oligossacarídeos derivados da sacarose são encontrados em quantidades substanciais naturalmente em vegetais e plantas, como cebola, centeio, aveia, aspargo, alcachofra, raiz da chicória, dália, alho, em brotos de bambu, trigo, soja e sakê (Tabela 2). Também foi demonstrado que produtos de origem animal, como leite de várias espécies, contêm um ou mais tipos de oligossacarídeos ou conjugados glicólicos (Hidaka *et al.*, 1986). No entanto, as concentrações presentes são baixas, exigindo consumo extremamente elevado para obtenção dos efeitos fisiológicos desejados (Hidaka *et al.* 1986; Salminen *et al.* 1993).

Tabela 2. Oligossacarídeos em alguns alimentos

| Oligossacarídeo | Alimento |
|-----------------|--|
| GF | Turanose Pinha Malturose Mel |
| GF2 | 1-cetose Cebola, centeio, aspargo 6-cetose Gramíneas Neocetose Cebola, banana, aspargo |
| GF3 | Nistose Cebola, aspargo Bifurcose Centeio Neobifurcose Aveia |
| GF4 | Frutosilnitose Cebola, aspargo Bifurcose Centeio |

Adaptado: Mitsuoka *et al.* (1987)

Os oligossacarídeos não digestíveis, apesar de serem adicionados às dietas tanto humana quanto de animal, ocorrem naturalmente em vários alimentos e, também, podem ser sintetizados comercialmente a partir de sacarose, por exemplo, os FOS, que podem ser extraídos dos alimentos mediante cozimento ou por meio de ação enzimática ou álcool (Slominski et al. 1994). No entanto, a maioria dos processos de produção envolve reações enzimáticas com vários açúcares, podendo apresentar diferentes efeitos na função intestinal. No caso da inulina, que é disponível comercialmente no mercado europeu, é principalmente extraída da raiz de chicória e o grau de polimerização desses produtos varia de 11 a 60 unidades monoméricas e sua hidrólise enzimática com a inulase resulta em FOS (Gibson e Fuller, 2000).

Em seres humanos, bem como em outros monogástricos, os oligossacarídeos passam pelo estômago e intestino delgado relativamente intactos. No intestino grosso, bactérias, principalmente as bifidobactérias, fermentam os oligossacarídeos não digestíveis em ácido acético, butírico, propiônico e outros ácidos graxos voláteis. Baixando o pH do intestino grosso, esses ácidos graxos criam um ambiente que é desfavorável às bactérias patogênicas Gram-negativas, tais como *E. coli*, *Salmonella* e *Campilobacter*.

Oligossacarídeos (frutoligossacarídeo e transgalactoligossacarídeo) e lactitol (4-O-β-D-galactopiranosil) são fermentados no ceco e promovem o aumento de lactobacilos. Essas bactérias suprimem o crescimento de patógenos e bactérias putrefáticas pela produção de ácido acético e ácido lático, que diminui o pH e pode reduzir a incidência de diarreia (Modler *et al.*, 1990).

Suplementação de dietas com frutoligossacarídeos aumentam a proliferação de células epiteliais no ceco e cólon de leitões recém-nascidos (Howard *et al.*, 1993). Em ratos, aumentam a taxa de passagem através do intestino delgado e grosso (Roberfroid, 1993).

A adição de frutoligossacarídeo, na forma de neosugar na dieta de animais monogástricos, conduz a algumas mudanças metabólicas e fisiológicas. Essas mudanças incluem melhoria na eficiência alimentar, redução da diarreia, redução do odor das fezes, que tem sido atribuído a mudanças na constituição da população da microflora intestinal (Hidaka *et al.*, 1986).

Embora os tratamentos isolados com carboidratos apresentem alguma ação na inibição da colonização por *Salmonella ssp.*, melhores resultados podem ser obtidos quando as aves são inoculadas com culturas anaeróbias de microbiota cecal, juntamente com os carboidratos (Andreatti Filho *et al.* 1998). Nesse sentido, quando FOS foi administrado isoladamente para aves, pouca influência sobre a colonização por *Salmonella ssp* foi observada, mas quando associado com um probiótico, ocorreu redução significativa na quantidade cecal de *Salmonella ssp* (Bailey *et al.* 1991).

Especula-se que os oligossacarídeos possam atuar também estimulando o sistema imune, pela redução indireta da passagem intestinal por patógenos, que determinariam infecções após atingir a corrente sanguínea (Iji e Tivey, 1998).

Os mananoligossacarídeos (MOS) são carboidratos complexos (glicomananoproteína), contendo D-manose, derivados de parede celular de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*), que oferecem uma alternativa potencial para melhorar a saúde, estimular respostas imune específicas e não específicas e aumentar o desempenho animal (Spring, 2000).

A parede celular de levedura consiste principalmente de proteína e carboidrato. Os glucanos e mananos, os dois principais açúcares, estão presentes em concentrações similares. Os glucanos contêm principalmente ligações do tipo β -(1 \rightarrow 3) com pontos ramificados do tipo β -(1 \rightarrow 6). A fração de manana nas leveduras é composta de cadeias curtas e longas. As cadeias curtas são formadas de 15 a 17 unidades com ligações do tipo β -(1 \rightarrow 2) e β -(1 \rightarrow 3) com moléculas de treonina e serina de cadeias peptídicas. As cadeias longas são formadas de

100 a 200 unidades e estão conectadas com ligações do tipo α -1,6 e possui ramificações com estrutura do tipo α -1,2 e α -1,3, que confere uma relativa resistência à ação das enzimas bacterianas do trato gastrointestinal (Spring, 2000).

Segundo Pettigrew (2000), os mananoligossacarídeos influenciam a ecologia microbiana, dificultando a adesão bacteriana e diminuindo a concentração de patógenos. Podem também neutralizar micotoxinas e manter a integridade da mucosa intestinal. Por serem derivados de parede celular de leveduras e consistir principalmente de glicomananas fosforiladas, são reconhecidos dois modos de ação:

- ligam-se às lectinas nas paredes de certas bactérias indesejáveis. Essas lectinas bacterianas ligam-se às células epiteliais intestinais e auxiliam as bactérias na colonização. Todavia, se estiverem ligadas ao mananoligossacarídeo, elas não poderão ligar-se às células epiteliais. Assim, as bactérias indesejáveis serão eliminadas do lúmen intestinal;
- aumentam certas ações do sistema imune, estimulando a produção de imunoglobulina A (IgA).

O mananoligossacarídeo parece ter característica específica de reduzir a prevalência e impedir a colonização do epitélio intestinal por patógenos, assim também de aumentar a digestão de fibras em frangos de corte, provavelmente pela alteração da concentração e da atividade de bactérias que degradam fibras presentes nos cecos das aves. Tais alterações na multiplicação de organismos anaeróbios benéficos poderiam inibir de forma competitiva o crescimento e a atividade de clostrídios (Kumprech et al., 1997; Spring et al. 1999).

Um dos efeitos dos mananoligossacarídeos pode ser sua capacidade de alterar a função do sistema imunológico dos animais. O MOS é capaz de induzir a ativação de macrófagos por ocupar os sítios receptores de manose dos

macrófagos nas glicoproteínas da superfície celular. Uma vez que três ou mais desses sítios de ligação estejam ocupados, inicia-se uma reação em cascata, que resulta em ativação dos macrófagos e liberação de citocinas, o que caracteriza ativação da resposta imune adquirida (Savage et al., 1996).

Os macrófagos ativados são muito mais eficientes na apresentação de antígenos às células produtoras de anticorpos, resultando numa maior capacidade de fagocitar bactérias e destruir organismos invasores. Assim, o MOS é capaz de aumentar os níveis de anticorpos circulantes específicos e a síntese de imunoglobulinas secretórias em resposta à exposição a antígenos (Savage et al., 1997; Spring, 2000).

Spring & Privulescu (1998) verificaram o efeito de mananoligossacarídeo sobre o sistema imune de aves e constataram aumento de cerca de 25% de níveis de IgA secretória. Também foi observado que ocorreu um aumento na resposta de macrófagos em diferentes espécies. No entanto, ainda não está claro como o MOS atua para modificar as respostas do sistema imunológico. A ampla gama de efeitos imunológicos associada à administração desse aditivo na dieta sugere que existe uma mobilização generalizada, tanto de linfócitos B quanto T. Isso é verificado em animais *germ-free* que apresentam uma resposta imune mais intensa quando são suplementados com esse aditivo na dieta.

Parks *et al.* (2000) verificaram que alternativas aos antibióticos, tais como tratamentos por exclusão competitiva, foram desenvolvidas para reduzir o crescimento de bactérias patogênicas e neutralizar seus efeitos no hospedeiro. O termo exclusão competitiva foi adotado para designar a inabilidade de uma população de microrganismos em se estabelecer no intestino devido à presença de uma outra população.

Segundo Ofek *et al.* (1977), outro método de exclusão competitiva explora a presença de fímbrias específicas de manose em bactérias Gram

negativas indesejáveis, incluindo muitas cepas de *E. coli* e *Salmonella*, que usam as fímbrias para se unir à parede do intestino e, então, colonizá-lo.

Patógenos que não expressam fímbrias tipo 1, como *Clostridium perfringens* e *Campylobacter*, também tiveram suas populações reduzidas na presença de mananoligossacarídeo, sugerindo um efeito indireto (Menten, 2001). Pode ser possível que essas reduções tenham sido influenciadas por outras interações com a microbiota do trato gastrintestinal ou pelo sistema imune.

Quando leveduras e bactérias patogênicas são misturadas, é verificada uma aglutinação das leveduras. Esse fenômeno é utilizado como um teste preliminar para aderência bacteriana no trato intestinal (Tabela 3). Tem-se constatado que prebióticos (oligossacarídeos) não somente inibem a aglutinação, como também liberam as células de leveduras agregadas pelas bactérias. (Spring et al., 2000).

TABELA 3. Efeito de oligossacarídeos sobre a aglutinação bacteriana.

| CEPAS | AGLUTINAÇÃO -MOS | INIBIÇÃO DA AGLUTINAÇÃO | | | |
|-----------------------------|------------------|-------------------------|-----------|---------|--------|
| | | Frutose | Galactose | Glicose | Manose |
| <i>Escherichia</i> | | | | | |
| <i>E. coli</i> K99 | + | Sim | Não | Não | Sim |
| <i>E. coli</i> 4157 | - | | | | |
| <i>E. coli</i> 15R | + | Sim | Não | Não | Sim |
| <i>E. coli</i> O157:H7 | - | | | | |
| <i>Salmonella</i> | | | | | |
| <i>S. enteritidis</i> | + | Sim | Não | Não | Sim |
| <i>S. typhimurium</i> | + | Sim | Não | Não | Sim |
| <i>S. montevideo</i> | + | Sim | Não | Não | Sim |
| <i>S. give</i> | + | Sim | Não | Não | Sim |
| <i>S. kedougou</i> | + | Sim | Não | Não | Sim |
| <i>S. dublin</i> | + | Sim | Não | Não | Sim |
| <i>S. pullorum</i> | - | | | | |
| <i>S. choleraesuis</i> | - | | | | |
| <i>Campylobacter</i> | | | | | |
| <i>C. jejuni</i> | - | | | | |
| <i>C. coli</i> | - | | | | |

(+) Aglutinação ao MOS. (-) Não aglutinação ao MOS.

Adaptado de Spring et al., (2000)

2.7 Acidificantes: ácidos orgânicos na alimentação animal

A utilização dos ácidos orgânicos iniciou-se com as pesquisas de métodos de preservação de cereais colhidos com alto teor de umidade, sendo constatado que o uso de ácidos prolonga o período de armazenamento e, nos países desenvolvidos, é uma prática bem aceita e menos onerosa do que a secagem artificial. Ao ser comparado o valor nutritivo do milho preservado com ácido orgânico com aquele preservado por outros métodos, foi verificado um maior desempenho dos suínos alimentados com milho tratado com ácido. Tais resultados motivaram a realização de pesquisas para testar os referidos ácidos como promotores de crescimento (Teixeira, 1997).

Os ácidos orgânicos são usados como aditivos em dietas de aves e suínos com frequência para diversos fins. Eles podem ser classificados para os diferentes usos, tais como inibidores do desenvolvimento de fungos em matérias-primas e rações, no controle ou inibição da proliferação de enterobactérias, como as do gênero *Salmonella ssp* e *Escherichia coli*, e como potencializador dos ganhos nutricionais das dietas, aumentando a disponibilidade de nutrientes para a ave (Penz Jr. et al., 1993).

De acordo com Ingran (1960), citado por Baid Paker (1980), existem algumas limitações sobre o uso de ácido orgânico como inibidor microbiano:

- a) são ineficazes quando o nível de microrganismos é elevado;
- b) alguns microrganismos usam esses ácidos como fonte de carbono em seu metabolismo;
- c) existem mudanças inerentes à resistência de cepas individuais;
- d) tipos resistentes de microrganismos podem ser selecionados de acordo com as condições de uso.

Teixeira (1997) argumentou que, embora o efeito promotor de crescimento dos ácidos orgânicos suplementados às dietas não esteja bem definido, o mecanismo de ação dos ácidos e suas relações com a produtividade

animal pode estar ligado a algumas propriedades químicas e físicas, e existem várias hipóteses formuladas que evidenciam o modo de ação:

- a) redução do pH da ração decorrente da adição de ácido pode diminuir o pH do conteúdo estomacal e aumentar a atividade da pepsina, resultando na melhoria da eficiência digestiva;
- b) inibição da ação de substâncias sequestradoras de HCl no estômago;
- c) redução no número de bactérias coliformes e microrganismos anaeróbios no trato intestinal, em função da utilização de ácidos fumárico e cítrico em dietas de leitões;
- d) ácido fumárico suplementado à dieta promove uma melhoria da utilização de nutrientes, aumento da utilização de energia e proteína no metabolismo intermediário e mudanças em certas atividades enzimáticas relacionadas com a digestão;
- e) ácido fumárico proporciona melhores resultados no desempenho dos outros ácidos, por ser um intermediário do ciclo de Krebs e resulta em maior produção de energia.

As diferenças observadas nas respostas dos ácidos orgânicos podem também ser devidas às diferentes capacidades tamponantes dos alimentos, que variam substancialmente entre os ingredientes das rações. A capacidade tamponante ácida é baixa em cereais e subprodutos de cereais, intermediária ou alta em ingredientes protéicos e muito alta em minerais, exceto fosfato bicálcico ou monossódico (Jasaitis et al. 1987). De maneira geral, os ácidos orgânicos reduzem a capacidade tamponante da dieta; no entanto, determinados sais orgânicos podem aumentá-la (Roth e Kirchgessner, 1989a, citados por Partanen e Mroz, 1999).

Segundo Partanen e Mroz (1999), os ácidos orgânicos podem influenciar também a morfologia da mucosa do trato gastrointestinal, bem como estimular a secreção pancreática e servir como substrato no metabolismo intermediário.

Esses possíveis benefícios multifuncionais dos ácidos orgânicos podem resultar na melhoria do metabolismo gastrointestinal, favorecendo o processo de digestão, absorção e retenção de nutrientes.

Os ácidos orgânicos são ácidos fracos e os ácidos propiônico, cítrico, láctico e fumárico, mais comumente usados na preservação de alimentos, foram os mais pesquisados. A adição deles na ração inicial melhorou o desempenho dos animais na maioria dos trabalhos experimentais realizados principalmente com suínos (Teixeira, 1997).

Segundo Vale (1998), os ácidos orgânicos compreendem uma diversidade de compostos que, em determinadas combinações, finalidade e nível de uso em condições ambientais diversas, podem apresentar respostas variadas no desempenho das aves, sendo necessário cuidados inerentes às especificações e finalidades do uso dos mesmos.

Os ácidos orgânicos são ácidos monocarboxílicos saturados de cadeia reta, abrangendo também os derivados desse grupo, como os insaturados, hidroxílico, fenólicos e multicarboxílicos. Nomes comuns dados a esse grupo são graxas voláteis, lipofílicos e ácidos fracos ou carboxílicos. A cadeia reta do ácido pode ser agrupada em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), média (AGCM) ou longa (AGCL), de acordo com o número de carbonos (1-6; 7-10 e 11 ou mais carbonos, respectivamente). Ácidos com quatro carbonos ou menos (Fórmico, acético, propiônico e butírico) são líquidos em temperatura ambiente e miscíveis em água (Cherrington et al. 1999a).

Penz Jr. (1991) afirmou que há de se ressaltar o uso do termo “ácidos orgânicos” como termo genérico. Alguns autores informaram que o termo “acidificante” seria o mais apropriado, uma vez que os principais ácidos orgânicos podem ser mencionados juntamente com o ácido fosfórico, que é um ácido inorgânico.

Foegeding e Busta (1991) descrevem que os ácidos orgânicos com cadeias C1-C7 são amplamente distribuídos na natureza como constituintes naturais de plantas ou tecidos animais e que apresentam algumas propriedades físicas e químicas quando usados como acidificantes em dietas (Tabela 4). Também são transformados por meio da fermentação de carboidratos predominantemente no ceco e cólon de aves e suínos. Muitos dos seus sais, como os sais de cálcio, potássio e sódio, são também viáveis e possuem vantagens em relação aos ácidos livres por apresentarem um odor mais suave e maior facilidade de manuseio quando da formulação de ração, devido à sua forma sólida e menos volátil.

Tabela 4. Características físicas e químicas de ácidos orgânicos

| Ácido | Fórmula | MM (g/mol) | Forma | pK _a | Solubilidade em água |
|------------|--|---------------|---------|-----------------|-------------------------|
| Fórmico | HCOOH | 46.03 | Líquido | 3.75 | s |
| Acético | HCH ₃ COOH | 60.05 | Líquido | 4.76 | s |
| Propiônico | CH ₃ CH ₂ COOH | 74.08 | Líquido | 4.88 | s |
| Butírico | CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH | 88.12 | Líquido | 4.82 | s |
| Láctico | CH ₃ CH(OH)COOH | 90.08 | Líquido | 3.83 | + |
| Sórbico | CH ₃ CH:CHCH:CHCOOH | 112.14 | Sólido | 4.76 | - |
| Fumárico | COOHCH:CHCOOH | 116.07 | Sólido | 3.02 | - |
| | | | | 4.38 | |
| Málico | COOHCH ₂ CH(OH)COOH | 134.09 | Líquido | 3.40 | s |
| | | | | 5.10 | |
| Tartárico | COOHCH(OH)CH(OH)COOH | 150.09 | Líquido | 2.93 | + |
| | | | | 2.93 | |
| Cítrico | COOHCH ₂ C(OH)(COOH)CH ₂ COOH | 192.14 | Sólido | 3.13 | + |
| | | | | 4.76 | |
| | | | | 6.40 | |

MM = massa molar - (s) solúveis em todas as proporções; (+) muito solúvel; (-) pouco solúvel
Adaptado por Foegending e Busta (1991)

Uma característica do ácido orgânico é seu potencial de dissociação, em que a capacidade de mudar da forma não dissociada para a dissociada depende do pH do meio, que resulta num efetivo agente antimicrobiano. Quando o ácido está na forma não dissociada, esse pode difundir-se livremente pela membrana semipermeável do microrganismo para a região citoplasmática. Uma vez dentro

da célula, na qual o pH é mantido perto de 7,0, o ácido poderá dissociar-se e suprimir enzimas celulares (descarboxilases e catalases) e sistemas de transporte de nutrientes (Lueck, 1980, citado por Partanen e Mroz, 1999).

Segundo Baid Paker (1980), um valor de pH mais baixo que o pKa do ácido aumenta a proporção de moléculas não-dissociadas, aumentando, assim, sua eficiência como agente antimicrobiano. O autor afirmou que existem alguns ácidos que possuem mais de um pKa, ou seja, mais de um próton para ser trocado, aumentando sua atividade de troca, que, dependendo do meio, poderá agir efetivamente como acidificante.

Nesse sentido, verifica-se que os ácidos orgânicos, antes de serem acidificantes de dietas, são mais conhecidos como efetivos conservantes. Possuem ação bacteriostática e fungistática primária, que caracteriza uma inibição ou retardo do crescimento de determinadas cepas de bactérias e/ou fungos, mediante redução do pH da dieta.

Por apresentarem propriedades como baixa toxicidade e solubilidade em água, os ácidos orgânicos de cadeia curta, como acético, cítrico, propiônico, fumárico e sórbico, são mais utilizados como acidificantes. Quando se considera o uso de outros ácidos como acidificantes, nota-se que a atividade antimicrobiana eleva-se com o tamanho da cadeia. No entanto, ácidos alifáticos de cadeia longa, maiores que C₁₀ ou C₁₁, têm muito pouco potencial de aplicação (atividade) contra bactérias Gram negativas, devido a sua baixa solubilidade em água (Chichester e Tanner, 1972).

A maioria dos ácidos orgânicos usados como inibidores do crescimento de microrganismos possui um pKa entre três e cinco, o que limita sua utilização, principalmente em meios de pH acima de 5,5. No entanto, em concentrações mais elevadas do ácido, como, por exemplo, acima de 1 %, ou quando o meio é acidificado, abaixando o pH para 4,0 ou menos, eles são mais efetivos contra grande variedade de microrganismos. Existem algumas exceções, como o ácido

p-hidroxibenzóico, que possui o pKa igual a 8,5 e os ácidos sórbico e propiônico, que possuem alguma atividade em pH 6,0 ou 6,5 (Chishester e Tanner, 1972).

Cramer e Prestegard (1977) observaram que no estado não-dissociado, alguns ácidos orgânicos lipofílicos são facilmente solubilizados nas membranas celulares. Admite-se que eles inibem ou matam os microrganismos pela interferência na permeabilidade da membrana celular. Para os ácidos que se encontram fora da célula na forma não-dissociada, ao entrarem na célula, dependendo do pH citoplasmático, dissociam-se em cátions e prótons, reduzindo o pH citoplasmático, causando a morte da célula pela desnaturação da proteína e do DNA (Cherrington et al., 1991a). Podem também comprometer outros processos vitais, como o transporte de substrato e o desacoplamento da fosforilação oxidativa com o sistema de transporte de elétrons (Freese et al., 1973).

A morte das células devido à presença de ácidos orgânicos no meio, ao contrário de outros agentes antimicrobianos, não está associada à lise de membranas celulares. Cherrington et al. (1991a) constataram que *Escherichia coli* e *Salmonella* sp., quando incubadas com 0,5 e 0,7 M de ácido fórmico ou propiônico, foram mortas em 90% da população após 30 e 60 minutos, sem que houvesse efeito sobre a integridade da membrana celular, descartando uma possível ação nessa parte da célula. Os autores descreveram que o ácido propiônico foi um bactericida mais potente, provavelmente porque no pH 5,0, esse ácido tem uma maior proporção de moléculas indissociadas do que o ácido fórmico (43% para 5% , respectivamente). A dissociação dessas moléculas no citoplasma, reduzindo o pH e desnaturando o DNA de forma irreversível, é apresentado como o provável mecanismo de ação dos ácidos graxos de cadeia curta.

As regiões do trato gastrointestinal variam em sua capacidade de absorver íons metálicos. O pH do intestino influencia grandemente a solubilidade mineral. Com exceção dos íons alcalinos-ferrosos, os íons minerais têm tendência a formarem precipitados insolúveis à medida que o pH se eleva, o que ocorre na porção distal do intestino delgado. De maneira geral, quanto mais alcalino for o lúmen, mais baixa é a absorção mineral. Quando um mineral é ingerido, existe mais de um mecanismo de transporte para movimentá-lo do lúmen intestinal ao sangue. O sistema a ser usado depende da forma que o mineral assume quando se apresenta à membrana celular da mucosa. Depois da ingestão, o mineral é ionizado no pH ácido do estômago. No entanto, em pH médio para mais alto, há inúmeras reações químicas que podem precipitar o cátion metálico e, portanto, interferir com sua absorção (Risley et al. 1992).

Por outro lado, os ácidos orgânicos podem formar complexos com vários cátions e atuar como quelantes, evitando que os minerais venham a complexar com outros compostos no trato gastrointestinal, formando complexos insolúveis e de baixa assimilação. Portanto, efeitos positivos podem ser esperados quando da suplementação de ácido fumárico às dietas, pois complexos minerais contendo fumarato como ligante são prontamente disponíveis e assimiláveis (Risley et al., 1999).

2.8 Cogumelo desidratado como beneficiador de crescimento

Existe uma nova alternativa para melhorar os índices zootécnicos na produção animal, que são extratos de ervas e plantas com as suas propriedades intrínsecas. A utilização de extratos na forma de óleos essenciais e oleoresinas é muito antiga, distando de milhares de anos atrás, no Egito antigo, China, Índia e Grécia. Muitos extratos de plantas contêm princípios ativos que resultaram na base para muitos medicamentos modernos, como é o caso da digoxina da planta

digitalis, efedrina da erva chinesa *ma huang* ou a aspirina, que é comum no *sauce* (Miltenburg, 2000).

O desafio para os pesquisadores e nutricionistas da indústria de alimentação animal é pesquisar e quantificar as diversas funções que esses extratos possuem. Até o momento não são bem conhecidos se um determinado extrato atua como antioxidante, antimicrobiano, imunomodulador, estimulante de consumo e outras funções. Pode ser até mesmo que determinado princípio ativo apresente funções múltiplas.

Existe uma necessidade crescente de atender ao consumo de alimentos, que vem coincidindo com uma maior exigência do mercado consumidor por alimentos mais saudáveis. Na produção de frangos de corte, que é cada vez mais intensiva, têm-se procurado alternativas para a substituição de antibióticos por substâncias naturais, sem que causem danos à microbiota do trato gastrointestinal, sem deixar resíduos na carcaça desses animais e nenhum risco para a saúde humana.

A utilização do cogumelo *Agaricus blazei* como aditivo em dietas de frangos de corte como beneficiador de crescimento é uma alternativa ao uso de antibióticos, sem trazer riscos para o consumidor. É um alimento natural, rico em proteínas, vitaminas e sais minerais, além de possuir atividades imunomoduladoras (Fuini, 2001).

Os cogumelos fazem parte de um dos principais grupos de microrganismos eucarióticos: os fungos, que são heterotróficos, não fotossintéticos, e possuem parede celular definida. Podem ser unicelulares, multicelulares e macroscópicos, são imóveis e se reproduzem por meio de esporos (Pelczar et al., 1996).

No Brasil, é cultivado principalmente nos Estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais, e recebe o nome comercial de Cogumelo do Sol, sendo conhecido popularmente como Cogumelo de Deus, Cogumelo Princesa ou Cogumelo

Piedade. O cogumelo *Agaricus blazei* é explorado também em outros países, tais como China, Coréia, Indonésia, Tailândia (Kawagishi et al. 1989; Mizuno et al. 1990).

O *Agaricus blazei* é um fungo de clima quente e úmido, desenvolve bem em temperatura média de 24° C; no entanto, para o desenvolvimento do corpo de frutificação, requer umidade e temperatura em torno de 80 a 90 % e 23 a 30° C, respectivamente (Mizuno, 1995; Braga, 1997).

Mizuno et al. (1990) descreveram que o Cogumelo de Sol tem recebido atenção especial nos últimos anos, não sendo somente considerado um alimento natural e saudável, mas também devido aos seus princípios bioativos, que lhe conferem características de um alimento funcional, que pode ser hidrolizado durante o processo da digestão, sem causar riscos para saúde humana.

A composição química do cogumelo *Agaricus blazei* (Tabela 5) pode variar conforme espécie, método de cultivo e composição do substrato onde é desenvolvido (Mizuno, 1995).

Tabela 5. Composição química do cogumelo *Agaricus blazei*

| INGREDIENTE | UNIDADE |
|-------------|---------------|
| Água | 7,50 % |
| Proteína | 36,70% |
| Lipídeo | 3,00% |
| Fibra | 6,80% |
| Cinza | 6,64% |
| Açúcar | 38,40% |
| Potássio | 2,97% |
| Fósforo | 0,39 mg/100g |
| Ferro | 18,20 mg/100g |
| Cálcio | 41,60 mg/100g |
| Vitamina B1 | 0,30 mg/100g |
| Vitamina B2 | 3,20 mg/100g |
| Ergosterol | 354 mg/100g |
| Niacina | 49,20 mg/100g |

Adaptado de Mizuno (1995)

A ação antitumoral dos cogumelos tem estimulado uma das mais importantes buscas científicas feitas por pesquisadores, que é a descoberta de substâncias ou métodos que possam potencializar a resposta imunoestimulatória do organismo, de forma a induzir uma resistência sem causar efeitos colaterais.

No entanto, mais recentemente, com o desenvolvimento de técnicas mais precisas de isolamento e purificação de substâncias químicas, é que tem sido possível verificar a ação terapêutica de alguns cogumelos, isolando-se substâncias tanto de ação antitumoral quanto bacteriana (Chag e Buswell).

Algumas substâncias do *Agaricus blazei* têm sido isoladas e purificadas, tais como polissacarídeos, esteróides, complexo proteína-polissacarídeo, ácidos nucleicos, de corpos de frutificação, micélio e culturas filtradas desse cogumelo. Entretanto, os polissacarídeos têm recebido maior atenção por parte de muitos pesquisadores, pelo fato de possuir atividade antitumoral em alguns animais (Mizuno, 1995).

Segundo Kawagishi et al. (1989), alguns materiais que apresentavam a presença de polissacarídeos foram extraídos de corpos de frutificação de *Agaricus blazei* com oxalato de amônio aquoso e hidróxido de sódio, fracionados e testados quanto a atividade antitumoral. Pelos resultados, verificou-se que a maior fração encontrada foi constituída de proteína e β -D-glucana.

Mizuno et al. (1990) extraíram e purificaram polissacarídeos de corpos de frutificação de *Agaricus blazei* e verificaram que num total de 17 amostras, 25 % apresentaram grande atividade antitumoral. As frações de polissacarídeo obtidas foram: a) β -D-glucana (FI-a- β), constituído de ligações β - β -D-glucana; b) Glucana β -D-ácida (FA-I-a- β), constituído principalmente por β - β -D-glucana; c) Glucana β -D-Ácida, constituída principalmente por β - β -D-glucana e d) Complexo de RNA protéico (FA-2-b- β), obtido pelo processo de fracionamento.

A verdade é que devem-se estudar esses compostos tão antigos com as modernas técnicas de pesquisa, para avaliar as vantagens e eventuais desvantagens dos extratos de ervas e microrganismos, para substituir os antibióticos promotores de crescimento. E é importante saber que muitos extratos herbais já conseguem mostrar resultados zootécnicos, apesar de que ainda são necessárias muitas pesquisas para achar novas alternativas por um custo mais econômico e, com isso, o consumidor ganhará maior confiabilidade na indústria de produção animal.

2.9 Probióticos na alimentação de aves

A melhoria no desempenho dos animais é atribuída à ação dos aditivos antimicrobianos sobre os microrganismos da microbiota intestinal. A possibilidade de que o uso desses aditivos na ração induza à resistência cruzada em bactérias patogênicas para humanos tem levado a restrições a seu uso em muitos países. Nesse sentido, a pressão para a remoção de antibióticos das rações tem aumentado a busca de produtos alternativos. Dentre essas alternativas, estão os alimentos probióticos, que podem trazer benefícios à saúde dos animais domésticos, de tal forma que ocorra uma melhoria na eficiência alimentar como beneficiador natural de crescimento, diminua as perdas devidas às doenças subclínicas e haja uma redução nos sintomas de estresse.

O termo probiótico foi usado pela primeira vez na década de 60 para descrever fatores promotores de crescimento produzidos por microrganismos que estimulavam o crescimento de outros microrganismos (Lily e Stillwell, 1965). No entanto, isso não reflete o conceito atual, sendo redefinido por Paker (1974) como um suplemento microbiano capaz de exercer um efeito benéfico sobre a microbiota intestinal do hospedeiro. Como essas substâncias incluem também os antibióticos, ocorreu um estreitamento na definição: probiótico é um

suplemento alimentar microbiano vivo capaz de afetar benéficamente o hospedeiro, melhorando o equilíbrio da sua microbiota intestinal (Fuller, 1989). O “Food and Drug Administration” (FDA) dos EUA descreve que probiótico é uma fonte de microrganismos viáveis que ocorrem naturalmente, os quais podem ser utilizados diretamente na ração de animais.

No entanto, conforme Chesson (1993), citado por Ewing e Cole (1994), vale lembrar que dois termos devem ser definidos distintamente: probiose e probióticos, sendo probiose a capacidade natural da microbiota intestinal de resistir ao crescimento excessivo de espécies endógenas e ao estabelecimento de cepas invasivas, ao passo que probióticos são utilizados para reforçar ou restaurar esse equilíbrio da microbiota intestinal (Ferreira, 1998).

O marco do uso de probióticos em aves foi dado por pesquisadores finlandeses (Nurmi e Rantala, 1973). Esses autores observaram que o conteúdo intestinal de aves adultas normais, administrados oralmente às aves com um dia de idade, alterava sua sensibilidade à infecção por *Salmonella infantis*, dando proteção a 77% das aves, enquanto a infecção foi de 100% nos pintinhos controle.

O uso da exclusão competitiva (EC) difere do uso dos probióticos em alguns aspectos: os probióticos devem ser fornecidos continuamente na ração ou na água por determinado período; os produtos de exclusão competitiva são fornecidos via “spray” ainda no incubatório; os probióticos têm como finalidade melhorar o balanço da microbiota intestinal; e a exclusão competitiva tem o objetivo de impedir o estabelecimento de patógenos. Nos Estados Unidos, em 1989, o “Food and Drug Administration” (FDA) exigiu o uso do termo “direct fed microbial” (DFM) em lugar de probiótico. O DFM é regulado pelo Centro de Medicina Veterinária do FDA como alimento, e os microrganismos administrados aos animais são definidos e especificados, sendo listados pela AAFCO (American Association of Feed Control Officials). Os produtos de

exclusão competitiva são misturas inespecíficas de organismos vivos isolados do trato gastrointestinal de animais adultos.

Os probióticos podem conter bactérias definidas e quantificadas ou culturas bacterianas não definidas. Nas culturas definidas, podem estar presentes os gêneros *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Eubacterium* e *Lactobacillus* nas misturas probióticas, que conferem um efeito protetor mais prolongado e eficiente. No entanto, alguns probióticos têm apresentado diferentes composições de microrganismos que, mesmo pertencentes à mesma espécie e/ou gênero, podem ter diferentes cepas bacterianas, que conferem uma diversa eficácia probiótica em função da quantidade, variedade e características de microrganismos formadores da composição do probiótico (Silva, 2000).

A maioria dos microrganismos utilizados em animais são bactérias do ácido láctico e são usados combinados ou isolados e, às vezes, associados a leveduras, enzimas ou outros agentes classificados como probióticos. É importante que as bactérias sejam hospedeiro-específicas, para que a máxima eficácia do produto seja atingida (Butolo, 2000).

Segundo Kosaza (1989), os microrganismos usados como probióticos dividem-se em quatro grupos: aeróbios, que compreendem as bactérias não formadoras de esporo, como o gênero *Bacillus*; os anaeróbios, que são bactérias formadoras de esporo, como os *Clostridium*, as produtoras de ácido láctico, que são as *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* e *Enterococcus*, não formadoras de esporo, conforme a Tabela 6. É importante salientar que o gênero *Bifidobacterium* trabalha sinergicamente com o *Lactobacillus acidophilus* e ambos são descritos como possuidores de atividade antimicrobiana e necessários para manter a saúde do trato gastrointestinal.

Tabela 6. Microrganismos presentes em produtos probióticos e DFM

| Aeróbicos | Anaeróbicos | Bactérias lácticas | Leveduras |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| <i>Bacillus subtilis</i> | <i>Clostridium butyricum</i> | Bifidobacterium longum | <i>Saccharomyces boulardii</i> |
| <i>Bacillus to yoi</i> | | Bifidobacterium thermophilum | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> |
| <i>Bacillus cereus</i> | | Bifidobacterium adolescentis | <i>Aspergillus oryzae</i> |
| <i>Bacillus coagulans</i> | | Bifidobacterium animalis | <i>Aspergillus niger</i> |
| | | Bifidobacterium bifidum | |
| | | Bifidobacterium infantis | |
| | | Lactobacillus acidophilus | |
| | | Lactobacillus salivarius | |
| | | Lactobacillus reuteri | |
| | | Lactobacillus lactis | |
| | | Lactobacillus bulgaricus | |
| | | Lactobacillus brevis | |
| | | Lactobacillus casei | |
| | | Lactobacillus fermentum | |
| | | Enterococcus faecium | |
| | | Enterococcus faecalis | |

Adaptado de Leedle (2000b)

Segundo Montes e Pugh (1993); Fernandes (1995); Gibson e Roberfroid (1995), existem alguns critérios de seleção para um probiótico ser efetivo e apresentar propriedades benéficas ao animal. Nesse sentido, vários aspectos devem ser considerados na escolha de microrganismos a serem utilizados como probióticos na produção animal:

- a) Capazes de serem ativados e multiplicados rapidamente e propiciar condições de resistência ao peristaltismo;
- b) Estáveis durante a estocagem e permanecer viáveis por longo período;
- c) Capazes de aderir às células epiteliais do intestino e exercer efeito antagônica às bactérias indesejáveis;
- d) Não serem tóxicos nem patogênico para o homem e animais ou capazes de produzir efeitos adversos ao hospedeiro;
- e) Sobreviver às condições adversas do trato gastrointestinal e tolerantes a enzimas salivares, ácidos estomacais, sais biliares e ácidos graxos voláteis;
- f) Resistir aos antibióticos e às altas temperaturas de processamento.

Embora o mecanismo de ação dos probióticos não esteja completamente esclarecido, existem alguns modos de atuação propostos dos probióticos na sua atividade contra microrganismos patogênicos, aumentando a resistência do hospedeiro às desordens gastrointestinais (Vanbelle et al., 1990; Montes e Pugh, 1993). No entanto, especula-se que alguns possíveis mecanismos de ação para os probióticos associados ou não podem alterar a atividade e a composição bacteriana do trato gastrointestinal, proporcionar um equilíbrio entre diferentes microrganismos da microbiota intestinal e afetar benéficamente o processo digestivo (Ferreira, 1998).

a) Competição por sítios de adesão

Esse conceito ficou conhecido também como “Exclusão Competitiva” (Nurmi e Rantala, 1973). Sugere-se que as bactérias probióticas ocupem sítios de ligação (receptores) na mucosa intestinal, aproximadamente, 400 μ m acima da superfície intestinal, que não é carregada com a digesta, formando um biofilme de bactérias, e essa fina camada constitui um complexo ecossistema viscoso, onde um patógeno em potencial tem que ganhar certa dominância para se estabelecer. No entanto, são necessárias aproximadamente 40 bactérias para recobrir a superfície de uma célula intestinal. Assim, as bactérias patogênicas seriam excluídas por competição (Loddi, 2001).

b) Atividade antimicrobiana

A atividade antagonística, especialmente das bactérias lácticas, contra patógenos pode ser atribuída a substâncias bactericidas, tais como bacteriocinas, ácidos orgânicos e peróxidos de hidrogênio. As bacteriocinas são substâncias de natureza protéica que inibem diversos gêneros de bactérias prejudiciais (*Proteus*, *Salmonella*, *Staphylococcus*), além de *Escherichia coli*. A produção de ácidos orgânicos (acético, propiônico, butírico, lático) pode inibir o crescimento de patógenos pela redução do pH intestinal ou pelo efeito direto dos ácidos sobre bactérias (Leedle, 200b). A produção de peróxido de hidrogênio por

bactérias lácticas parece não ser importante no controle de outras bactérias intestinais; no entanto, o sinergismo e espectro de ação podem influenciar a inibição de bactérias Gram negativas (Cherrington et al. 1990).

c) Neutralização de enterotoxinas

Certos microrganismos produzem metabólitos que são capazes de neutralizar os efeitos de enterotoxinas produzidas por coliformes, e ainda reduzem a absorção de substâncias tóxicas, como, por exemplo, da amônia (Vanbelle et al. 1990).

d) Alteração no metabolismo

Alguns probióticos podem atuar pelo aumento da atividade enzimática: como β -galactosidase, modulando os efeitos de indivíduos lactase-deficientes, ou pela diminuição da atividade enzimática, como a da β -glucuronidase, da nitrorredutase e da azorredutase, responsáveis pela produção de substâncias pré-cancerígenas (Fernandes, 2000).

Por outro lado, vários autores informaram que a atividade da microbiota promovida por probióticos pode melhorar o processo da digestão e absorção de nutrientes. A redução do pH intestinal por bactérias lácticas proporciona maior absorção de ácidos de cadeia curta (forma não-dissociada). Diversas espécies de *Lactobacillus* presentes no trato gastrointestinal de frangos de corte secretam amilase, protease e lipase, as quais promovem alguma digestão de amido, proteína e lipídeos e, em poedeiras, proporcionam o aumento do consumo de ração, retenção de gordura e dos minerais cálcio, fósforo, cobre e manganês, indicando maior digestão e absorção de nutrientes (Nahosho, 1996; Jin et al., 1997; Leedle, 2000b).

e) Estímulo ao sistema imune

As bactérias probióticas têm a capacidade de modulação de respostas imunes sistêmicas, aumentando o número e a atividade de células fagocíticas do hospedeiro. O “status” imunológico do hospedeiro está diretamente relacionado

com a microbiota intestinal, uma vez que a carga antigênica resultante dessas bactérias induz ao estímulo do sistema imune (Tannock, 1998).

Algumas bactérias intestinais, como o *Lactobacillus* e o *Bifidobacterium*, estão diretamente relacionadas com o estímulo da resposta imune por aumento da produção de anticorpos, ativação de macrófagos, proliferação de células T, produção de interferon (Fuller e Gibson, 1997). Porém, o verdadeiro mecanismo pelo qual essas bactérias estimulam o sistema imune ainda permanece um tanto obscuro, sendo necessária melhor compreensão da forma pela qual os probióticos mantêm o equilíbrio no intestino de animais (Tannock, 1998).

O trato gastrointestinal das aves é o órgão de maior responsabilidade no desenvolvimento da imunidade geral inespecífica. Diferentemente de todas as outras espécies animais, as aves não apresentam linfonodos. Seus órgãos linfóides, espalhados ao longo do trato gastrointestinal, são as placas de Peyer, tonsilas cecais, inclusive a Bursa de Fabricius, que é uma invaginação da parte final do trato digestivo. Esses tecidos captam antígenos disponibilizados no trato digestivo, que estimulam as células B, precursoras de IgA, e células T, colaboradoras das placas de Peyer, para o desenvolvimento de imunidade geral e inespecífica. Pelo estímulo imunológico da mucosa, há produção de anticorpos tipo IgA, que bloqueiam os receptores e reduzem o número de bactérias patogênicas na luz intestinal (Jin et al., 1997).

2.10 Aditivos beneficiadores de crescimento para frangos de corte

O uso de aditivos beneficiadores de crescimento em rações para aves e suínos, em geral, é uma prática comum, e principalmente os antibióticos vêm sendo utilizados com essa finalidade. Embora vários experimentos tenham sido conduzidos com alguns aditivos alimentares, os resultados não diferem substancialmente daqueles obtidos com antibióticos para desempenho

zootécnico. Entretanto, é necessário enfatizar que se pode esperar que em condições de campo as vantagens do uso de aditivos beneficiadores de crescimento sejam mais significativas do que aquelas encontradas em condições experimentais, principalmente quando existe um maior desafio sanitário (Menten, 2001; Santos, 2002b).

Coates (1952) verificou uma melhora de 30% no ganho de peso, quando adicionou 40 ppm de penicilina à ração de frangos de corte criados em galpão com uso há mais de dez anos, e não foi observado nenhum efeito quando as aves foram criadas em galpão novo, o que demonstra a influência do ambiente sobre o efeito beneficiador de crescimento.

O maior estímulo de crescimento pela ação dos antibióticos, como beneficiador de crescimento, ocorre durante as quatro primeiras semanas de idade das aves, e as diferenças de peso adicionais desaparecem nos animais adultos (Cercos, 1957).

Segundo Cromwell (1991), o efeito benéfico dos antibióticos é maior em condições de campo, com respostas duas vezes maior do que as observadas em instalações experimentais, por causa das diferenças de limpeza, estresse e presença de doença.

Francis et al. (1978) verificaram o desempenho em perus alimentados com ração à base de milho e farelo de soja, com 750 mg/kg de uma mistura probiótica de *Lactobacillus acidophilus* e outros *Lactobacillus*, e com 55 mg/kg de bacitracina de zinco, administrados associados e isolados na mesma ração. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, tanto para peso corporal quanto eficiência alimentar aos 21 dias de idade. No entanto, a contagem de *Lactobacillus* foi maior para o tratamento com o probiótico e intermediária, quando os tratamentos foram associados.

Sciopini et al. (1978), citados por Penz JR. (1991), trabalhando com 1 % de ácido cítrico, e Kirchgessner e Roth (1982), com ácido fumárico a 1,5 % e 2,0 % na dieta de suíno, observaram melhoria significativa nos coeficientes de digestibilidade, tanto da matéria seca quanto do nitrogênio e da energia. Já Radecki et al. (1988) não encontraram nenhum efeito benéfico desses ácidos (1 a 3 %) sobre a digestibilidade da energia e do nitrogênio.

Patten e Waldroup (1988) estudaram o uso dos ácidos fumárico (0; 0,5; 1,0 e 1,5 %), formato de cálcio (0; 0,72; 1,48; 2,20 e 2,89 %) e as combinações entre os respectivos ácidos e seus níveis sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias. Foi verificado que 0,5 e 1,0% de ácido fumárico melhoraram o peso vivo, sem influenciar a eficiência alimentar; no entanto, a adição de níveis acima de 0,72% de formato de cálcio reduziu o peso corporal e eficiência alimentar.

Skinner et al. (1991) usaram ácido fumárico em níveis de 0; 0,125; 0,25 e 0,5% em dietas de frangos de corte, no período de 1 a 49 dias, e observaram melhoria no peso vivo somente aos 49 dias quando da adição do ácido fumárico a 0,125%, enquanto o consumo de ração e eficiência alimentar e rendimento de carcarça não foram significativos.

Por outro lado, Skinner et al. (1991), estudando a suplementação de 0,5; 1,0 e 1,25 % de ácido fumárico em rações para frangos de corte, observaram melhoria no peso vivo, peso médio das aves, mas não ocorreu efeito sobre a conversão alimentar. Porém, houve aumento significativo do consumo de ração. O mesmo resultado não foi observado por Vogt et al., (1981), que encontraram melhor conversão alimentar com ácido fumárico e pior ganho de peso final das aves suplementadas com 2 % do ácido fórmico.

Kaniawati et al. (1992) não verificaram nenhuma influência significativa da adição do ácido fumárico nos níveis de 0,5 a 2,0 % ou ácido láctico nos níveis

0,25 a 2,0 % suplementados em dietas de frangos de corte sobre os parâmetros de peso vivo, eficiência alimentar e mortalidade.

Bertechini e Hossain (1993) avaliaram promotores de crescimento para frangos de corte e observaram ganho de peso e conversão alimentar significativamente melhores para os tratamentos com virginiamicina mais probiótico Biobac (*Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus faecium*, *Saccharomyces cerevisiae*), em relação ao controle. Porém, não observaram diferenças significativas nos parâmetros estudados entre os tratamentos com virginiamicina mais probiótico e os tratamentos com virginiamicina ou probiótico adicionados às rações isoladamente.

Cavalcanti (1995) testou quatro dietas: uma com fosfato bicálcico e outras três contendo farinhas de carne com teores baixo, médio e alto de contaminação e dois probióticos, o Averbac, composto por *Lactobacillus*, *Enterococcus faecium*, fornecidos na primeira água de bebida, e Biobac, composto por *Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus faecium* e *Saccharomyces cerevisiae*, fornecido na ração. Não foi verificada significância para ganho de peso e consumo de ração, porém, para conversão alimentar houve diferença entre os tratamentos.

Segundo Ferreira (1995), frangos de corte alimentados com uma mistura de ácidos orgânicos Acidufeed (ácidos: láctico, adípico, fosfórico e propiônico (20g); cítrico (75g); fumárico (15g); tartárico (10g); aminoacético (5g); e lecitina, pepsina e ácidos húmicos como veículo) não apresentaram nenhum efeito significativo sobre o desempenho, recebendo ou não 0,4% de Luprosil (ácido propiônico tamponado) e bacitracina de zinco a 50 ppm.

Com objetivo de verificar a influência do probiótico *Bacillus subtilis* sobre a atividade de enzimas digestivas (Tripsina, amilase e lipase) em frangos de corte, Frizzas et al. (1996) testaram dois lotes de frangos (macho e fêmeas)

alimentados com dietas contendo 2900 e 3200 kcal EM/kg e 200 ppm de probiótico (10^{10} UFC/g). Os autores observaram que a dieta contendo um maior nível de energia e com adição de probiótico proporcionou maiores atividades de todas as enzimas.

Por outro lado, Frizzas (1996) verificou que o uso de diferentes níveis de probióticos (*Bacillus subtilis*) na ração não produziu efeitos significativos, embora uma tendência para melhorar o desempenho, crescimento alométrico do pâncreas e intestino delgado e atividades enzimáticas tenha sido observada.

Wolke et al. (1996) utilizaram o probiótico *Bacillus natto* em diferentes dosagens (0; 50; 75 e 100×10^9 esporos/ ton. de ração) na dieta de frangos de corte e observaram que somente os machos apresentaram uma melhora na conversão alimentar, ganho de peso e consumo de ração.

Runho et al. (1997) realizaram dois experimentos nos quais compararam-se níveis de ácido fumárico e adição de nitrovin na criação de frangos de corte. Os autores observaram, no primeiro experimento, uma melhoria na conversão alimentar devido à redução do consumo de ração, sem afetar o ganho de peso e, no segundo experimento para avaliar a energia metabolizável de rações contendo 1% de ácido fumárico, foi observado aumento da energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio das rações contendo o ácido.

Henrique et al. (1998) estudaram o efeito da suplementação de dietas com antibiótico avorparcin, probiótico biobac composto por *Streptococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus* e *Saccharomyces cerevisiae*, ácido orgânico fumárico e Altic composto por 45% de ácido propiônico e 15% de ácido fórmico e suas combinações sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. Os autores não observaram melhoria significativa sobre os parâmetros de desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte, quando

suplementados com aditivos alimentares isolados ou combinados nas dietas, apesar da mortalidade e do fator de produção terem apresentado valores numericamente melhores em relação ao controle.

Loddi et al. (2002) verificaram que a suplementação de probióticos compostos de *Bacillus subtilis* (10×10^{10} UFC/g), *Lactobacillus reuteri* (10×10^{10} UFC/g), *Lactobacillus johnsonii* (3×10^9 UFC/g) e prebiótico (mananligossacarídeo + ácido orgânico 0, 1 %) na ração de frangos de corte durante o período experimental administrado de forma combinada ou não não afetou o desempenho e rendimento de carcaça das aves. Contudo, numericamente, os resultados de desempenho foram melhores quando da suplementação de aditivos na dieta em relação ao controle.

Utilizando probiótico composto de *Enterococcus faecium* e o antibiótico Avoparcin, Gonzales et al. (1998a) verificaram que dentro do parâmetro desempenho, as aves que não receberam probiótico apresentaram resultados superiores para ganho de peso e consumo de ração. No entanto, quanto ao rendimento de carcaça dos frangos de corte, os melhores resultados foram obtidos quando houve associação do probiótico com o antibiótico.

Para verificar o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico avoparcin 10 ppm e probiótico Toyocerin 50, utilizados isoladamente, associados ou em uso seqüencial na fase inicial e final, Zuanon et al. (1998) observaram que as aves na fase inicial suplementadas com Avoparcin apresentaram melhor ganho de peso e conversão alimentar em relação à testemunha, porém, sem efeito significativo na fase final.

Henrique (1998), quando utilizou os antibióticos virginamicina e avilamicina com os probióticos Biobac (*Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus faecium*, *saccharomyces cerevisiae*) e Calporin Bs (*Bacillus subtilis*) e a combinação desses produtos sobre o desempenho e rendimento de

carcaça de frangos de corte, não observou efeito dos aditivos alimentares no consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, fator de produção e rendimento de carcaça, embora a mortalidade tenha sido menor na presença de probióticos e maior na presença de antibióticos em relação ao controle.

Loddi et al. (1998), trabalhando com rações contendo probiótico com *Enterococcus faecium* ou o antibiótico Avoparcina para frangos de corte durante um período de 42 dias, concluíram que a adição de probiótico possibilita a obtenção de melhores resultados de rendimentos de carcaças, quando associados ao uso de antibiótico.

Zuanon (1998) realizou dois experimentos para avaliar o efeito da suplementação dos antibióticos Colistina e Avoparcin, o quimioterápico Promax e o probiótico Toyocerin composto por *Bacillus toyoi* no desempenho de frangos de corte, e observou na fase inicial que as aves alimentadas com probiótico reduziram o consumo de ração, enquanto as que receberam Avoparcin e Colistina mais Avoparcin apresentaram ganho de peso e conversão alimentar melhor em relação aos outros tratamentos.

Conforme Penz JR. et al. (1993), a utilização de ácidos orgânicos na dieta de aves e suínos está relacionada ao efeito inibidor da proliferação de microrganismos nos animais. Nesse sentido, Vogt et al. (1981) observaram que o ácido fumárico a 1,0% na dieta reduziu o número de bactérias cecais e do intestino delgado de frangos de corte. Da mesma forma, Izat et al. (1990) verificaram redução no número de *Escherichia coli*, a 0,4% quando adicionado no período de 1 a 49 dias de idade ou nos últimos sete dias antes do abate.

Sciopini et al. (1978) citados por Penz JR. (1991), observaram que os ácidos fumárico e cítrico a 7 e 1 %, respectivamente, reduziram o número de bactérias coliformes e microrganismos anaeróbios no trato gastrointestinal de suínos na fase inicial.

Quando frutoligossacarídeo (FOS) foi administrado isoladamente para aves, pouca influência sobre a colonização por *Salmonella* spp. foi observada, mas quando foi utilizado em combinação com um probiótico houve redução significativa na quantidade cecal de *Salmonella* spp. (Bailey et al., 1991).

Fukata et al. (1999) demonstraram a eficácia da associação de microbiota cecal com FOS em reduzir a quantidade de *Salmonella enteritidis* nos cecos de frangos de corte inoculados aos 21 dias de idade. No período de 1, 7 e 14 dias após desafio com *Salmonella enteritidis*, o probiótico e o prebiótico reduziram a infecção, mas a combinação teve efeito sinérgico positivo.

Dionízio (2001) utilizou vários níveis de FOS (0; 0,1; 0,9 e 1,6 %) e avilamicina 10 ppm sobre desempenho, morfometria intestinal e contagem total de bactérias intestinais em frangos de corte no período de 1 a 42 dias, não observando efeito sobre o consumo de ração, porém, o ganho de peso e conversão alimentar tiveram efeito quadrático com melhores resultados no nível de 0,81 %, e a altura das vilosidades do duodeno foi menor com nível de 0,16% de frutoligossacarídeo.

Loddi et al. (2000) avaliaram efeitos de probiótico constituído de *Enterococcus faecium* (1×10^{10} UFC/g) 40 g/ton. e antibiótico avoparcin 15 e 10 ppm, respectivamente na fase inicial e crescimento sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. Os autores verificaram que o uso de probiótico não proporcionou melhorias no desempenho; no entanto, o rendimento de carcaça teve melhor resultado quando o probiótico foi associado ao antibiótico na dieta.

Feres et al. (2002) verificaram que, mesmo em condições de desafio na criação, a suplementação de avilamicina e mananoligossacarídeo melhorou o ganho de peso, sem afetar o consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade das aves na fase inicial de 1 a 21 dias. Contudo, ocorreu uma

melhora do rendimento de peito, filé de peito e redução da gordura abdominal das aves que receberam estes aditivos na dieta.

Fuini et al. (2001) estudaram os efeitos de diferentes níveis de Extrato de cogumelo *Agaricus blazei* (0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00 %) e do antibiótico virginiamicina (2,5 ppm/t) sobre o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 42 dias e não observaram diferenças significativas nas variáveis consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. No entanto, tanto o consumo de ração quanto ganho de peso apresentaram os efeitos negativos linear, mas a conversão alimentar foi melhor no nível de 0,25 % de cogumelo.

Fuini et al. (2001) verificaram que diferentes níveis de Extrato de cogumelo *Agaricus blazei* (0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00 %) e do antibiótico virginiamicina (2,5 ppm/t) afetaram a altura das vilosidades do duodeno e jejuno de frangos de corte aos 14 e 21 dias, respectivamente. Porém, não observaram diferenças significativas nos órgãos de resposta imune aos 21 dias, mas o peso do timo foi maior ao nível de 0,25 % de cogumelo na dieta. Os mesmos autores verificaram que não houve redução da microbiota do intestino delgado e cecos das aves com o uso de cogumelo e antibiótico nas rações.

Pedroso et al. (2002) estudaram o efeito da suplementação de aditivos microbianos sobre desempenho e morfometria intestinal de frangos de corte criados de 1 a 42 dias de idade. Os autores não encontraram diferenças significativas no desempenho, porém, foi observado maior peso do fígado nas aves que foram suplementadas com leveduras vivas e aumento da espessura do intestino das aves que foram suplementadas com *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus johnsonii* e flora liofilizada de aves em relação à dieta-controle.

Santos et al. (2002a) estudaram o efeito de antibiótico avilamicina 10 ppm, MOS 1kg/t, FOS 300 g/t, ácido fumárico 10 kg/t, extrato do cogumelo *Agaricus blazei* 2,7 kg/t e probiótico composto de (*Lactobacillus acidophilus*,

Lactobacillus casei, *Streptococcus lacteis*, *Streptococcus faecium*, *bifidobacterium bifidum* e *Aspergillus oryzae*) 1kg/t sobre o desempenho em dietas de frangos de corte criados no período de 1 a 42 dias e não constataram efeito significativo no consumo de ração e ganho de peso; porém, a conversão alimentar, eficiência alimentar e fator de produção foi melhor para as aves que receberam MOS. Os machos apresentaram melhores resultados em relação às fêmeas, independente dos tratamentos.

Dionízio et al. (2002), quando avaliaram FOS 0,9 %, Lactose 0,5 %, Manose 0,05 % e Sacarose 2,0 % em dietas para frangos de corte, não observaram efeitos significativos no desempenho nas fases de 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade, mas os machos apresentaram melhores resultados no consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar em relação às fêmeas. Já para rendimento de carcaça aos 42 dias de idade, não foi encontrado efeito significativo entre os aditivos utilizados.

Dionízio et al. (2002) estudaram os aditivos alimentares FOS 0,9 %, Lactose 0,5 %, Manose 0,05 % e Sacarose 2,0 % sobre contagem total de bactérias e pH do trato gastrointestinal em dietas para frangos de corte, e observaram uma redução na microbiota tanto do intestino quanto dos cecos na fase de 1 a 42 dias de idade, e a caracterização do tipo de microrganismos encontrados foi de Gram-positivos. Não foi encontrado efeito significativo entre os aditivos utilizados nos valores de pH do ingluvívio, duodeno e das rações; no entanto, as aves que receberam lactose apresentaram menor pH que os demais tratamentos.

Pedroso et al. (2002) avaliaram o efeito da suplementação dos antibióticos Bacitracina metileno dissalicilato (BMD), enramicina e avilamicinana nas dietas de frangos de corte sobre a estrutura da comunidade bacteriana intestinal de aves criadas em baterias e em piso. Os autores não

verificaram melhoria significativa no desempenho das aves criadas em baterias; no entanto, quando criadas em piso, as aves apresentaram diferenças no desempenho e modificação na microbiota intestinal.

Segundo Pelicano et al. (2002), a suplementação de probióticos compostos de *Bacillus subtilis* (10^{10} UFC/g), *Lactobacillus reuteri* ($6,6 \times 10^9$ UFC/g), *Lactobacillus johnsonii* ($1,3 \times 10^9$ UFC/g), *Bacillus licheniformis* ($1,6 \times 10^9$ UFC/g) e *Saccharomyces cerevisiae* (8×10^9 UFC/g) adicionados na ração e água de bebida não proporcionou nenhuma diferença significativa no rendimento de carcaça e análise sensorial de carne de peito de frangos de corte. Os autores observaram que esses aditivos alimentares proporcionaram maior altura e perímetro do vilo tanto do duodeno quanto do jejuno das aves aos 42 dias de idade, apesar de ter sido observada menor contagem de vilos por área estudada.

Santos et al. (2002c) verificaram que a suplementação de antibiótico avilamicina 10 ppm, MOS 1kg/t, FOS 300 g/t, ácido fumárico 10 kg/t, extrato do cogumelo *Agaricus blazei* 2,7 kg/t e probiótico composto de (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lacteis*, *Streptococcus faecium*, *bifidobacterium difidum* e *Aspergillus oryzae*)1kg/t em dietas de frangos de corte no período de 1 a 42 dias proporcionou maior contagem de bactérias totais para o intestino e cecos, exceto o ácido fumárico, que teve resultados semelhantes em relação ao antibiótico. Houve interação para o pH intestinal, em que os machos tiveram menor pH no ingluvío, mas, no duodeno, foi maior para as fêmeas que receberam MOS e probiótico e, nos cecos, somente os machos tiveram maior pH quando suplementados com MOS. Já para o pH das rações, somente os prebióticos proporcionaram valores maiores em relação aos outros tratamentos.

De acordo com Schwarz et al. (2002), que trabalharam com antibiótico avilamicina 7 ppm, levedura viva (*Saccharomyces cerevisiae*-Biosaf), parede celular de levedura (Pronady), FOS (Frutoligossacarídeo), saponina (Quilaya), probióticos calsporin e *Lactobalillus fermentum*, sobre o desempenho de frangos

de corte aos 45 dias de idade, não houve efeito significativo sobre os parâmetros de desempenho; no entanto, os tratamentos com saponina, saponina mais probiótico e parede celular de levedura favoreceram o desenvolvimento da vilosidade intestinal em relação aos outros tratamentos.

Santos et al. (2002b) estudaram o efeito de antibiótico avilamicina 10 ppm, MOS 1kg/t, FOS 300 g/t, ácido fumárico 10 kg/t, extrato do cogumelo *Agaricus blazei* 2,7 kg/t e probiótico composto de (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lacteis*, *Streptococcus faecium*, *bifidobacterium difidum* e *Aspergillus oryzae*)1kg/t sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte criados no período de 1 a 42 dias e constataram efeito significativo para as aves que receberam ácido fumárico, extrato de cogumelo e probiótico. Foi verificado maior rendimento de peito quando do uso de antibiótico e MOS, mas para rendimento de asa e coxa, não houve diferença, exceto para os machos, os quais apresentaram melhores resultados. Para gordura abdominal, não houve efeito, mas numericamente o uso dos aditivos mostraram uma redução de 22% de gordura abdominal em relação ao antibiótico; no entanto, as fêmeas apresentaram maior deposição de gordura em relação aos machos.

Schocken-iturrino et al. (2002) observaram que o uso de probiótico constituído de *Lactobacillus reuteri* e *Lactobacillus johnsonii* na alimentação de frangos de corte inoculados com *Clostridium perfringens* criados no período de 1 a 42 dias de idade proporcionou maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, além de inibir a ação de patógenos e auxiliar no controle de enterite necrótica das aves.

Segundo Teixeira et al. (2002), o efeito do período de fornecimento de antibióticos (avilamicina 10 ppm e Bacitracina de zinco 5 ppm) suplementados nas dietas de frangos de corte proporcionou maior consumo de ração, ganho de peso e melhor conversão alimentar das aves, respectivamente, aos 23, 19 e 7 dias

de idade. Observou-se que os machos apresentaram melhor desempenho zootécnico em relação às fêmeas, aos 40 dias de idade.

Vargas Jr. et al. (2002) verificaram que melhores resultados são no rendimento de carcaça quando probióticos (Calsporin e Finlact), prebióticos (Lactifit) e antibiótico (avilamicina) são adicionados na ração de forma associada para frangos de corte no período de 1 a 40 dias de idade.

Assim, para verificar a dosagem e a forma de utilização dos aditivos alimentares que são beneficiadores do crescimento, torna-se importante que estudos posteriores sejam realizados, com objetivo de buscar alternativas ao uso de antibióticos em dietas de frangos de corte para obterem-se melhores respostas na produção animal, numa condição de desafio de campo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimento I: Efeito do período de fornecimento de antibióticos na criação de frangos de corte

3.1.1 Local e período experimental

O ensaio foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no período de 26/12/2000 a 06/02/2001. A cidade de Lavras está situada na região sul do Estado de Minas Gerais a 21°14'30"(S) de latitude, 45°(O) de longitude e 910 metros de altitude. O clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Cwb, tropical úmido, com duas estações definidas: chuvosa (novembro/abril) e seca (maio/outubro) (Ometto, 1981). As temperaturas média, mínima e máxima diária do respectivo experimento, medidas no interior do galpão, constam na Tabela 1A (anexos).

3.1.2 Aves, instalações e manejo geral

Foram utilizados 1500 pintos sexados da linhagem Coob, adquiridos com um dia de idade, vacinados contra a doença de Marek e Bouda Aviária e peso médio de 45 g. As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, construído na orientação Leste-Oeste, coberto com telhas de cimento-amianto, pé-direito de 3,0 metros, muretas de 0,40 metro de altura e o restante das laterais fechadas com tela de arame galvanizado, dotadas de cortinas de lona plástica para proteção de vento e frio. O galpão internamente apresenta 60 boxes, com 3,0 m² (2,0 m x 1,5 m), sendo 30 de cada lado, separados por um corredor de 2,0 m de

largura, com piso de cimento. Em cada box foram colocados um comedouro tubular, um bebedouro pendular e um sistema de aquecimento por meio de lâmpadas incandescentes de 220v / 100 watts, suspenso a 0,30 metros do piso. As lâmpadas foram acesas previamente no alojamento das aves para que o ambiente atingisse uma temperatura de 34°C, ideal para os primeiros dias de vida dos pintos. As lâmpadas de aquecimento foram mantidas acesas nos primeiros 14 dias, principalmente no período noturno, e as cortinas de plástico nas laterais do galpão ficaram completamente fechadas. Após esse período, o manejo de aquecimento do galpão foi feito de acordo com a temperatura ambiente e o comportamento das aves. As lâmpadas de aquecimento foram desligadas e as cortinas passaram a permanecer abertas durante o período diurno:noturno, sendo fechadas somente na ocorrência de chuvas.

A temperatura interna do galpão foi monitorada diariamente às 9 horas e 16 horas, por dois termômetros de máxima e mínima, localizados nas fileiras laterais do galpão, a 30 cm do piso.

As aves foram alojadas sobre a cama de maravalha de madeira já utilizada em outro ciclo de produção de frangos de corte, que foi espalhada uniformemente a uma altura de ± 5 cm. Antes do alojamento das aves, o galpão experimental passou por um vazio sanitário de 14 dias, sendo somente varrido, não sendo utilizado lança-chamas e nenhum produto desinfetante. Tais práticas foram adotadas com o objetivo de simular condições semelhantes às encontradas em granjas comerciais, onde o desafio microbiano é normalmente maior do que em instalações experimentais. Acredita-se que os antibióticos atuem com mais eficiência como promotores de crescimento em aves que estejam em situações de desafio microbiano.

No primeiro dia do experimento, após a chegada das aves, observaram-se as condições físicas e sanitárias do lote, com o intuito de conferir o estado geral do lote de aves. Em seguida, foram pesadas e distribuídas 25 aves por parcela

experimental, de forma que entre as unidades experimentais fosse o mais homogêneo possível.

Utilizou-se em cada box um bebedouro infantil, o qual foi substituído a partir do 5º dia pelo bebedouro tipo pendular. Ambos os bebedouros foram lavados duas vezes ao dia. As rações iniciais foram fornecidas em comedouros infantis com capacidade para quatro quilos. No 5º dia, os comedouros infantis foram substituídos por comedouros tubulares com capacidade para 15 quilos, permanecendo até o final do experimento. Foi utilizada uma camada de 1,5 cm de cama nova sobre a cama velha e folha de jornal para cobrir a cama somente sob a campânula de aquecimento, até o 3º dia.

Até o terceiro dia do experimento, as aves mortas ou refugadas foram trocadas por aves aparentemente saudáveis e que estavam recebendo a dieta-controle. A partir dessa data, sempre que se observava uma ave em condições deficientes, essa era retirada com o objetivo de uniformizar o lote e evitar possível discrepância na média de cada unidade experimental.

As aves receberam ração e água à vontade durante o período experimental, e um programa de 24 horas de luz natural e artificial. Adotou-se um programa alimentar de duas fases (1 a 21 dias e 22 a 40 dias).

3.1.3 Delineamento e dietas experimentais

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2x2 (período de fornecimento x antibiótico x sexo), totalizando dez tratamentos para cada sexo, com três repetições, 25 aves por parcela experimental. Os antibióticos utilizados foram a avilamicina (10 ppm) e bacitracina de zinco (5 ppm), fornecidos durante cinco períodos de fornecimento (0, 10, 20, 30 e 40 dias). As dietas experimentais ficaram assim esquematizadas para cada sexo:

1. Ração basal sem avilamicina (controle negativo)
2. Ração basal + avilamicina até 10 dias
3. Ração basal + avilamicina até 20 dias
4. Ração basal + avilamicina até 30 dias
5. Ração basal + avilamicina até 40 dias
6. Ração basal sem bacitracina (controle negativo)
7. Ração basal + bacitracina de zinco até 10 dias
8. Ração basal + bacitracina de zinco até 20 dias
9. Ração basal + bacitracina de zinco até 30 dias
10. Ração basal + bacitracina de zinco até 40 dias

A dieta basal foi formulada à base de milho, farelo de soja e óleo de soja, suplementada com minerais e vitaminas, sendo isonutritivas, porém, sem a suplementação de anticoccidiano. A dieta basal foi formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000) e a composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta basal encontra-se na Tabela 7 e a composição dos suplementos de microminerais e vitaminas, na Tabela 8.

TABELA 7. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas rações experimentais.

| INGREDIENTE | EM (kcal/kg) | MS (%) | PB (%) | Met (%) | M+C (%) | Lis (%) | Ca (%) | P ^d (%) | Na (%) |
|--------------------|-----------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------------------|-----------|
| Milho | 3371 | 88,13 | 7,89* | 0,17 | 0,37 | 0,25 | 0,04 | 0,08* | 0,029 |
| Farelo de soja | 2266 | 88,86* | 46,09* | 0,65 | 1,27 | 2,78 | 0,39* | 0,23* | 0,070 |
| Fosfato bicálcico | - | 99,80 | - | - | - | - | 25,36** | 20,31** | - |
| Calcário calcítico | - | 99,80 | - | - | - | - | 38,48* | - | - |
| Óleo de soja | 8790 | 99,30 | - | - | - | - | - | - | - |
| Sal comum | - | - | - | - | - | - | - | - | 39,74 |
| DL-metionina | - | 99,50 | - | 99,00 | 99,00 | - | - | - | - |
| L-lisina | - | 99,50 | - | - | - | 79,00 | - | - | - |

*Determinados no laboratório de Pesquisa Animal da UFLA, e os demais foram retirados das Tabelas de Rostagno et al. (2000).

**Determinados no laboratório de solo da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes-MG

A determinação da matéria seca, proteína bruta (micro-kjedahl), extrato etéreo (soxhlet), cálcio (permanganometria) e fósforo (colorimetria) foi realizada no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, conforme metodologia de AOAC (1990).

TABELA 8. Composição dos suplementos de vitaminas e microminerais¹.

| INGREDIENTE | UNID | QUANTIDADE POR Kg DE PREMIX | ENRIQUECIMENTO POR Kg DE RAÇÃO |
|--------------------------|------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Vitamina A | (UI) | 30.000.000 | 15.000 |
| Vitamina D ₃ | (UI) | 6.000.000 | 3.000 |
| Vitamina E | (mg) | 60.000 | 30 |
| Vitamina K ₃ | (mg) | 8.000 | 4 |
| Vitamina B ₁ | (mg) | 6.000 | 3 |
| Vitamina B ₂ | (mg) | 12.000 | 6 |
| Vitamina B ₆ | (mg) | 12.000 | 6 |
| Vitamina B ₁₂ | (?g) | 60.000 | 30 |
| Vitamina C | (mg) | 100.000 | 50 |
| Ácido fólico | (mg) | 3.000 | 1.5 |
| Ácido pantotênico | (mg) | 30.000 | 15 |
| Biotina | (mg) | 240 | 0.12 |
| Niacina | (mg) | 80.000 | 40 |
| Selênio | (mg) | 360 | 0,180 |
| Iodo | (mg) | 1400 | 0.7 |
| Ferro | (mg) | 9600 | 4.8 |
| Cobre | (mg) | 20000 | 10 |
| Manganês | (mg) | 156.000 | 78 |
| Zinco | (mg) | 110.000 | 55 |

¹ Vaccinar Ltda.

As dietas experimentais para as fases inicial (1 a 21 dias) e final (22 a 40 dias) foram formuladas seguindo as exigências recomendadas por Rostagno et al. (2000), como consta na Tabela 9.

TABELA 9. Composição e valores nutricionais da dieta basal.

| INGREDIENTE | Fase inicial¹ | Fase final¹ |
|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Milho moído | 57,103 | 62,774 |
| Farelo de soja | 36,457 | 30,244 |
| Óleo de soja | 2,831 | 3,396 |
| Fosfato bicálcico | 1,568 | 1,428 |
| Calcário calcítico | 1,205 | 1,137 |
| Cloreto de colina (60 %) | 0,050 | 0,050 |
| Sal comum | 0,422 | 0,385 |
| DL-metionina (99%) | 0,158 | 0,180 |
| L-lisina (78%) | 0,005 | 0,190 |
| Suplemento mineral | 0,050 | 0,100 |
| Suplemento vitamínico | 0,050 | 0,100 |
| Caulin | 0,101 | 0,016 |
| TOTAL | 100,00 | 100,00 |
| NÍVEL NUTRICIONAL | | |
| Matéria seca (%) | 88,68 | 88,45 |
| EM (kcal/kg) | 3000 | 3100 |
| Proteína bruta (%) | 21,30 | 18,90 |
| Metionina + cistina (%) | 0,820 | 0,800 |
| Lisina (%) | 1,180 | 1,150 |
| Cálcio (%) | 1,024 | 0,942 |
| Fósforo disponível (%) | 0,440 | 0,400 |

¹ Os antibióticos foram suplementados nas rações em substituição ao material inerte (caulin).

3.1.4 Características avaliadas

3.1.4.1 Desempenho

O consumo de ração e o ganho de peso foram controlados durante todo o período experimental. O consumo acumulado de 1 a 40 dias foi expresso em consumo médio por ave. O ganho de peso foi expresso considerando-se a média por ave nos 40 dias de idade.

A conversão alimentar média por ave, acumulada de 1 a 40 dias, foi calculada com base na relação entre o consumo de ração e o ganho de peso. A

viabilidade foi obtida subtraindo-se de 100 a porcentagem de mortalidade até os 40 dias de idade.

3.1.4.2 Características de carcaça

O rendimento de carcaça foi avaliado aos 40 dias de idade, quando foram separadas duas aves por repetição (6 machos e 6 fêmeas por tratamento, 120 aves no total), com peso médio representativo da unidade experimental. As aves foram submetidas a um jejum de seis horas, sendo pesadas e, em seguida, abatidas segundo os procedimentos normais de abate. As carcaças evisceradas com cabeça, pescoço e pés, vísceras comestíveis e gordura abdominal foram pesadas antes do resfriamento a 0°C por 24 horas. O rendimento de carcaça foi calculado com base no peso vivo no momento do abate e o das partes nobres foi calculado em relação ao peso de carcaça eviscerada. Os acúmulos de gordura foram relacionados ao peso da carcaça.

3.1.4.3 pH do conteúdo do duodeno e cecos dos frangos de corte

Ao final do experimento, foram abatidas seis aves por tratamento, totalizando 60 animais, com peso próximo à média da parcela experimental, para a mensuração do pH do conteúdo do duodeno e dos cecos. A metodologia empregada foi a descrita por Coon et al. (1990), com algumas adaptações.

Os animais foram sacrificados por deslocamento cervical e, imediatamente após o abate, foram medidos o pH da porção distal do duodeno e do ceco, em que o sensor do peagâmetro foi introduzido diretamente em uma incisão mediana feita em cada segmento.

3.1.4.4 Contagem total de bactérias do intestino delgado e cecos

Ao final do experimento, foram sacrificadas seis aves por tratamento, totalizando 60 amostras de duodeno e 60 amostras dos cecos para a realização da análise microbiológica. Em cada ave abatida, as seções do duodeno e cecos,

previamente isoladas e separadas por ligaduras, foram removidas, acondicionadas em sacos plásticos, colocadas em caixa térmica contendo gelo e imediatamente transportadas ao Laboratório de Microbiologia do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras.

Foi formado um “pool” da digesta de cada segmento, e coletados 5 g de material e imediatamente transferidos para erlenmeyers de 250 ml, contendo 45 ml de água peptonada estéril (10g de peptona; 1000 ml de água destilada). A partir dessa amostra, foi obtida uma diluição de 10^{-1} , a qual foi utilizada para as diluições subsequentes até 10^{-6} . Das diluições 10^{-4} , 10^{-5} e 10^{-6} , foi feito plaqueamento de 0,1 ml de cada diluição e em triplicata em meio PCA (Plate Count Agar) constituído de 5,0 g de triptona; 2,5g de extrato de levedura; 1,0 g de glicose; 12,0 g de ágar; 1000 ml de água destilada; pH $7,0 \pm 0,2$. As placas foram incubadas 48 horas a 32° C; posteriormente foi feita a contagem das unidades formadoras de colônia (UFC/g) e o isolamento de microrganismos.

3.1.4.5 Morfometria do trato gastrointestinal

As vilosidades do duodeno e jejuno foram avaliadas microscopicamente após o abate de seis aves por tratamento, no 40º dia do experimento. Os segmentos fechados do duodeno e jejuno foram coletados cuidadosamente, com aproximadamente 2 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro, que foram imediatamente lavados em água destilada, identificados e fixados em BOUIN (150 ml de solução aquosa saturada de ácido pícrico, 50 ml de formol comercial 40% e 10 ml de ácido acético glacial) por 24 horas, sendo depois lavados e conservados em álcool 70% para futuras análises.

As amostras foram preparadas segundo a técnica descrita por Junqueira & Junqueira (1983), com algumas adaptações.

Desidratação: os fragmentos do intestino delgado foram cortados em amostras com 0,5 cm de comprimento. A primeira etapa da inclusão

(desidratação) consiste na retirada da água dos tecidos e a sua substituição por álcool nas seqüências, 70%, 80%, 90% e duas baterias de álcool etílico absoluto (100%), por quarenta minutos, em cada solução.

Diafanização: o álcool presente nos tecidos foi substituído por xilol (1:1), sendo as amostras mantidas em duas baterias, por 40 minutos cada uma.

Inclusão em parafina: os cortes foram colocados em formas cúbicas de alumínio com parafina previamente fundida em estufa, entre 54° e 60° C, por uma hora. Esse processo foi realizado duas vezes para cada corte. O objetivo da inclusão em parafina é impregnar os tecidos com substância de consistência firme (formando blocos), que permite cortá-los em fatias finas, para depois corá-los, possibilitando sua visualização ao microscópio.

Microtomia: os cortes nos blocos foram feitos em micrótono (ANCAP 781), com espessura de 0,6 μ m, de modo que, entre uma seção e a subsequente, fossem eliminadas, no mínimo, 30 seções. As fitas obtidas durante a microtomia foram transferidas para o banho-maria com 32° a 38° C. Os cortes foram distendidos na superfície da água e, em seguida, colocados na superfície da lâmina.

Coloração: para coloração, os cortes foram desparafinizados em estufa com 54° a 55° C, por 30 minutos. Em seguida, foram colocados em duas baterias de xilol por 20 minutos. Depois, foram mergulhados em soluções decrescentes de álcool a 100% (duas baterias), 90%, 80% e 70%, denominadas de hidratação, pelo período de 10 minutos cada um. Posteriormente, foram lavados em água corrente por 40 minutos. Os cortes foram, então, corados pela solução aquosa de hematoxilina por cinco minutos e lavados em água corrente por 30 minutos. Em seguida, foram corados pela solução de eosina por cinco minutos e lavados em água corrente por um minuto.

Após essa etapa, teve início a desidratação na seqüência de soluções crescentes de álcool a 70%, 80%, 90% por cinco minutos cada uma, e duas

baterias de álcool etílico (100%), também por cinco minutos cada uma. Iniciando a diafanização em duas baterias de xilol, sendo a primeira por 10 minutos e a segunda por 40 minutos. As lâminas foram montadas com uma gota de bálsamo do Canadá sobre o corte e, em seguida, colocou-se delicadamente a lamínula.

Foram confeccionadas duas lâminas por região coletada, contendo dois cortes cada uma. As análises morfométricas dos cortes histológicos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, utilizando microscópio óptico (OLYMPUS BX50) com aumento de 40 vezes. Para medições de altura de vilosidades, profundidade das criptas e espessura da muscular da mucosa foi utilizado analisador de imagem “Image-pro Plus 1.3.2” (1994). Foram selecionadas e medidas, comprimento em linha reta de acordo com a unidade adotada (? m), 20 vilosidades e 20 criptas, bem orientadas, de cada região intestinal, por animal. As relações entre vilosidades e criptas também foram calculadas.

As medidas de altura das vilosidades foram tomadas a partir da base superior da cripta até o ápice da vilosidade e as criptas foram medidas entre as vilosidades da base inferior até a base superior da cripta.

3.1.4.6 Viscosidade intestinal e colesterol total sérico

A viscosidade intestinal foi mensurada no final do experimento, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciências de Alimentos da Universidade Federal de Lavras, quando seis aves por tratamento foram abatidas e, em seguida, coletou-se o conteúdo intestinal presente no segmento do início da alça duodenal até o divertículo de Meckel's.

As amostras do conteúdo intestinal foram preparadas e homogeneizadas segundo a técnica descrita por Dusel et al. (1997), com algumas adaptações. O conteúdo foi colocado em um recipiente plástico para a composição de uma

única amostra por parcela experimental. Em seguida, foi transferido para um tubo de centrífuga de 50 ml para a centrifugação por 3 minutos a 3000 rpm e, após, foram coletadas amostras de 25 ml de sobrenadante e transferidas para um becker de 50 ml para mensurar a viscosidade, em aparelho viscosímetro da marca Brookfield Synchro-Lectric (modelo RV, Brookfield Engineering Laboratoris, Stoughton, MA 02072, USA) equipado com cone C-40 e chapa em T-bar. O valor da viscosidade é mensurado em “Centipoise” (cp), conforme as instruções do fabricante.

A determinação do nível de colesterol sérico foi realizada no Setor de Fisiologia do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras, ao término do experimento. Para essa avaliação, foi abatida uma ave por unidade experimental, e a mesma deveria ter, aparentemente, o peso corporal próximo ao peso médio das aves da parcela, sendo submetida a um jejum de seis horas, antes da coleta das amostras de sangue.

A coleta de sangue foi obtida da veia jugular, localizada ao longo do pescoço da ave. Por meio de uma incisão mediana, foram retirados aproximadamente 5 ml de sangue de cada ave, que foi colocado em um tubo de ensaio estéril, devidamente identificado. Esse sangue foi conservado no gelo enquanto a coleta das amostras era realizada. Ao término dessa, o sangue foi mantido em geladeira até o início da centrifugação para a obtenção do soro. Esse processo ocorreu após o procedimento de coleta das amostras do mesmo dia.

O sangue foi centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos e, separado o soro, esse foi retirado e transferido para um tubo Ependorff e mantido em freezer para análise de nível de colesterol no soro. A metodologia utilizada para essa análise foi o Teste Enzimático-Trinder por Fotocolorimetria – ANALISA – Cat.260, descrito pelo laboratório ANALISA DIAGNÓSTICA LTDA. O resultado foi quantificado colorimetricamente, sendo proporcional à concentração de colesterol no soro sanguíneo.

3.1.4.7 Medidas alométricas do intestino delgado frangos de corte

Ao final do ensaio experimental, seis aves por tratamento, totalizando 30 machos e 30 fêmeas, foram submetidas a um jejum de seis horas, sendo pesadas e, em seguida, processadas, segundo os procedimentos normais de abate. Após o abate, os órgãos intestinais foram expostos por uma incisão mediana na cavidade abdominal e isolados assepticamente (Risley et al. 1992). O sistema digestivo de cada ave foi removido, sendo eliminado o fígado, pâncreas, coração, bursa de Fabrício e a gordura abdominal, para fins de medição morfométrica. A separação da porção do intestino delgado foi realizada a partir da junção com a moela até a ligação da região íleo-ceco-cólica, considerando da junção com os cecos até a cloaca, para o registro dos índices morfométricos: peso, comprimento do trato digestivo e a relação peso do trato digestivo/peso corporal, representada em gramas do trato digestivo/ 100 gramas do peso corporal, segundo a metodologia descrita por Fethiere e Miles (1987), com algumas adaptações.

3.1.4.8 Perfil de ácidos graxos voláteis dos cecos

A concentração de ácidos graxos voláteis de cadeia curta (Acético, propiônico e butírico) do conteúdo dos cecos foi determinada no final do ensaio experimental, aos 40 dias. Para essa avaliação, foram abatidas seis aves por tratamento, quando foram isoladas e removidas seções dos cecos, acondicionadas em sacos plásticos estéreis, os quais foram colocados em recipiente com gelo. As amostras foram, a seguir, levadas para o laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia (DZO/UFLA), onde permaneceram no freezer a -20°C , para futuras análises.

Em local fechado, com temperatura ambiente, o conteúdo de cada ceco foi descongelado e colocado cuidadosamente em becker de 50 ml na proporção 1:4 (peso da amostra : peso de água destilada) para formação de uma mistura

homogênea. Em seguida, uma amostra de 5 ml da mistura já homogeneizada foi colocada em um tubo de ensaio, adicionado 1 ml de ácido metafosfórico 25%, e centrifugada a 6500 G (rotação) por 15 minutos. Após a centrifugação, foi retirado 1,5 ml do sobrenadante e armazenado em tubos Ependorffs e guardado em freezer para análise cromatográfica.

A metodologia utilizada nas amostras do conteúdo cecal que foram preparadas para determinação da concentração dos ácidos graxos voláteis de cadeia curta (Acético, propiônico e butírico) foi a técnica descrita por Annison et al. (1968) e Marounek et al.(1999), com algumas adaptações. Os resultados foram obtidos de acordo com a unidade adotada pelo aparelho de cromatografia (ng/?l) que foi, em seguida, transformada para a unidade de mmol/L.

Para as medições das concentrações dos ácidos graxos voláteis, foi utilizado o aparelho de Cromatografia Gasosa CG -17A do Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa – MG, equipado com auto-injetor AOC-17 (Modelo SHIMADZU-GCMS-QP5000) e coluna marca NUKOL 30 m / 0,25 mm, empacotada com carbopack e com detector de ionização de chamas Fid. As temperaturas de operação do injetor, detector e coluna de separação foram, 220, 250 e 165 ° C, respectivamente. O padrão interno utilizado foi ácido 2-etilbutírico e o nitrogênio foi o gás de arraste, na vazão de 30 mililitros por minuto, na razão do splite 10 (1 / 10 partes) e o tempo de corrida de cada amostra foi de 10 minutos. Em cada tubo de leitura em cromatógrafo (Vial 12 x 32mm – 2 ml com tampa e rosca) foram colocados, 100 ?L do padrão 1000 ?L do sobrenadante, após a centrifugação, que foi composto por 800 ?L de conteúdo cecal e 200?L de ácido metafosfórico. A cada 10 injeções sucessivas de amostras de líquido do conteúdo cecal, foi feita uma injeção de solução-padrão, para evitar distorções nas leituras por causa da contaminação da coluna.

3.1.5. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional SISVAR (Sistema de análise de variância para dados balanceados), desenvolvido por Ferreira, D. F. (2000), realizando-se as análises de regressão para o fator período de fornecimento de antibióticos. Para os fatores antibiótico e sexo, as médias foram comparadas pelo teste de F a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico adotado para análise dos dados foi o seguinte:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + S_k + AP_{ij} + AS_{ik} + PS_{jk} + APS_{ijk} + e_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} : observação l das aves do sexo k que receberam o antibiótico i durante o período de fornecimento j ;

μ : uma constante associada a todas as observações;

P_j : efeito do período de fornecimento j , com $j = 1, 2, 3, 4, e 5$;

A_i : efeito do antibiótico i , com $i = 1 e 2$;

S_k : efeito do sexo k , com $k = 1 e 2$;

PA_{ij} : efeito da interação entre período de fornecimento j e o antibiótico i ;

PS_{ik} : efeito da interação entre período de fornecimento j e o sexo k ;

AS_{jk} : efeito da interação entre o antibiótico i e o sexo k ;

PAS_{ijk} : efeito da interação entre o período j , o antibiótico i e o sexo k ;

e_{ijkl} : erro experimental aleatório associado a cada observação, que por suposição, é normal e independente distribuído com média 0 e variância σ^2 .

3.2 Experimento II – Uso de aditivos beneficiadores de crescimento na criação de frangos de corte

3.2.1 Local e período experimental

O experimento foi realizado no galpão experimental do Setor de Avicultura da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes-MG, no período de 1º/11/2001 a 13/12/2001. A cidade de Inconfidentes está situada a $-45^{\circ} 19'01,2''$ (S) de latitude, $-46^{\circ} 19'40,8''$ (W) de longitude e 869 metros de altitude. O clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Cas-23, tropical úmido, com duas estações definidas: chuvosa (outubro/março) e seca (abril/outubro) (Ometto, 1981). As temperaturas média, mínima e máxima diária do respectivo experimento, medidas no interior do galpão, constam na Tabela 1B (anexos).

3.2.2 Aves, instalações e manejo geral

Foram utilizados 1680 pintos sexados, da linhagem Hybro, adquiridos com um dia de idade, vacinados contra a doença de Marek e Bouda Aviária e peso médio de 46 g. As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, construído na orientação Leste-Oeste, coberto com telhas de cimento-amianto, pé-direito de 3,0 metros, muretas de 0,50 metro de altura e o restante das laterais fechadas com tela de arame galvanizado, dotadas de cortinas de lona plástica para proteção de vento e frio. O galpão internamente apresenta 60 boxes, com $4,7 \text{ m}^2$ ($2,55 \text{ m} \times 1,85 \text{ m}$), sendo 30 de cada lado, separados por um corredor de 2,2 m de largura, com piso de cimento. Adotou-se, neste experimento, o mesmo procedimento experimental (manejo) descrito para o experimento I.

3.2.3 Delineamento e dietas experimentais

O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos em esquema fatorial 7 x 2 (aditivo x sexo), com sete tratamentos para cada sexo, quatro repetições com 30 aves por parcela experimental. Os aditivos alimentares foram adicionados na dieta segundo as dosagens dos respectivos fabricantes, conforme se segue:

- Avilamicina (Surmax 100²)** – foi utilizado na dieta na fase inicial (1 a 21 dias) na quantidade de 100 g por tonelada de ração.
- Bio-Mos Alltech[®] (mananoligossacarídeo)** – foi utilizado 1 kg do produto por tonelada de ração nas fases inicial e final da criação.
- FOS-P Power² (Frutoligossacarídeo)** – constituído de inulina pura 50%; foram utilizados 300 gramas do produto por tonelada de ração nas fases inicial e final da criação.
- Ácido fumárico[®]** - Feed grade PETROM[®] constituído de 98% de ácido fumárico. Foram utilizados 10 kg por tonelada de ração nas fases inicial e final da criação.
- Cogumelo desidratado** – cogumelo *Agaricus blazei* desidratado e moído; foram utilizados 2,7 kg do produto por tonelada de ração nas fases inicial e final da criação.
- Viva vida plus Interchange²** (probiótico composto por *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lacteis*, *Streptococcus faecium*, *Bifidobacterium bifidum* e *Aspergillus oryzae*) – foi utilizado 1 kg do produto por tonelada de ração nas fases inicial e final da criação.

As dietas experimentais ficaram assim esquematizadas, para cada sexo:

1. Ração basal sem antibiótico
2. Ração basal + antibiótico
3. Ração basal + Mananoligossacarídeo (MOS)
4. Ração basal + Frutoligossacarídeo (FOS)
5. Ração basal + Ácido fumárico
6. Ração basal + Extrato de cogumelo
7. Ração basal + Probiótico

A dieta basal foi formulada à base de milho, farelo de soja e óleo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas, sendo isonutritivas, porém, sem a suplementação de anticoccidiano. A dieta basal foi formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000), a composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta basal encontra-se na Tabela 10 e a composição dos suplementos de microminerais e vitaminas, na Tabela 11.

TABELA 10. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas rações experimentais.

| INGREDIENTE | EM (kcal/kg) | MS (%) | PB (%) | Met (%) | M+C (%) | Lis (%) | Ca (%) | P ^{d***} (%) | Na (%) |
|--------------------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------------|---------------------|--------------------------|-----------|
| Milho | 3371 | 88,30 [*] | 8,85 [*] | 0,17 | 0,37 | 0,25 | 0,02 [*] | 0,07 [*] | 0,029 |
| Farelo de soja | 2266 | 88,90 [*] | 46,02 [*] | 0,65 | 1,27 | 2,78 | 0,36 [*] | 0,21 [*] | 0,070 |
| Fosfato bicálcico | - | 99,80 | - | - | - | - | 25,36 ^{**} | 20,31 ^{**} | - |
| Calcário calcítico | - | 99,80 | - | - | - | - | 38,48 [*] | - | - |
| Óleo de soja | 8790 | 99,30 | - | - | - | - | - | - | - |
| Sal comum | - | - | - | - | - | - | - | - | 39,74 |
| DL-metionina | - | 99,50 | - | 99,00 | 99,00 | - | - | - | - |
| L-lisina | - | 99,50 | - | - | - | 78,00 | - | - | - |

^{*} Determinados no laboratório de Pesquisa Animal da UFLA, e os demais foram retirados das Tabelas de Rostagno et al. (2000).

^{**} Determinados no laboratório de solo da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes-MG

^{***} Considerando 1/3 do fósforo total de origem vegetal

A determinação da matéria seca, proteína bruta (micro-kjedahl), extrato etéreo (soxhlet), cálcio (permanganometria) e fósforo (colorimetria) foi realizada no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, conforme metodologia de AOAC (1990).

TABELA 11. Composição dos suplementos de vitaminas e microminerais¹.

| INGREDIENTE | UNID | QUANTIDADE POR Kg DE PREMIX | ENRIQUECIMENTO POR Kg DE RAÇÃO |
|--------------------------|-------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Vitamina A | (UI) | 5.500.000 | 5.500 |
| Vitamina D ₃ | (UI) | 1.000.000 | 1.000 |
| Vitamina E | (mg) | 6.500 | 6.5 |
| Vitamina K ₃ | (mg) | 1.250 | 1.25 |
| Vitamina B ₁ | (mg) | 500 | 0.5 |
| Vitamina B ₂ | (mg) | 2.500 | 2.5 |
| Vitamina B ₆ | (mg) | 750 | 0.75 |
| Vitamina B ₁₂ | (? g) | 7.500 | 7.5 |
| Ácido fólico | (mg) | 250 | 0.25 |
| Ácido pantotênico | (mg) | 6.500 | 6.5 |
| Biotina | (mg) | 25 | 0.025 |
| Niacina | (mg) | 17.500 | 17.50 |
| Selênio | (mg) | 100 | 0,10 |
| Iodo | (mg) | 500 | 0.5 |
| Ferro | (mg) | 25.000 | 2.500 |
| Cobre | (mg) | 3.000 | 3.0 |
| Zinco | (mg) | 22.500 | 2.25 |
| Cobalto | (mg) | 50 | 0.05 |
| Manganês | (mg) | 32.500 | 3.250 |
| Antioxidante | (mg) | 2.000 | 2.0 |

¹ FATEC S/A – Polimix ave-corte - Níveis de uso: 1kg/tonelada de ração

A dieta basal para as fases inicial e final foi formulada segundo as recomendações de Rostagno et al. (2000), como consta na Tabela 12.

TABELA 12. Composição e valores nutricionais da dieta basal.

| INGREDIENTE | Fase inicial[†] | Fase final[†] |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Milho | 55,890 | 62,245 |
| Farelo de soja | 35,950 | 29,400 |
| Óleo de soja | 3,435 | 3,820 |
| Fosfato bicálcico | 1,750 | 1,650 |
| Calcário calcítico | 1,020 | 0,950 |
| Cloreto de colina (60%) | 0,050 | 0,050 |
| DL-metionina | 0,165 | 0,150 |
| L-lisina | 0,052 | 0,150 |
| Sal comum | 0,450 | 0,382 |
| Suplemento vitamínico | 0,100 | 0,100 |
| Suplemento mineral | 0,100 | 0,100 |
| Caulin | 1,038 | 1,002 |
| TOTAL | 100,00 | 100,00 |
| COMPOSIÇÃO NUTRITIVA | | |
| EM(Kcal/kg) | 3.000 | 3100 |
| Proteína bruta (%) | 21,48 | 19,03 |
| Metion + cistina (%) | 0,890 | 0,820 |
| Lisina (%) | 1,180 | 1,090 |
| Fósforo Disp. (%) | 0,470 | 0,440 |
| Cálcio (%) | 0,980 | 0,900 |
| Sódio (%) | 0,219 | 0,190 |

[†] Os aditivos beneficiadores do crescimento foram suplementados nas rações em substituição ao material inerte (caulin).

3.2.4 Características avaliadas

3.2.4.1 Desempenho

O consumo de ração e o ganho de peso foram controlados durante todo o período experimental. O consumo acumulado de 1 a 21 e 1 a 42 dias foi expresso em consumo médio por ave. O controle do ganho de peso foi feito a cada sete dias, pela pesagem do grupo de aves da unidade experimental e calculado o ganho de peso médio por ave de 1 a 21 e de 1 a 42 dias de idade. A

conversão alimentar média por ave, acumulada de 1 a 21 e de 1 a 42 dias foi calculada com base no consumo e ganho de peso médio por ave. A viabilidade foi obtida subtraindo-se de 100 a porcentagem de mortalidade aos 42 dias de idade.

3.2.4.2 Características de carcaça

O rendimento de carcaça foi avaliado aos 42 dias de idade, quando foram separadas duas aves por repetição (8 machos e 8 fêmeas por tratamento, totalizando 112 aves), com peso médio representativo da unidade experimental. Foi utilizada a mesma metodologia citada no item 3.1.4.2, citada para o experimento I.

3.2.4.3 pH do conteúdo do ingluvívio, duodeno e cecos dos frangos de corte

Ao final do experimento, foram abatidos oito animais por tratamento, totalizando 56 animais, com peso mais próximo da média da parcela experimental para a mensuração do pH do conteúdo do ingluvívio, duodeno e cecos. A metodologia adotada foi a mesma citada no item 3.1.4.3, citada para o experimento I.

3.2.4.4 Contagem total de bactérias do intestino delgado e cecos

Ao final do experimento, foram sacrificados oito animais por tratamento, totalizando 56 amostras de intestino e 56 amostras dos cecos para a realização da análise microbiológica. Em cada ave abatida, as seções do intestino e cecos, previamente isoladas e separadas por ligaduras, foram removidas, acondicionadas em sacos plásticos, colocadas em caixa térmica contendo gelo e imediatamente transportadas ao Laboratório de Microbiologia da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, adotando-se a mesma metodologia descrita no item 3.1.4.4, citada para o experimento I.

3.2.4.5 Isolados de bactérias: *Salmonella* sp, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus* spe *Clostridium* sp

No procedimento de coleta e preparo das amostras para o isolamento e contagem de bactérias, foram sacrificadas oito aves por tratamento, totalizando 56 amostras de intestino (duodeno e jejuno) e 56 amostras dos cecos no 42º dia do experimento. Em cada ave abatida por deslocamento cervical, a cavidade abdominal foi aberta assepticamente e a porção intestinal envolvendo duodeno, jejuno e cecos, previamente isolados e cuidadosamente separados por ligaduras, as quais foram então acondicionadas em sacos plásticos esterilizados e transportadas em caixa de isopor com gelo até o Laboratório de Microbiologia da Empresa FATEC S/A, localizada na cidade de Arujá, Estado de São Paulo. Uma vez no laboratório, procedeu-se à retirada de conteúdo das regiões supramencionadas do intestino das aves usando as medidas assépticas necessárias, em câmara de fluxo laminar. Foram coletados 10 g da amostra de cada segmento e formado um “Pool” homogeneizado, sendo, em seguida, transferidos para erlenmeyers de 250 ml, contendo 90 ml de água peptonada a 1 % estéril, realizando-se a seguir diluições decimais das amostras em tubos de ensaio contendo 9 ml de água peptonada estéril. Posteriormente, foi pipetada uma amostra de 0,1 ml dos tubos de ensaio contendo diluições de 10^{-2} a 10^{-6} das amostras e transferida para placas de Petri, em duplicatas, contendo meio de cultura para cada cultura de bactéria. As metodologias microbiológicas desenvolvidas pelo Laboratório da FATEC S/A foram feitas com algumas adaptações necessárias para a realização das análises.

a) Contagem de *Salmonella* sp

Foi feita a contagem sem enriquecimento da amostra. De cada diluição, foi retirada uma alíquota de 0,1 ml, a qual foi plaqueada em S S Agar. Após a secagem das placas para eliminação do excesso de umidade, as mesmas foram incubadas a 37° C por 24 horas. Posteriormente, foram selecionadas as placas

que apresentaram entre 15 a 150 colônias características, as quais foram contadas. Para confirmação, foi feito um teste sorológico das colônias típicas, colocando-se algumas gotas de solução fisiológica junto à colônia suspeita, verificando-se se houve formação de soro. A formação de um gel confirma a presença de *Salmonella* na amostra.

b) Contagem de *Escherichia coli*

De modo semelhante, foi feito o plaqueamento de 0,1 ml de cada diluição, em meio EMB – Agar, o qual é um meio seletivo, que favorece o crescimento de *Escherichia coli* e *Shigella* sp. Após a secagem, as placas foram incubadas a 37° C por 24 horas. Posteriormente, foram selecionadas as placas que apresentaram entre 15 a 150 colônias características, sendo feita a contagem de colônias típicas, que apresentaram uma coloração verde brilhante refletida na luz com contador de colônia.

c) Contagem de *Clostridium* sp

Para a contagem de *Clostridium* sp, transferiu-se primeiro 0,1 ml de cada diluição para placas de Petri estéreis, vazias e em duplicatas. Em seguida, adicionaram-se 15 ml de meio S P S – Agar a 48° C, homogeneizando e deixando esfriar. Depois, foram adicionados mais 10 ml do meio sobre o primeiro, deixando-se resfriar, até solidificar. Após a solidificação, as placas foram transferidas para um dessecador que utilizou o meio Anaerocult A, o qual criou um ambiente de anaerobiose, e foram incubadas a 42° C por 72 horas. Posteriormente, foram selecionadas as placas que apresentaram entre 15 a 150 colônias características, contando-se as colônias que reagiram com o meio, apresentando uma coloração pigmentada escura (preta).

d) Contagem de *Lactobacillus* sp

Para a contagem de *Lactobacillus* sp, foram utilizadas placas em duplicatas com o meio Agar M R S. As placas foram incubadas a 37° C por 72 horas em anaerobiose. Posteriormente, foram selecionadas as placas que

apresentaram entre 15 a 150 colônias características e foram contadas colônias que apresentaram tamanho maior e menor de cor leitosa brilhante (esbranquiçada e brilhosa). Foi medido o pH na superfície do meio com uma fita indicadora, para verificar se o mesmo apresentava-se ácido ou não, indicando a presença de ácido lático e microscopia.

e) Contagem de *Bacillus subtilis*

O meio caldo de Soja Triptica acrescido de 2% de ágar foi utilizado para o plaqueamento e contagem de *Bacillus subtilis*, seguindo os mesmos procedimentos padrões descritos anteriormente. O meio utilizado possibilitou um crescimento da cultura com características próprias, que não tem em outros meios. Nesse meio de cultura, as colônias características apresentaram-se após 20 horas a 37° C, com uma morfologia cotonosa e montanhosa.

As colônias de todas as culturas de bactérias foram contadas com o auxílio de um contador de colônias “Quebec”, e as médias dos resultados obtidos foram expressas em log na base 10 (UFC/g do conteúdo da digesta).

3.2.4.6 Morfometria do trato gastro intestinal

As vilosidades do duodeno e jejuno foram avaliadas microscopicamente após o abate de oito aves por tratamento, no 21° e 42° dia do experimento, e o procedimento metodológico seguiu o descrito no ítem 3.1.4.5 do experimento I.

3.2.4.7 Viscosidade intestinal e colesterol total sérico

A viscosidade intestinal foi mensurada no final do experimento, aos 42 dias de idade, quando oito aves por tratamento foram abatidas e, em seguida, coletado o conteúdo intestinal presente no segmento do início da alça duodenal até o divertículo de Meckel's. A metodologia adotada foi a mesma citada no ítem 3.1.4.6 para o experimento I.

3.2.4.8 Medidas alométricas do intestino delgado de frangos de corte

Ao final do ensaio experimental, oito aves por tratamento, totalizando 28 machos e 28 fêmeas, foram submetidas a um jejum de seis horas, sendo pesadas e, em seguida, processadas segundo os procedimentos normais de abate. A metodologia adotada foi a mesma citada no item 3.1.4.7 para o experimento I.

3.2.4.9 Medidas de peso e tamanho de órgãos do sistema imunológico

Ao final do ensaio experimental, aos 21 e 42 dias de idade, oito aves por tratamento, totalizando 28 machos e 28 fêmeas, foram submetidas a um jejum de seis horas, sendo pesadas e, em seguida, processadas segundo os procedimentos normais de abate: sangria, depenagem e evisceração. Após o abate, os órgãos intestinais foram expostos por uma incisão mediana desde da cavidade bucal até altura da cloaca da cavidade abdominal e isolados assepticamente (Risley et al. 1992). Em seguida, foram coletados o baço, o timo e a bursa de Fabricius de cada ave para verificar, mediante medidas morfométricas (peso e tamanho) desses órgãos, alguma relação de resposta do sistema imunológico das aves, em relação às dietas com diferentes aditivos beneficiadores de crescimento. Dentre esses órgãos, somente a bursa de Fabricius foi mensurada alometricamente (mm). A metodologia empregada foi descrita por Fethiere e Miles (1987), com algumas adaptações.

3.2.4.10 Perfil de ácidos graxos voláteis dos cecos

A concentração de ácidos graxos voláteis de cadeia curta (Acético, propiônico e butírico) do conteúdo dos cecos foi determinada no final do ensaio experimental aos 42 dias. Para essa avaliação, foram abatidas oito aves por tratamento, quando foram isoladas e removidas seções dos cecos, acondicionadas em sacos plásticos estéreis e colocadas em recipiente com gelo. As amostras foram, a seguir, levadas para o laboratório de Pesquisa Animal do

Departamento de Zootecnia DZO/UFLA, onde permaneceram armazenadas no freezer a -20° C para futuras análises. A metodologia adotada foi a mesma citada no item 3.1.4.8 para o experimento I.

3.2.5 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional SISVAR (Sistema de análise de variância para dados balanceados), desenvolvido por Ferreira, D. F. (2000), realizando-se as análises das médias, que foram comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico adotado para análise dos dados foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + S_j + AS_{ij} + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} : observação k referente ao aditivo i no sexo j ;

μ : uma constante associada a todas as observações;

A_i : efeito do aditivo i , com $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ e 7 ;

S_j : efeito do sexo j , com $j = 1$ e 2 ;

AS_{ij} : efeito da interação entre aditivo i e sexo j ;

e_{ijk} : erro experimental aleatório associado a cada observação, que por suposição, é normal e independente distribuído com média 0 e variância σ^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I – Efeito do período de fornecimento de antibióticos na criação de frangos de corte

4.1.1 Desempenho

As médias relativas para as variáveis consumo de ração (**CR**), ganho de peso (**GP**), conversão alimentar (**CA**) e viabilidade (**VIAB**), aos 40 dias de idade, encontram-se na Tabela 13 e as análises de variância, na Tabela 2A do Anexo.

TABELA 13. Desempenho de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de fornecimento de antibióticos e sexo.

| Período (dias) | Consumo de Ração ² (g) | Ganho de peso (g) | | Conversão alimentar ² | Viabilidade ¹ (%) |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | Macho ² | Fêmea ¹ | | |
| 0 | 3566 | 2001 | 1902 | 1,82 | 93,33 |
| 10 | 3640 | 2138 | 1869 | 1,80 | 96,33 |
| 20 | 3693 | 2111 | 1906 | 1,83 | 96,33 |
| 30 | 3652 | 2067 | 1850 | 1,86 | 96,00 |
| 40 | 3624 | 1998 | 1798 | 1,90 | 97,66 |
| Avilamicina | 3656 | 2066 | 1875 | 1,85 | 95,60 |
| Bacitracina de zinco | 3614 | 2060 | 1850 | 1,84 | 96,26 |
| Macho | 3807 a | 2063 | - | 1,84 | 95,33 |
| Fêmea | 3463 b | - | 1865 | 1,85 | 96,53 |
| Média geral | 3635 | 1964 | | 1,84 | 95,93 |
| CV (%) | 3,38 | 3,37 | | 2,33 | 4,37 |

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste F.

¹efeito linear ²efeito quadrático

De acordo com as análises de variância, houve interação ($P < 0,04$) somente entre o período de fornecimento de antibiótico e sexo para a variável GP, sendo observado comportamento quadrático para CR e linear para a CA e VIAB. Os antibióticos não influenciaram em nenhum dos fatores analisados no desempenho.

O CR foi influenciado pelo período de fornecimento de antibiótico e sexo ($P < 0,01$), em que os machos apresentaram um consumo 9,9% superior ao das fêmeas, independentemente dos tratamentos utilizados. Foi estimado maior consumo de ração aos 23 dias de fornecimento de antibiótico (Figura 1) e, à medida que ocorreu a permanência dos antibióticos na dieta após essa idade, verificou-se uma redução no CR em ambos os sexos.

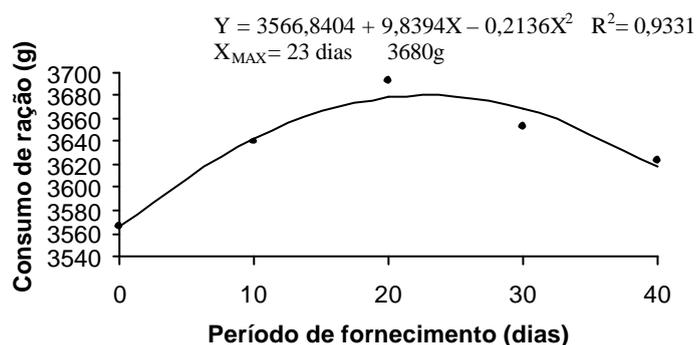


Figura 1- Consumo de ração em função do período de fornecimento de antibióticos

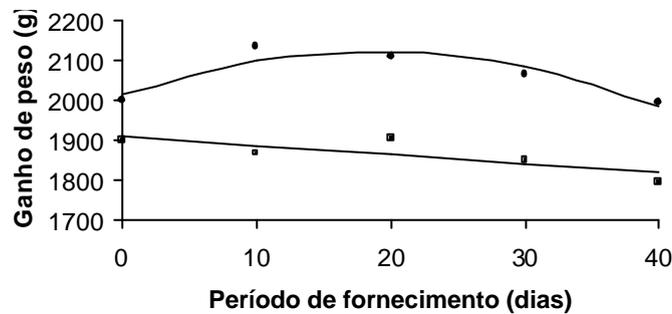
O aumento no consumo de ração pode ter sido influenciado pela redução da espessura do intestino delgado, pela ação dos antibióticos, sendo favorecida uma maior absorção de nutrientes. Esses dados estão de acordo com os obtidos por Loddi et al. (2000), Dionízio (2001) e Teixeira et al. (2002); no entanto, são discordantes de Henrique et al. (1997), Zuanon et al. (1998) e Iafigliola (1999), que não observaram diferenças significativas nessa variável.

O comportamento do GP em função do período de fornecimento foi diferente ($P < 0,05$) entre machos e fêmeas, observando-se um efeito quadrático ($P < 0,01$) do período de fornecimento de antibiótico sobre o ganho de peso dos machos e linear decrescente ($P < 0,01$) para as fêmeas. A interação ($P < 0,04$) entre período de fornecimento e sexo sobre o GP mostrou que os machos tiveram um ganho de peso 10,62 % superior em relação às fêmeas. Os machos apresentaram GP máximo aos 19 dias de fornecimento de antibióticos (Figura 2), reduzindo após essa idade, indicando um efeito quadrático ($P < 0,01$). O melhor ganho de peso dos machos estimado aos 19 dias de fornecimento de antibióticos pode ter ocorrido pelo fato de os antibióticos terem proporcionado melhor integridade da mucosa do intestino delgado e menor “turnover” em relação aos animais-controle, como também reduzido o número de bactérias produtoras de toxinas.

$$? Y = 2017,5619 + 11,48095X - 0,3061X^2 \quad R^2 = 0,8560$$

$$X_{MAX} = 19 \text{ dias} \quad 2125\text{g}$$

$$! Y = 1911,0000 - 2,2800X \quad R^2 = 0,6631$$



(? valores observados em machos e ! observados em fêmeas)

Figura 2- Ganho de peso de machos e fêmeas em função do período de fornecimento de antibiótico

As fêmeas mostraram um efeito linear negativo ($P < 0,01$) no GP, independente do antibiótico utilizado. Verificou-se que o fornecimento de

antibiótico na ração deprimiu o GP (Figura 2), sugerindo que são menos sensíveis aos antibióticos em relação aos machos. Com a presença dos antibióticos na dieta, possivelmente a microbiota intestinal que deveria facilitar o crescimento das aves fêmeas pode ter estimulado um processo inflamatório na mucosa e aumento de viscosidade, e esses eventos podem ter influenciado negativamente os processos de digestão e absorção de nutrientes, proporcionando uma redução no ganho de peso, conforme Mead (2000) e Spring et al. (2000), que citaram que os antimicrobianos modificam a proporção de várias espécies de bactérias no trato gastrointestinal, podendo afetar a integridade da mucosa intestinal.

Esses resultados são discordantes dos obtidos por Alvares et al. (1994), Henrique et al. (1998), Zuanon et al. (1998) e Corrêa et al. (2000); no entanto, são similares dos obtidos por Bertechini & Hossain (1993), Krinker & Jamorz (1996), Loddi et al. (2000) e Teixeira et al. (2002), quando utilizaram antibióticos e probióticos em dietas de frangos de corte.

Foi verificado efeito quadrático ($P < 0,02$) do período de fornecimento de antibiótico sobre a conversão alimentar, independente do antibiótico utilizado e sexo das aves. A melhor conversão foi estimada aos 7 dias de fornecimento de antibiótico, mostrando que, após esse período, a suplementação de antibióticos piorou a CA (Figura 3). Esses não estão de acordo com os obtidos por Pensack et al. (1982), Alvarez et al. (1994) e Krinke & Jamorz (1996), que não verificaram uma melhora nessa variável na primeira semana de vida, quando do uso de antibióticos nas rações.

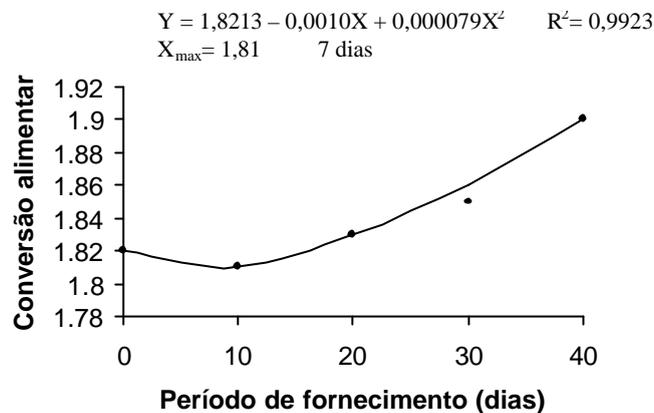


Figura 3- Conversão alimentar em função do período de fornecimento de antibiótico

Os resultados não estão de acordo com Henrique (1998) e Silva (1999), que não observaram diferenças significativas na CA quando do uso de antibióticos e probióticos para aves.

Apesar de a viabilidade ser comumente usada para o cálculo do fator de produção, neste trabalho ela foi obtida visando a dar uma indicação das respostas dos animais diante da suplementação de antibióticos na dieta de frangos de corte. A viabilidade apresentou um comportamento linear ($P < 0,03$) conforme o período de fornecimento de antibiótico, evidenciando que a presença desse aditivo nas dietas proporcionou maior viabilidade das aves (Figura 4). Independente do sexo, os animais que receberam a suplementação de antibióticos durante todo o período experimental tiveram maior viabilidade em relação aos outros tratamentos.

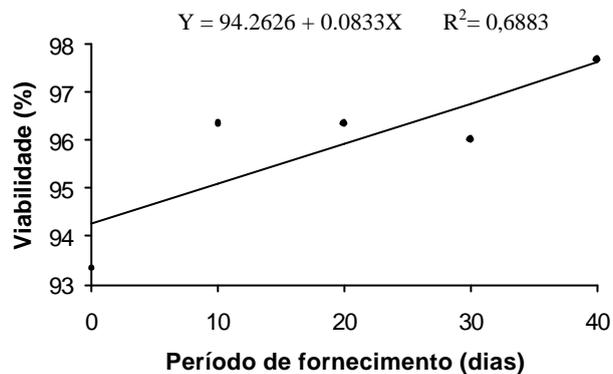


Figura 4- Viabilidade em função do período de fornecimento de antibiótico

Esses resultados diferem daqueles obtidos por Henrique et al. (1997), Henrique et al. (2000), Loddi et al. (2000), porém, são similares aos encontrados por Vargas Jr. et al. (2002), Loddi et al. (2002), Iafigliola (1999) e Santos et al. (2002), que observaram maior viabilidade das aves quando do uso de antibióticos, prebióticos ou probióticos nas rações de aves.

Apesar de os resultados de uma série de trabalhos com o uso de antibióticos sobre o desempenho de frangos de corte indicar que as respostas sejam variáveis, relatos de vários trabalhos indicam que, em média, o ganho de peso aumenta 3 a 3,5 % e a eficiência alimentar, 2,5 a 3,0 %, verificando-se que as respostas aos antibióticos foram de pequena magnitude, e em alguns casos, negativa (Butolo, 1999). No entanto, quando há um aumento do desafio sanitário a que os animais são expostos, maiores serão as respostas obtidas pelo uso de antimicrobianos (Menten, 2001).

Embora os antibióticos venham sendo utilizados como aditivos importantes para permitir uma produtividade adequada a animais criados sob condições cada vez mais intensivas, o uso de aditivos antimicrobianos nas rações

de animais criados em instalações experimentais quase sempre tem proporcionado benefícios sobre o desempenho inferiores aos obtidos em criações comerciais, uma vez que os animais são submetidos a condições ambientais menos estressantes, a menores desafios sanitários e melhores condições de manejo. Além disso, os efeitos sobre o desempenho são menos pronunciados à medida que os animais envelhecem (Engberg, 2000).

4.1.2 Características de carcaça

O peso ao abate de carcaça eviscerada com pés e cabeça, rendimento de carcaça e peito dos frangos aos 40 dias de idade são apresentados na Tabelas 14 e as análises de variância, na Tabela 3A do Anexo.

TABELA 14. Peso ao abate (g), rendimento de carcaça e peito (%) de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de fornecimento de antibióticos.

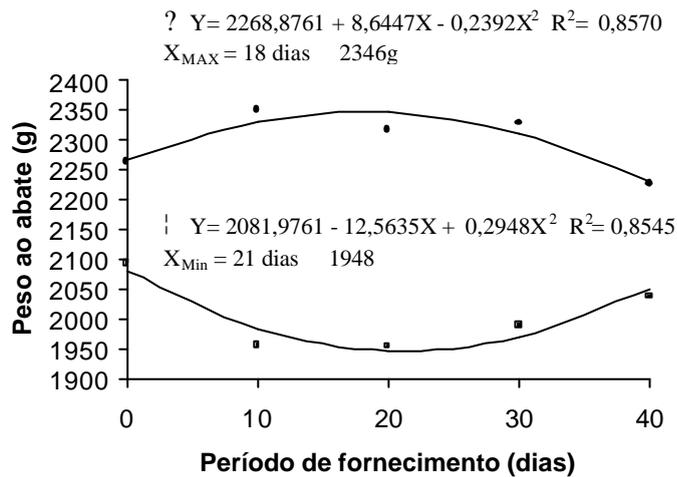
| Período (dias) | Peso ao abate (g) | | Rendimento carcaça (%) | Peito (%) |
|----------------------|--------------------|--------------------|------------------------|-----------|
| | Macho ¹ | Fêmea ¹ | | |
| 0 | 2263 | 2095 | 79,23 | 29,65 |
| 10 | 2351 | 1956 | 78,68 | 30,23 |
| 20 | 2318 | 1955 | 79,00 | 30,79 |
| 30 | 2330 | 1991 | 77,43 | 30,12 |
| 40 | 2227 | 2039 | 79,33 | 30,35 |
| Avilamicina | 2291 | 2016 | 78,82 | 30,37 |
| Bacitracina de zinco | 2305 | 1998 | 78,65 | 30,08 |
| Macho | 2298 | - | 79,09 | 30,84 a |
| Fêmea | - | 2007 | 78,38 | 29,62 b |
| Média geral | 2152 | | 78,73 | 30,23 |
| CV (%) | 4,85 | | 2,12 | 3,44 |

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem (P<0,05) pelo teste F.

¹efeito quadrático

Observou-se interação ($P < 0,05$) entre o período de fornecimento de antibiótico e sexo sobre o peso ao abate. O rendimento de carcaça e peito não foi influenciado por nenhum dos fatores, embora para rendimento de peito, houve efeito do sexo, com maior rendimento para os machos.

A interação entre o período de fornecimento e sexo sobre o peso ao abate mostrou efeito quadrático ($P < 0,02$) para ambos os sexos; os machos, entretanto, apresentaram maior peso de carcaça estimada aos 19 dias de fornecimento de antibiótico e, para as fêmeas, menor peso ocorreu aos 21 dias de fornecimento de antibiótico (Figura 5), não se verificando efeito dos antibióticos nessa variável.



(? valores observados em machos e ◻ observados em fêmeas)
Figura 5- Peso de carcaça de machos e fêmeas em função do período de fornecimento de antibiótico

Não foi observado nenhum efeito dos fatores período de fornecimento e antibiótico sobre o rendimento de carcaça e peito; no entanto, o sexo influenciou no rendimento de peito, mostrando maior rendimento para os machos.

Esses resultados estão de acordo com Corrêa et al. (2000) e Moreira et al. (2001), que verificaram melhores respostas para os machos quando utilizaram antibióticos em rações de frangos de corte; no entanto, Henrique et al. (1998), Loddí (1998) e Henrique et al. (2000) não observaram diferenças nessas variáveis quando do uso de antibiótico e probiótico nas dietas de aves.

Verificou-se que o sexo influenciou ($P < 0,05$) o rendimento de coxa, na qual os machos apresentaram média estimada de 1,4 % de rendimento a mais em relação as fêmeas, embora sem efeito dos antibióticos (Tabela 15). Essa pequena diferença no comportamento do crescimento de coxa pode estar relacionado com o crescimento dos componentes corporais em relação à idade e ao peso corporal.

TABELA 15. Rendimento de partes de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de fornecimento de antibióticos.

| Período (dias) | Coxa ¹ (%) | Sobrecoxa (%) | | Gordura Abdominal (%) |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------------|
| | | Avilamicina ² | Bacitracina | |
| 0 | 12,22 | 13,26 | 13,26 | 1,51 |
| 10 | 12,78 | 13,43 | 13,86 | 1,58 |
| 20 | 12,84 | 14,04 | 14,50 | 1,69 |
| 30 | 12,43 | 14,52 | 13,32 | 1,58 |
| 40 | 12,21 | 13,38 | 14,05 | 1,55 |
| Avilamicina | 12,49 | 13,73 | - | 1,74 a |
| Bacitracina de zinco | 12,50 | - | 13,80 | 1,43 b |
| Macho | 13,10 a | 14,41 a | 14,44 a | 1,41 b |
| Fêmea | 11,89 b | 13,04 b | 13,16 b | 1,75 a |
| Média geral | 12,50 | 13,76 | | 1,58 |
| CV (%) | 6,59 | 5,55 | | 17,19 |

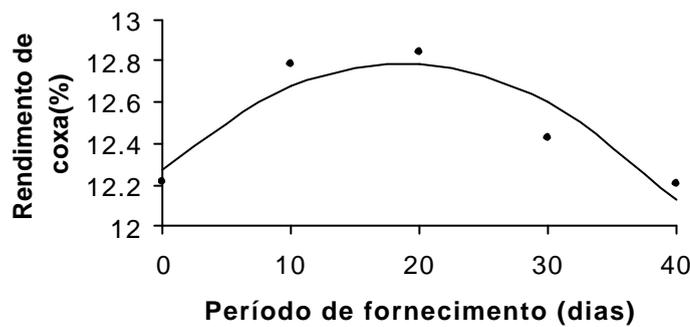
Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste F.

¹efeito quadrático ²efeito cubico

De acordo com os resultados, o rendimento de coxa apresentou efeito quadrático ($P < 0,02$) em função do período de fornecimento, verificando-se que o maior rendimento foi estimado aos 19 dias de fornecimento de antibiótico

(Figura 6), estando esse resultado consistente com o GP, independente do antibiótico. Pelos resultados, infere-se que a taxa de crescimento de diferentes partes não é diretamente proporcional à taxa de crescimento a diferentes pesos e, assumindo que a composição de carcaça possa sofrer influência da nutrição, sexo e condições ambientais, tais resultados estão coerentes com Bertechini (1998), que afirmou que o frango de corte moderno possui maiores rendimentos de carne de peito e coxa e que essas características estão ligadas à genética.

Figura 6- Rendimento de coxa em função do período de fornecimento de antibiótico



antibiótico

Para o rendimento de sobrecoxa, houve interação ($P < 0,03$) entre o período de fornecimento e antibiótico, mostrando que as aves suplementadas com avilamicina apresentaram efeito quadrático (Figura 7), e pela derivação da equação, verificou-se que o maior rendimento de sobrecoxa foi estimado aos 24 dias de fornecimento de antibiótico. Esse resultado mostra que as aves apresentaram um crescimento exponencial da sobrecoxa, atingindo valores máximos aos 24 dias de fornecimento de antibiótico, e que, após essa idade, houve um comportamento decrescente, indicando que a taxa de crescimento passa de acelerada para desacelerada, com ganhos menores dia após dia.

Foi observado efeito do sexo sobre essa variável, em que os machos tiveram maior rendimento de sobrecoxa, independente do antibiótico utilizado.

$$Y = 13,0708 + 0,0919X - 0,019X^2 \quad R^2 = 0,6221$$
$$X_{MAX} = 24 \text{ dias} \quad 14,16 \%$$

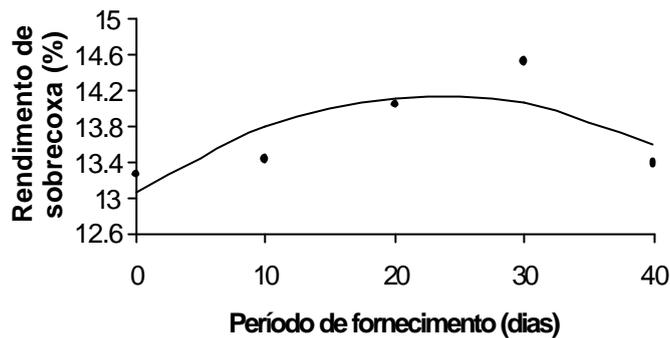


Figura 7 – Rendimento de sobrecoxa em função do período de fornecimento de avilamicina

Esses resultados são discordantes dos encontrados por Henrique et al. (2000), Loddi et al. (2002) e Vargas Jr. et al. (2002), que não verificaram efeito sobre o rendimento de carcaça e partes quando da suplementação de antibióticos em dietas de frangos de corte.

Embora neste trabalho não se tenham observado diferenças no rendimento de carcaça das aves suplementadas com antibióticos, o rendimento de cortes mostra que as partes comestíveis mais comercializadas apresentaram um comportamento diferenciado na taxa de crescimento. Tal fato pode estar relacionado com os diferentes níveis de requerimentos dos nutrientes na razão proteína:energia, que influencia o desenvolvimento do frango. Nesse sentido, Gous et al. (1999) descreveram que a curva de crescimento dos frangos de corte na fase inicial apresenta maior desenvolvimento dos músculos da perna e depois da quarta semana o desenvolvimento do peito é mais favorecido e esse evento ocorre em função da idade e estado fisiológico da ave.

Verificou-se maior deposição de gordura abdominal das aves em função do antibiótico e sexo, sendo observado que o uso de bacitracina de zinco possibilitou a redução da porcentagem da gordura abdominal em média de 21% em relação a avilamicina, embora, em função do período de fornecimento de antibiótico, não tenha sido observada diferença significativa ($P>0,05$).

A influência do sexo ($P<0,05$) sobre o rendimento de gordura mostrou que as fêmeas tiveram deposição de gordura em média 23% superior em relação aos machos, sugerindo que, tipicamente, as fêmeas são mais precoces na deposição de gordura e que iniciam o acúmulo mais cedo e em taxas mais elevadas que os machos, evidenciando maior potencial para acúmulo de gordura com o avanço da idade. A razão do aumento significativo de deposição na gordura nas fêmeas pode estar relacionada com o aumento da densidade calórica nas dietas e geneticamente pela necessidade de deposição de lipídeos extras para o desenvolvimento do sistema reprodutor. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Izat et al. (1990), Santos et al. (2002a) e Pelicano et al. (2002). No entanto, contraditórios àqueles obtidos por Corrêa et al. (2000), Henrique et al. (2000) e Loddi et al. (2002), que não verificaram benefícios no uso de antibiótico e probiótico sobre o rendimento de gordura abdominal.

4.1.3 pH do conteúdo do duodeno e cecos dos frangos de corte

Os resultados dos valores do pH do duodeno e cecos de frangos de corte suplementados com antibióticos estão apresentados na Tabela 16 e as análises de variância, na Tabela 5A do Anexo.

Não houve efeito de interação entre nenhum dos fatores estudados; entretanto, observou-se efeito significativo de período de fornecimento, antibiótico e sexo sobre o pH do duodeno e somente do período de fornecimento sobre o pH dos cecos.

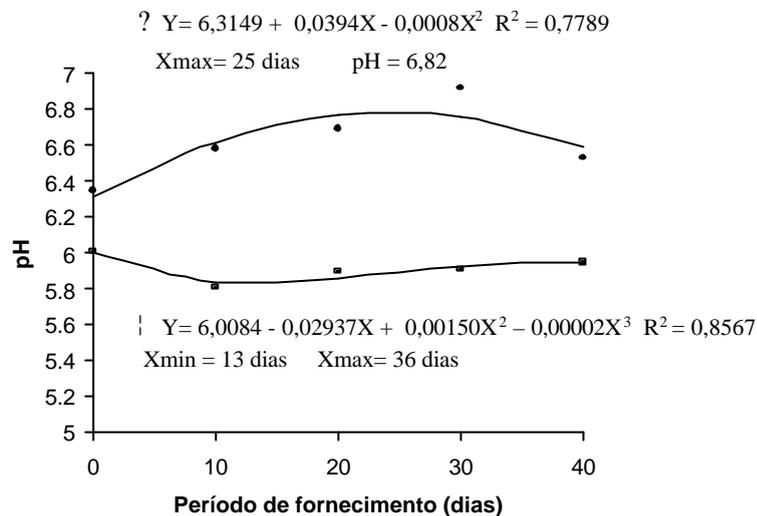
TABELA 16. pH do conteúdo no duodeno e cecos de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de fornecimento de antibióticos.

| Período (dias) | Duodeno ² | Ceco ¹ |
|----------------------|----------------------|-------------------|
| 0 | 6,01 | 6,35 |
| 10 | 5,81 | 6,58 |
| 20 | 5,90 | 6,69 |
| 30 | 5,91 | 6,92 |
| 40 | 5,95 | 6,53 |
| Avilamicina | 5,86 b | 6,58 |
| Bacitracina de zinco | 5,97 a | 6,65 |
| Macho | 5,88 b | 6,68 |
| Fêmea | 5,95 a | 6,55 |
| Média geral | 5,92 | 6,61 |
| CV (%) | 2,14 | 4,55 |

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste F.

¹Efeito quadrático - ² Efeito cúbico

Verificou-se que o comportamento dos valores de pH do duodeno em função do período de fornecimento apresentou um efeito cúbico ($P < 0,04$), que conforme a derivação da equação (Figura 8), observou-se menor variação do pH nas três primeiras semanas de idade, com menor valor estimado aos 13 dias de fornecimento de antibiótico e, em seguida, maior variação foi estimado aos 36 dias de fornecimento de antibiótico. No entanto, nos cecos, observou-se que em função do período de fornecimento, houve efeito quadrático ($P < 0,01$), que segundo a derivação da equação, a maior variação foi estimada aos 25 dias de fornecimento de antibiótico, e após essa idade, decresceu com a permanência dos antibióticos na dieta. Esse comportamento de forma oscilante do pH pode ser devido à secreção de enzimas em função da presença de diferentes substratos, assim também de metabólitos da microbiota intestinal, associado a outros fatores podem ter influenciado na mensuração do pH.



(? valores observados nos cecos e ! observados no duodeno)

Figura 8– pH do conteúdo no duodeno e cecos de frangos de corte em função do período de fornecimento de antibiótico

A adição de antibiótico somente afetou o valor do pH na região do duodeno, com a avilamicina proporcionando menor valor de pH em relação a bacitracina de zinco. Foi observado efeito do sexo, que apesar de maior valor de pH para as fêmeas, não houve melhoria no desempenho em relação aos machos. No entanto, apesar de os machos terem apresentado menor valor de pH do conteúdo duodenal, mostraram maior ganho de peso, corroborando com a teoria de que a redução do pH dentro de uma faixa ótima do conteúdo gastrointestinal influencia favoravelmente o processo de digestão e aproveitamento dos nutrientes, principalmente minerais e vitaminas.

A alteração observada no valor de pH do conteúdo do trato gastrointestinal do presente trabalho está de acordo com Moran Jr. (1982) e Adams (2000), que afirmaram que o pH tende a aumentar ao longo do trato gastrointestinal,

chegando a neutro no final do cólon, junto da abertura da cloaca. Embora os valores mensurados de pH nas regiões do duodeno e cecos tenham sido um pouco abaixo da amplitude esperada para o pH nesses segmentos, verificou-se que os valores mensurados estão dentro de uma faixa ótima de atuação e que proporcionaram melhorias nos resultados de desempenho das aves.

Os resultados de pH do duodeno diferem daqueles obtidos por Silva (1999) e são similares aos obtidos por Sturkie (1968), Moran Jr. (1982) e Dionízio et al. (2002). Para as medidas obtidas do pH dos cecos, os valores são superiores àqueles descritos por Sturkie (1965) e Swenson & Reece (1998). No entanto, são similares aos valores mensurados por Moran Jr. (1982), Henrique (1998) e Silva (1999), quando utilizaram antibióticos e probióticos na ração de aves.

É oportuno salientar que a oscilação do pH é importante em determinadas regiões do trato gastrointestinal, e que sua redução é fundamental para diminuir o crescimento de bactérias patogênicas, como *Escherichia coli* e *Salmonella* spp., pois elas não são capazes de sobreviverem em pH baixo, apesar de Blanchard (2000) ter verificado que a faixa do pH para o crescimento da *Escherichia coli* está entre 4,3 e 9,5 e para *Salmonella* está entre 4,0 e 9,0 e para *Lactobacillus* sp entre 3,8 a 7,2.

4.1.4 Contagem total de bactérias do intestino delgado e cecos

As médias relativas da contagem total de bactérias presentes em amostras de intestino delgado e cecos são apresentadas nas Tabelas 17 e 18, e a análise de variância, na Tabela 6A do Anexo.

TABELA 17. Contagem total de bactérias do intestino delgado de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de fornecimento de antibióticos.

| Período (dias) | Intestino delgado (Log UFC/g) | |
|----------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | Avilamicina | Bacitracina ¹ |
| 0 | 7,40 | 7,40 |
| 10 | 7,56 | 7,37 |
| 20 | 7,66 | 7,79 |
| 30 | 7,20 | 7,50 |
| 40 | 7,40 | 6,56 |
| Avilamicina | 7,44 | - |
| Bacitracina de zinco | - | 7,32 |
| Macho | 7,34 | 7,22 |
| Fêmea | 7,54 | 7,43 |
| Média geral | | 7,38 |
| CV (%) | | 3,99 |

¹Efeito cúbico

Houve interação ($P < 0,05$) entre o período de fornecimento e antibiótico sobre a contagem total de bactérias do intestino delgado, mostrando que o efeito do período de fornecimento depende do antibiótico usado. Não houve efeito do sexo sobre essa variável. Foi observado que as aves suplementadas com bacitracina de zinco apresentaram redução nas unidades formadoras de colônias na região do intestino delgado, observando efeito cúbico ($P < 0,01$). De acordo com a derivação da equação, foi estimada menor contagem aos 4 dias de fornecimento de antibiótico, e à medida que ocorreu a permanência do antibiótico na dieta, houve um aumento na contagem de UFC, verificando maiores valores aos 23 dias de fornecimento de antibiótico (Figura 9).

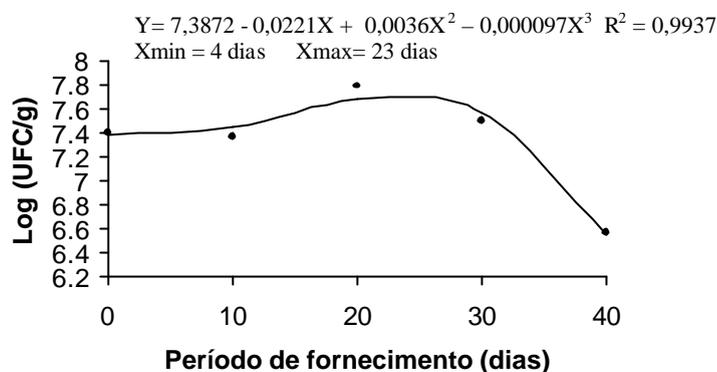


Figura 9– Contagem total bacteriana do intestino delgado em função do período de fornecimento de bacitracina de zinco

Pelos resultados, sugere-se que a redução ocorrida na contagem total da microbiota pode ser devido tanto à ação dos antibióticos sobre a população bacteriana quanto ao efeito do baixo pH nesse segmento intestinal. Outro fator que pode ter influenciado nas mensurações do pH foi o tempo entre as retiradas das amostras e início das análises microbiológicas.

Os valores obtidos estão abaixo dos encontrados por Fuini (2001) e Apajalahti & Bedford (1999) no entanto, estão próximos dos observados por Mackie (1997) e Dionízio (2001).

O comportamento da microbiota entérica em função do período de fornecimento, tipo de antibiótico e sexo demonstrou que houve interação ($P < 0,05$) sobre a contagem total de bactérias dos cecos, em que se verificou efeito cúbico ($P < 0,01$) apenas para a bacitracina e para as fêmeas (Tabela 18). A contagem total de bactérias nos cecos dos machos apresentou um efeito quadrático ($P < 0,01$).

A contagem total de bactérias nos cecos mostrou que o período de fornecimento depende do antibiótico e sexo. A presença de antibiótico na dieta

afetou a contagem de bactérias entre sexo, em que as fêmeas tiveram uma densidade populacional da microbiota menos sensível em relação aos machos.

TABELA 18. Contagem total de bactérias dos cecos de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de fornecimento de antibióticos.

| Período (dias) | Ceco (Log UFC/g) | | | |
|----------------------|------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
| | Avilamicina | Bacitracina ² | Macho ¹ | Fêmea ² |
| 0 | 8,72 | 8,72 | 8,82 | 8,62 |
| 10 | 8,65 | 8,55 | 8,35 | 8,85 |
| 20 | 8,55 | 8,77 | 8,55 | 8,77 |
| 30 | 8,34 | 7,96 | 7,96 | 8,34 |
| 40 | 8,64 | 8,46 | 8,51 | 8,59 |
| Avilamicina | 8,58 | - | 8,65 | 8,51 |
| Bacitracina de zinco | - | 8,49 | 8,62 | 8,37 |
| Macho | 8,51 | 8,62 | 8,44 | - |
| Fêmea | 8,65 | 8,37 | - | 8,64 |
| Média geral | | 8,54 | | |
| CV (%) | | 2,42 | | |

¹Efeito quadrático - ²Efeito cúbico

O comportamento do antibiótico bacitracina de zinco em função do período de fornecimento apresentou efeito cúbico ($P < 0,01$) sobre as unidades formadoras de colônias (Figura 10), nas quais verificou-se que a maior contagem estimada ocorreu aos 6 dias de fornecimento de antibiótico, e conforme a permanência dos antibióticos na dieta, menor contagem foi estimada aos 34 dias de fornecimento de antibiótico. Esse diferente comportamento na população de bactérias pode ser atribuído à ação bactericida do antibiótico, porém, existem outros fatores, tais como a prevalência de bactérias lácticas, redução do pH e presença de substratos para metabolismo microbiano. Todos esses fatores podem ter alterado o balanço ecológico nos cecos, favorecendo o hospedeiro, substituindo ou eliminando bactérias patogênicas e interferido na contagem de bactérias totais.

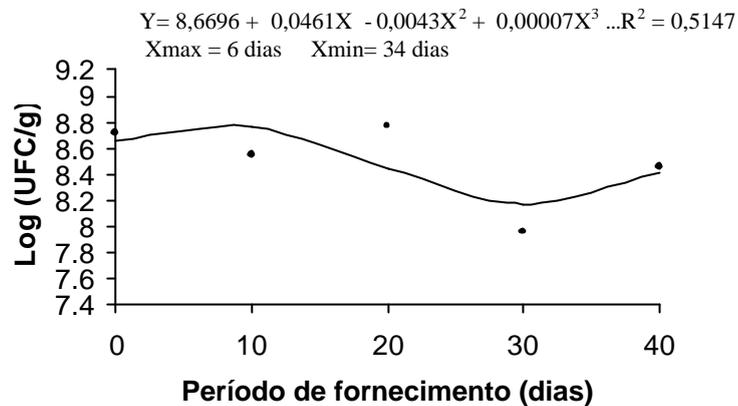
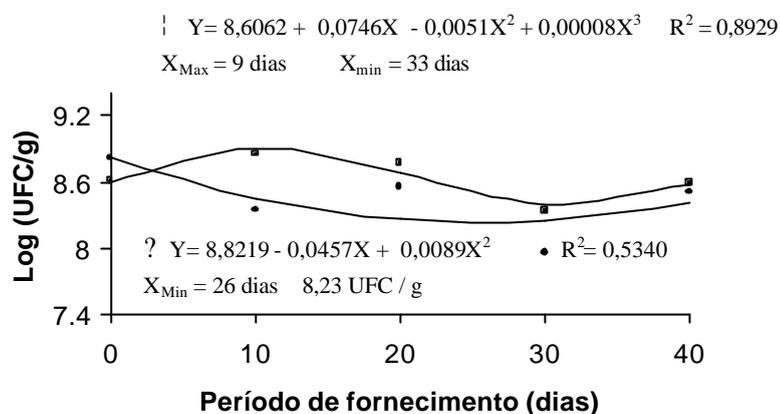


Figura 10 – Contagem total de bactérias dos cecos de frangos de corte em função do período de fornecimento de bacitracina de zinco

A interação ($P < 0,01$) entre período de fornecimento e sexo sobre a contagem de bactérias total nos cecos mostrou que os machos apresentaram efeito quadrático ($P < 0,01$) nessa variável, e conforme a derivação da equação, a menor contagem de bactérias foi estimada aos 26 dias de fornecimento de antibiótico. A contagem total de bactérias nos cecos das fêmeas mostrou efeito cúbico ($P < 0,01$), o qual foi estimado maior aos 9 dias de fornecimento de antibióticos e menor contagem aos 33 dias de fornecimento de antibiótico, evidenciando uma sucessão de prevalência de alguns tipos de microrganismos e declínio de outros, sugerindo a não-existência de uma microbiota típica no trato gastrointestinal (Figura 11).



(? valores observados nos machos e | observados nas fêmeas)

Figura 12 – Contagem total de bactérias dos cecos de frangos de corte machos e fêmeas em função do período de fornecimento de antibiótico

Embora as médias obtidas da contagem de bactérias estejam um pouco abaixo daquelas observadas por Jin et al. (1998) e Fuini (2001), a densidade populacional de bactérias do intestino delgado e cecos manteve menos estável para proliferação microbiana. Essas mudanças na população bacteriana, que são extremamente complexas e dinâmicas, podem ser devidas ao nível de desafio sanitário da instalação e à ausência de anticoccidiano na ração, que favoreceu uma sucessão de prevalência de bactérias e o declínio de outras. No entanto, valores superiores foram obtidos por Engberg et al. (2000), os quais verificaram aumento na contagem de bactérias do duodeno para o jejuno e desse para o íleo.

O uso de antibióticos não demonstrou uma redução acentuada na contagem total de bactérias do trato gastrointestinal, estando de acordo com Engberg et al. (2000) e Leedle (2000a), que verificaram mudanças na proporção de várias bactérias intestinais com o uso de antibióticos nas dietas.

4.1.5 Morfometria do trato gastrointestinal

Os resultados de altura de vilosidades e profundidade de criptas do duodeno das aves encontram-se na Tabela 19 e as análises de variância, nas Tabelas 6A e 7A do Anexo.

Houve interação ($P < 0,01$) somente entre o período de fornecimento e sexo para a variável altura das vilosidades do duodeno. Observou-se que o período de fornecimento de antibiótico influenciou a profundidade de cripta, sem efeito dos fatores antibiótico e sexo sobre essa variável.

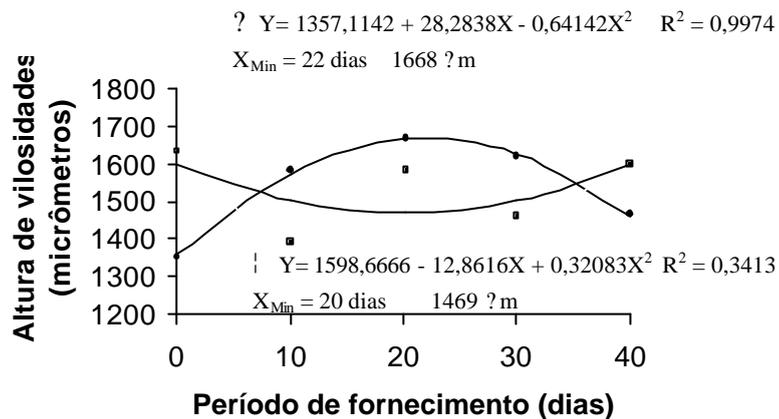
TABELA 19. Altura de vilosidade e profundidade de cripta do duodeno de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de fornecimento de antibióticos.

| Período (dias) | Altura da vilosidade (? m) | | Profundidade de cripta ¹ (? m) |
|----------------------|----------------------------|--------------------|---|
| | Macho ¹ | Fêmea ¹ | |
| 0 | 1353 | 1634 | 339 |
| 10 | 1582 | 1393 | 272 |
| 20 | 1667 | 1583 | 257 |
| 30 | 1619 | 1459 | 246 |
| 40 | 1466 | 1599 | 250 |
| Avilamicina | 1574 a | 1508 | 267 |
| Bacitracina de zinco | 1501 b | 1559 | 278 |
| Macho | - | - | 279 |
| Fêmea | - | - | 266 |
| Média geral | 1535 | | 273 |
| CV (%) | 5,95 | | 16,43 |

¹ Efeito quadrático - ² Efeito cúbico

A interação ($P < 0,01$) entre o período de fornecimento e sexo sobre a altura das vilosidades do duodeno foi diferente entre sexos, e o período de fornecimento influenciou nos machos uma altura de vilosidade com efeito quadrático ($P < 0,03$) e, conforme a derivação de regressão, maior vilosidade foi

estimada aos 22 dias de fornecimento de antibiótico (1668 μm), e para as fêmeas, que as vilosidades apresentaram efeito quadrático ($P < 0,01$), a menor altura de vilosidade (1469 μm) foi estimada aos 20 dias de fornecimento de antibiótico (Figura 12).



(? valores observados nos machos e † observados nas fêmeas)

Figura 12 – Altura das vilosidades do duodeno de machos e fêmeas de frangos de corte em função do período de fornecimento de antibiótico

Esses dados estão coerentes com os resultados observados para os machos que apresentaram um comportamento para o máximo de ganho de peso estimado aos 19 dias de fornecimento de antibiótico, evidenciando um sinergismo da taxa de crescimento com o ganho de peso, que possivelmente, pode ser atribuído ao fato de quanto maior altura das vilosidades, maior é a capacidade de absorção de nutrientes.

As fêmeas apresentaram menor altura das vilosidades do duodeno, que refletiu num ganho de peso negativo e mostrou que as fêmeas são menos sensíveis à suplementação contínua de antibióticos na dieta em relação aos machos. Esse fato pode estar relacionado tanto com a presença de antibióticos na dieta quanto com a aderência de bactérias à mucosa intestinal, e que talvez

tenham exercido uma função de agente estimulador com um desequilíbrio na taxa de renovação celular, levando a uma maior taxa de extrusão, havendo diminuição da taxa de proliferação, de tal forma que o intestino pode ter respondido com uma redução na altura das vilosidades e, conseqüentemente, com uma diminuição em sua taxa de digestão e absorção de nutrientes. Conforme Macari et al. (1995), a redução na altura dos vilos ocorre por diminuição na taxa de proliferação e/ou aumento na taxa de extrusão.

Os resultados obtidos da altura média das vilosidades do duodeno são superiores aos encontrados por Silva (1999) e Fuini (2001), no entanto, inferiores aos encontrados por Dionizio (2001), quando trabalhou com antibiótico e lactose nas rações de frangos.

Observou-se efeito quadrático ($P < 0,01$) do período de fornecimento de antibiótico sobre a profundidade de cripta, e conforme a derivação da equação, verificou-se que a permanência dos antibióticos nas dietas proporcionou menor profundidade de cripta estimada aos 30 dias de fornecimento de antibiótico, independente dos sexos (Figura 13).

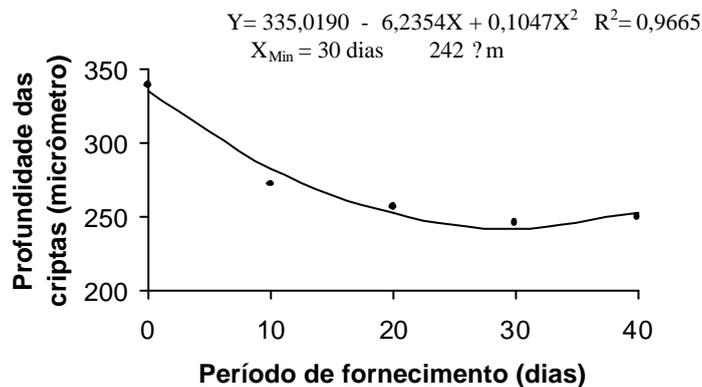


Figura 13 – Profundidade das criptas do duodeno de frangos de corte em função do período de fornecimento de antibiótico

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) de antibiótico e sexo sobre a profundidade de cripta. Essas alterações nas medidas das alturas médias das vilosidades e profundidade de criptas podem estar relacionadas tanto com a utilização de diferentes dietas, quanto com as lesões ulcerativas, enterites inespecíficas e lesões mecânicas, que são processos que afetam a taxa de renovação celular da mucosa. Dessa forma, a renovação celular do epitélio intestinal dos frangos de corte é fator de indução de alterações morfofuncionais, que podem afetar os mecanismos de absorção de nutrientes e interferir na altura da vilosidade e na profundidade de criptas e, conseqüentemente, afetar o desempenho produtivo das aves.

As médias das profundidades de criptas do duodeno aos 40 dias são superiores àquelas descritas por Schwarz et al. (2002), porém, inferiores às observadas por Pelicano et al. (2002). Essas diferenças podem estar relacionadas tanto a fatores nutricionais (efeitos tróficos dos nutrientes) quanto a fisiológicos. Os efeitos tróficos dos nutrientes estão relacionados com a descamação, nutrição local e estimulação do crescimento por nutrientes específicos, independentemente de seu valor nutritivo. Assim, o processo mitótico parece ser regulado pela presença de substâncias existentes no lúmen, que são liberadas localmente. No que se refere ao aspecto fisiológico, as aves apresentam o processo de renovação celular, indicando que a taxa de proliferação celular diminui gradativamente da cripta para a região apical das vilosidades. Desse modo, as divisões mitóticas nas criptas correspondem aproximadamente 56% da proliferação celular no intestino, a região mediana dos vilos, 32% e a região apical, por 8% (Applegate et al. 1994).

Os resultados de altura de vilosidades e profundidade de criptas do jejuno das aves encontram-se na Tabela 20 e as análises de variância, nas Tabelas 7A e 8A do Anexo.

TABELA 20. Altura das Vilosidades e profundidade de cripta no jejuno de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de fornecimento de antibióticos.

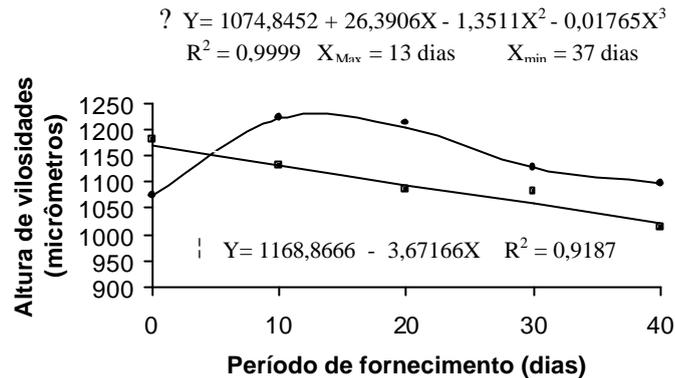
| Período (dias) | Altura de vilosidade (? m) | | Profundidade de cripta (? m) | | | |
|----------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Macho ³ | Fêmea ¹ | Macho ² | Fêmea ³ | Avilamicina ³ | Bacitracina ² |
| 0 | 1074 | 1181 | 293 | 266 | 279 | 279 |
| 10 | 1222 | 1131 | 231 | 206 | 210 | 227 |
| 20 | 1212 | 1087 | 211 | 242 | 197 | 256 |
| 30 | 1127 | 1082 | 226 | 272 | 221 | 278 |
| 40 | 1098 | 1013 | 282 | 228 | 206 | 304 |
| Avilamicina | 1165 | 1076 b | 226 | 219 | 222 | - |
| Bacitracina de zinco | 1124 | 1114 a | 259 | 279 | - | 269 |
| Macho | 1145 | - | 249 | - | 219 | 279 |
| Fêmea | - | 1095 | - | 243 | 226 | 259 |
| Média geral | 1120 | | 246 | | | |
| CV (%) | 6,30 | | 14,17 | | | |

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste F.

¹Efeito linear - ²Efeito quadrático- ³Efeito cúbico

Verificou-se interação ($P < 0,01$) em função do período de fornecimento e sexo sobre a altura das vilosidades do jejuno, observando-se efeito cúbico ($P < 0,02$) para os machos e linear ($P < 0,01$) decrescente para as fêmeas. Conforme a derivação da equação cúbica do período de fornecimento de antibiótico sobre a altura das vilosidades nos machos, estimaram-se maior altura aos 13 dias de fornecimento de antibiótico e menor altura aos 37 dias de fornecimento (Figura 14). A altura de vilosidade nas fêmeas em função do período de fornecimento de antibiótico apresentou efeito linear ($P < 0,01$) decrescente, que conforme a permanência dos antibióticos nas dietas, a altura da vilosidade reduzia. Essa redução gradativa da altura da vilosidade observada nas fêmeas pode ser devida a ação de fatores tróficos (agente estimulador), que afetou a integridade da mucosa intestinal, alterando a sua morfologia, como também à presença da viscosidade no lúmen intestinal, a qual pode ter

interferido na área de contato da superfície dos nutrientes, influenciando tanto o desenvolvimento da mucosa intestinal quanto os processos de digestão e absorção. Fato esse constatado no ganho de peso decrescente nas fêmeas.



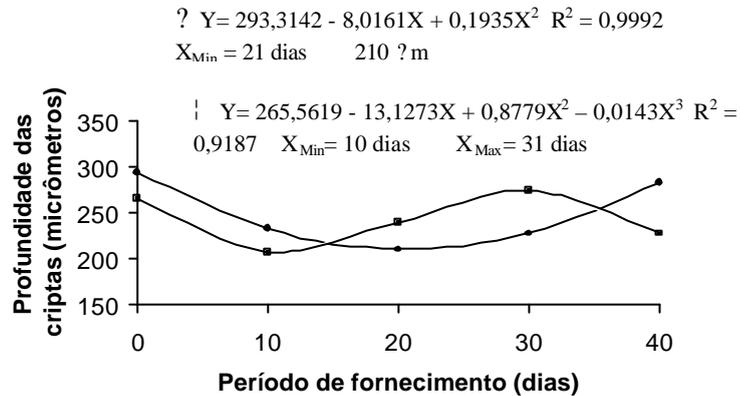
(? valores observados nos machos e ! observados nas fêmeas)

Figura 14 – Altura das vilosidades do jejuno de machos e fêmeas de frangos de corte em função do período de fornecimento de antibiótico

As médias das alturas das vilosidades do jejuno (1120 ?m) do presente trabalho são superiores àquelas observadas por Fuini (2001), Pelicano et al. (2002) e Schwarz et al. (2002), quando trabalharam com antimicrobianos, probióticos, prebióticos e simbióticos em frangos de corte.

Para profundidades das criptas no jejuno, a interação ($P < 0,01$) observada entre o período de fornecimento e sexo mostrou que, em função do período de fornecimento, a profundidade de criptas nos machos apresentou efeito quadrático ($P < 0,01$), e de acordo com a derivação da equação de regressão, estimou-se menor profundidade aos 21 dias de fornecimento de antibiótico (Figura 15). Esta diminuição na profundidade das criptas nas três primeiras semanas de vida está coerente com os resultados obtidos no desempenho, em que as propriedades do intestino delgado estão associadas com as características histológicas da mucosa dos diferentes segmentos do trato gastrointestinal. Para

as fêmeas, o período de fornecimento sobre a profundidade de cripta influenciou o efeito cúbico ($P < 0,01$), e conforme a derivação da regressão, estimou-se menor profundidade aos 10 dias e maior profundidade aos 31 dias de fornecimento de antibiótico. Segundo Macari et al. (1994), a mucosa intestinal diminui em espessura, em função do tamanho dos vilos e profundidade da cripta, da região do duodeno para o íleo. No entanto, o processo mitótico (renovação celular) é contínuo na mucosa e, seu número permanece estável, apesar de ocorrer eventos de extrusão (processo de descamação) que influenciaram a taxa de proliferação celular.

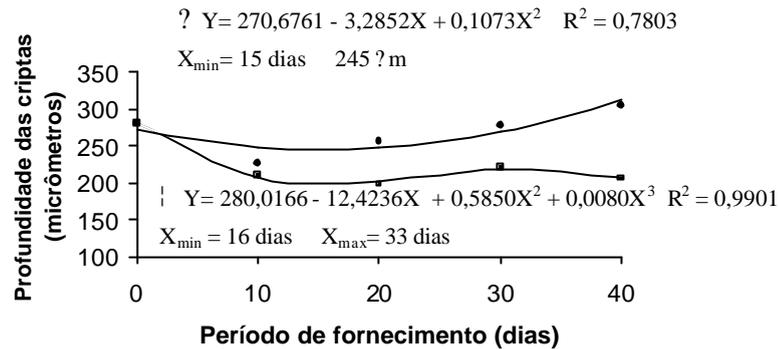


(? valores observados nos machos e † observados nas fêmeas)

Figura 15– Profundidade das criptas do jejuno de machos e fêmeas de frangos de corte em função do período de fornecimento de antibiótico

A profundidade de criptas das aves que receberam bacitracina de zinco mostrou efeito quadrático ($P < 0,01$) e conforme a derivação da equação de regressão (Figura 16), estimou-se menor profundidade de criptas aos 15 dias de fornecimento de antibiótico. Quando as aves receberam a avilamicina em função do período de fornecimento, observou-se um efeito cúbico ($P < 0,03$), e conforme a derivação, estimaram-se menor profundidade de criptas aos 16 dias e maior aos 33 dias de fornecimento de antibiótico. É bem possível que esses efeitos

observados nas profundidades das criptas da mucosa intestinal possam estar relacionado com ação trófica dos antibióticos presentes nas dietas das aves.



(? valores observados da bacitracina e ! observados da avilamicina)

Figura 16 – Profundidade das criptas do jejuno de frangos de corte em função do período de fornecimento de antibiótico

Os resultados obtidos de profundidade das criptas estão acima das médias descritas por Schwarz et al. (2002), embora Pelicano et al. (2002) não observaram diferenças significativas nessa variável. Pode-se talvez atribuir estas diferenças na morfometria intestinal a utilização das diferentes dietas e fatores endógenos e exógenos.

4.1.6 Viscosidade intestinal e colesterol total sérico

Os resultados de viscosidade intestinal e colesterol total sérico dos frangos de corte encontram-se na Tabela 21 e as análises de variância, na Tabela 8A do Anexo.

Houve interação ($P < 0,05$) entre período de fornecimento e sexo na mensuração da viscosidade intestinal, verificando-se efeito cúbico ($P < 0,01$) para

ambos os sexos. O antibiótico não influenciou ($P>0,05$) essa variável. Com relação ao colesterol total sérico, nenhum fator influenciou ($P>0,05$) nos resultados.

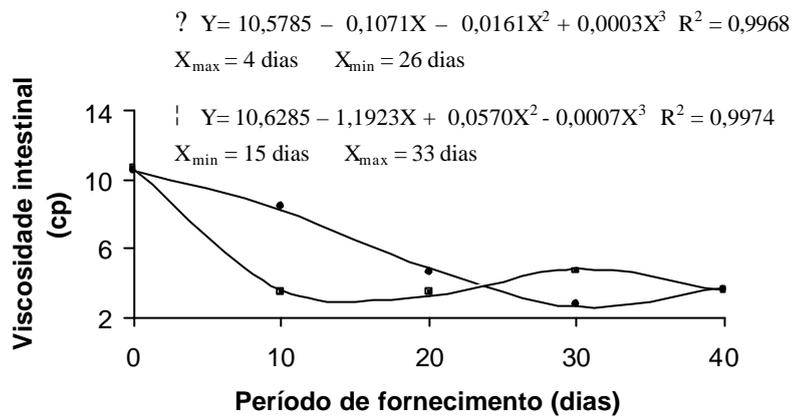
TABELA 21. Viscosidade intestinal e colesterol total sérico de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de fornecimento de antibióticos.

| Período (dias) | Viscosidade (cp) | | Colesterol total (mg/dL) |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| | Macho ¹ | Fêmea ¹ | |
| 0 | 10,53 | 10,66 | 107,31 |
| 10 | 8,43 | 3,46 | 113,95 |
| 20 | 4,60 | 3,50 | 127,23 |
| 30 | 2,80 | 4,68 | 102,90 |
| 40 | 3,63 | 3,60 | 106,29 |
| Avilamicina | 5,98 | 5,08 | 110,80 |
| Bacitracina de zinco | 6,01 | 5,28 | 112,28 |
| Macho | 6,00 | - | 113,12 |
| Fêmea | - | 5,18 | 109,96 |
| Média geral | 5,59 | | 111,54 |
| CV (%) | 23,38 | | 22,48 |

¹Efeito cúbico

De acordo com a derivação da equação cúbica da viscosidade intestinal, os machos apresentaram maior viscosidade estimada aos 4 dias de fornecimento de antibiótico e menor nível estimado aos 26 dias de fornecimento de antibiótico (Figura 17). Para as fêmeas, estimaram-se menor nível aos 15 dias e maior valor aos 33 dias de fornecimento de antibiótico. Essa alteração na viscosidade pode ter sido influenciada pela ação trófica da presença de PNA (Polissacarídeos não amiláceos) sobre a mucosa intestinal. O milho contém, em média, 9% de PNA e, desse percentual, 4,9% são xilanos. O farelo de soja possui em sua composição uma média de 20% de PNA de digestibilidade nula, não sendo utilizado pelo organismo de aves, principalmente aves jovens. Desse percentual, 2% são xilanos. Os xilanos são constituintes dos PNA solúveis, sendo as frações

solúveis responsáveis pelo aumento na viscosidade do conteúdo intestinal, que pode deprimir o desempenho do animal, impedir a digestão dos nutrientes pelas aves, além de apresentar características antinutricionais, porque diminuem a velocidade de passagem dos alimentos ao longo do trato gastrointestinal (Choct & Annison, 1992).



(? valores observados nos machos e ! observados nas fêmeas)

Figura 17- Viscosidade intestinal de machos e fêmeas de frangos de corte segundo o período de fornecimento de antibióticos

Outro aspecto que pode ter contribuído com o aumento da viscosidade intestinal foi a adição de antibióticos na dieta, que são substâncias consideradas como tendo ação trófica sobre a mucosa. Essa ação antimicrobiana dos antibióticos proporcionou uma alteração do pH e controle de certos microrganismos na região anterior do intestino delgado das aves do presente trabalho, que pode ter possibilitado tanto a prevalência de certas bactérias patogênicas, quanto a secreção de seus metabólitos, alterando a integridade da mucosa intestinal, como, por exemplo, em casos de lesões ulcerativas e enterites inespecíficas. Essas mudanças morfológicas podem ter causado modificações bioquímicas e estruturais na mucosa e, possivelmente, alterado o processo

fisiológico das glândulas intestinais que são responsáveis pela secreção de muco e fluidos similares ao plasma sanguíneo e que estão localizadas a uma profundidade de 0,3 mm da base de cada vilosidade (Swenson & Reece, 1996; Bertechini, 1998).

Apesar de a superfície da mucosa possuir uma mucosa que é revestida com uma camada quase contínua de células caliciformes que secretam grandes quantidades de um muco mais viscoso, o qual cobre a mucosa com uma camada de muco gelatinoso que tem uma espessura de 0,6 mm, conferindo, dessa forma, uma proteção à parede do intestino delgado, bem como contribuindo para a lubrificação da passagem do alimento (Macari et al. 1994), as fêmeas apresentaram uma redução da altura de vilosidades tanto do duodeno quanto do jejuno, e essa menor altura dos vilos e presença de maior viscosidade pode ter contribuído com um ganho de peso negativo em relação aos machos.

Esses resultados são inferiores aos valores encontrados por Stvihus et al. (2000) e Iji et al. (2001), no entanto, são superiores daqueles obtidos por Simões et al. (2002) e Ysar & Forbes (1997).

Para o colesterol total sérico, observou-se que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os fatores (Tabela 21) para essa variável. Esses resultados são similares aos encontrados por Mendonça Júnior et al. (1995), Mohan et al. (1996), Jin et al. (1998) Murata (1998) e Serrano (2002), que não detectaram diferenças no colesterol sérico, no entanto, são discordantes dos obtidos por Morais (1999), que detectou valores superiores no colesterol total sérico. Essa diferença nas concentrações plasmáticas de colesterol pode ter sido influenciada pelo horário da coleta da amostra, pois as aves alimentadas no período da manhã poderiam ter valores superiores em relação às que estão no período de jejum.

Por outro lado, outros fatores podem ter sido responsáveis pelo menor nível de colesterol total sérico quando antibióticos foram adicionados em dietas

de frangos de corte. A ação dos antibióticos em controlar a microbiota intestinal pode ter possibilitado a prevalência de bactérias produtoras de ácido láctico e especula-se que essas bactérias podem seqüestrar o colesterol ou sua degradação pelos ácidos biliares, seguidos pela desconjugação, impedindo uma nova síntese ou ser absorvidos pelo lúmen intestinal (Abdulrahim et al. 1996).

4.1.7 Medidas alométricas do intestino delgado de frangos de corte

Os resultados para as variáveis comprimento e peso absoluto do intestino delgado encontram-se na Tabela 22 e as análises de variância, na Tabela 9A do Anexo.

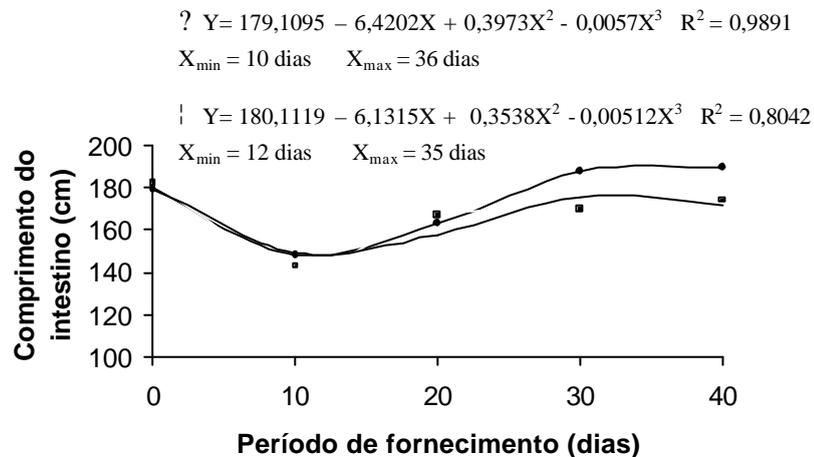
TABELA 22. Comprimento e peso intestinal de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de fornecimento de antibióticos.

| Período (dias) | Comprimento do intestino (cm) | | | | Peso do intestino (g) ² |
|----------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| | Macho ² | Fêmea ² | Avilamicina ² | Bacitracin ^{a1} | |
| 0 | 179 | 182 | 180 | 180 | 109 |
| 10 | 151 | 143 | 122 | 170 | 118 |
| 20 | 161 | 167 | 151 | 176 | 113 |
| 30 | 191 | 170 | 175 | 185 | 99 |
| 40 | 190 | 174 | 177 | 187 | 105 |
| Avilamicina | 164 b | 159 b | 161 | - | 112 a |
| Bacitracina de zinco | 184 a | 176 a | - | 179 | 105 b |
| Macho | 174 | | 164 | 184 a | 112 |
| Fêmea | | 167 | 159 | 176 b | 105 |
| Média geral | | | 170 | | 109 |
| CV (%) | | | 5,14 | | 12,01 |

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem (P<0,05) pelo teste F.

¹Efeito linear - ²Efeito cúbico

A interação entre período de fornecimento de antibiótico e sexo mostrou que tanto os machos quanto as fêmeas tiveram um comportamento do crescimento do intestino diferenciado, evidenciando um efeito cúbico ($P < 0,01$), e de acordo com a derivação da equação de regressão para os machos, foram estimados menor comprimento do intestino aos 10 dias e maior comprimento aos 36 dias de fornecimento. Para as fêmeas, estimaram-se menor comprimento do intestino aos 12 dias e maior aos 35 dias de fornecimento de antibiótico (Figura 18). Independente do sexo, a bacitracina de zinco influenciou maior tamanho do intestino em relação à avilamicina. Isso pode ser devido ao fato de a bacitracina de zinco ter apresentado menor ação trófica sobre a mucosa do intestino e alterações morfofuncionais. Outros fatores, tais como genética, nutrição e sexo podem ter influenciado o crescimento do trato gastrointestinal dos frangos de corte.

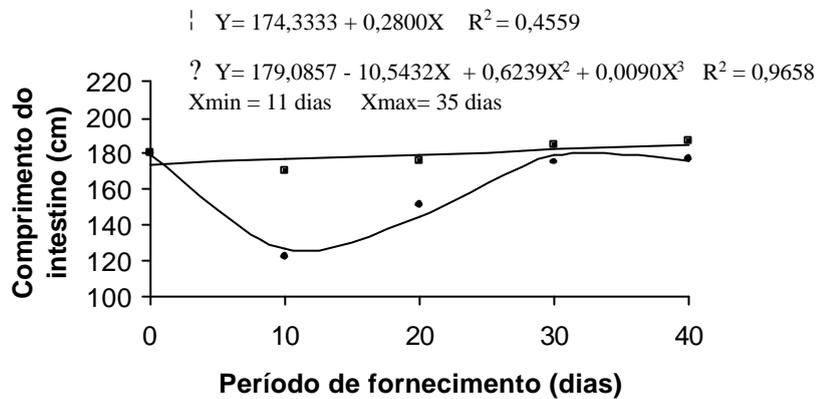


(? valores observados nos machos e ! observados nas fêmeas)

Figura 18- Comprimento do intestino de machos e fêmeas de frangos de corte em função do período de fornecimento de antibióticos

A interação entre o período de fornecimento e antibiótico, demonstrou que as aves suplementadas com bacitracina de zinco mostraram que o comprimento

do intestino teve um efeito linear crescente ($P<0,01$), tendo os machos maior comprimento do intestino quando do uso de bacitracina. O comprimento do intestino das suplementadas com avilamicina mostrou efeito cúbico ($P<0,01$), que segundo a derivação da equação, foi estimado menor comprimento aos 11 dias e maior aos 35 dias de fornecimento de antibiótico (Figura 19). Embora se tenha observado maior tamanho do intestino delgado nas aves machos e esses tiveram maior ganho de peso em relação às fêmeas, não houve diferença no desempenho de frangos quando da suplementação de antibióticos.



(? valores observados com avilamicina e † observados com bacitracina de zinco)

Figura 19 - Comprimento do intestino de frangos de corte em função do período de fornecimento de antibióticos

O comportamento do período de fornecimento sobre o peso absoluto do intestino mostrou efeito cúbico ($P<0,01$), e de acordo com a derivação da regressão, foi estimado maior peso do intestino aos 9 dias e menor aos 34 dias de fornecimento de antibiótico (Figura 20). Esse comportamento de as aves terem apresentado um peso do intestino de forma exponencial nas duas primeiras semanas de vida, pode ser devido à curva de crescimento de ambos os sexos, conforme as taxas crescentes de ganho de peso/dia (Gous, 1999).

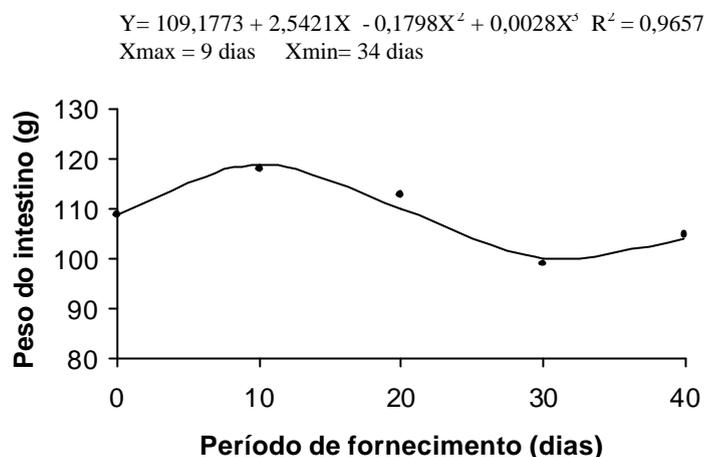


Figura 20- Peso do intestino de frangos de corte em função do período de fornecimento de antibióticos

Os resultados deste trabalho estão de acordo com os obtidos por Fethiere & Miles (1987), Furlan et al. (2000), Longo (2000). No entanto, discordantes dos encontrados por Stutz & Lawton (1984) e Viveiros et al. (1994), que não constataram efeitos significativos nas medidas alométricas do intestino delgado de aves quando suplementadas com antibiótico na ração.

De maneira geral, as medidas alométricas do intestino delgado mostraram que o peso do intestino delgado foi mais influenciado pelo uso de antibiótico do que o peso corporal. Pequenas doses subterapêuticas foram capazes de alterar o peso do intestino, mas o mesmo não ocorreu com o ganho de peso. O maior peso do intestino foi observado para a avilamicina em relação à bacitracina de zinco, demonstrando diferente ação dos antibióticos.

4.1.8 Perfil de ácidos graxos voláteis dos cecos de frangos de corte

Os resultados do perfil de ácidos graxos voláteis dos cecos encontram-se na Tabela 23 e as análises de variância, na Tabela 10A Anexo. Houve interação

($P < 0,01$) somente entre período de fornecimento e antibiótico para a variável ácido acético. Os antibióticos influenciaram a concentração do ácido propiônico. Verificou-se interação ($P < 0,03$) entre o período de fornecimento e sexo sobre o perfil de ácido butírico.

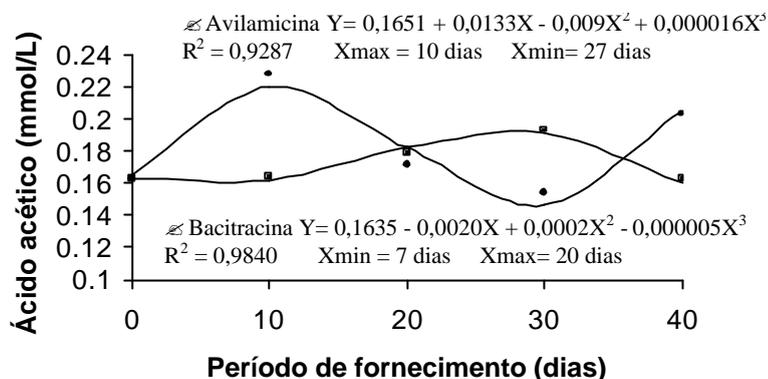
TABELA 23. Ácidos graxos voláteis dos cecos de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de fornecimento de antibióticos.

| Período (dias) | Acetato (mmol/L) | | Propionato (mmol/L) | Butírate (mmol/L) | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | Avilamicin ^{a2} | Bacitracina ² | | Macho ² | Fêmea ¹ |
| 0 | 0,163 | 0,163 | 0,052 | 0,022 | 0,014 |
| 10 | 0,228 | 0,164 | 0,070 | 0,040 | 0,027 |
| 20 | 0,171 | 0,179 | 0,056 | 0,022 | 0,028 |
| 30 | 0,154 | 0,193 | 0,050 | 0,025 | 0,023 |
| 40 | 0,203 | 0,160 | 0,055 | 0,019 | 0,030 |
| Avilamicina | 0,184 | - | 0,062 a | 0,027 | 0,026 |
| Bacitracina de zinco | - | 0,172 | 0,051 b | 0,025 | 0,022 |
| Macho | 0,174 b | 0,168 | 0,056 | 0,026 | - |
| Fêmea | 0,194 a | 0,175 | 0,057 | - | 0,024 |
| Média geral | 0,176 | | 0,057 | 0,025 | |
| CV (%) | 12,99 | | 35,13 | 40,09 | |

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste F.

¹Efeito linear - ²Efeito cúbico

A interação ($P < 0,01$) entre período de fornecimento e antibiótico para o ácido acético mostrou que as aves suplementadas tanto com a avilamicina quanto a bacitracina de zinco apresentaram efeito cúbico ($P < 0,01$), concluindo-se que a resposta é diferenciada em função do antibiótico utilizado. De acordo com a derivação da equação, foi estimada maior concentração do ácido aos 10 dias e a menor aos 27 dias de fornecimento de avilamicina. Quando do uso da bacitracina de zinco, foram estimadas a menor e maior concentração do ácido acético aos 7 e 20 dias de fornecimento, respectivamente (Figura 21).



(? valores observados com avilamicina e | observados com bacitracina de zinco)

Figura 21- Ácido acético dos cecos de frangos de corte em função do período de fornecimento de antibióticos

O sexo influenciou no perfil do acetado, no qual as fêmeas tiveram maiores concentrações de ácido acético nos cecos em relação aos machos, quando receberam avilamicina, mas o mesmo não ocorreu com a bacitracina de zinco. Essa diferença nas concentrações do ácido acético pode ser devida à capacidade de os antibióticos modular a população bacteriana dos cecos, privilegiando um determinado gênero ou espécie. Isso certamente pode ter contribuído para a diminuição de certas bactérias e o desenvolvimento de outras, e influenciado na produção de ácidos graxos voláteis.

Embora se tenha verificado que a proporção de ácido acético com propiônico e butírico manteve-se constante em quase todo período da criação, aos dez dias, essa proporção foi reduzida, mas, no entanto, voltou a estabelecer um platô até o final da criação. Essa redução da concentração do ácido acético nas primeiras semanas de vida da ave pode ser devida a uma maior contribuição desse ácido no processo de digestão e absorção de proteínas, carboidratos e lipídeos, no qual ocorre maior demanda do ácido acético que é oxidado ao

substrato acetil-CoA e fornece dois carbonos para o ciclo de ácido cítrico, no qual desempenha vários papéis no metabolismo.

A concentração do ácido propiônico foi influenciada ($P < 0,05$) pelo antibiótico, com a avilamicina mostrando uma concentração 12,0 % superior em relação à bacitracina de zinco, independente dos sexos. Foi estimada maior concentração de ácido propiônico aos 11 dias e menor aos 27 dias de fornecimento de antibióticos (Figura 22).

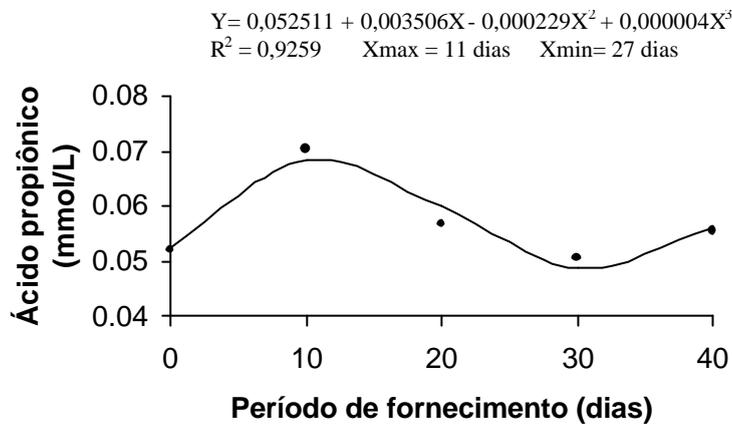
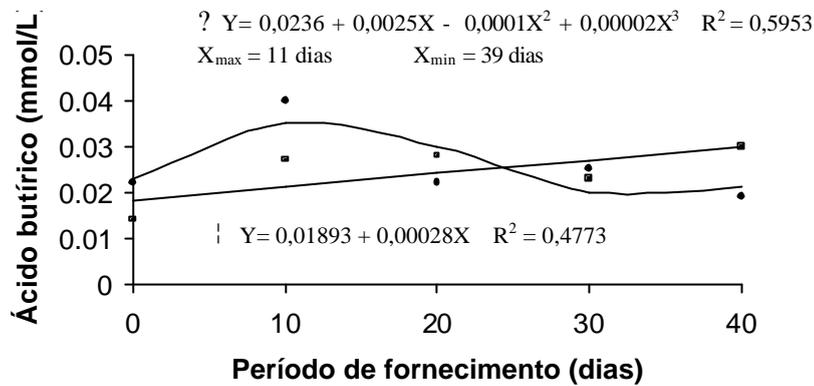


Figura 22- Ácido propiônico dos cecos de frangos de corte em função do período de fornecimento de antibióticos

A interação ($P < 0,03$) em função do período de fornecimento e sexo sobre a concentração de ácido butírico foi diferente entre machos e fêmeas, observando-se efeito cúbico ($P < 0,04$) nos machos e linear para as fêmeas (Figura 23).

A concentração do ácido butírico foi diferenciada em função do sexo, que de acordo com a derivação da equação, os machos tiveram maior concentração aos 11 dias e menor aos 39 dias de idade, e para as fêmeas, observou-se efeito crescente linear ($P < 0,03$), indicando que a permanência dos antibióticos estimulou a concentração desse ácido nos cecos.



(? valores observados nos machos e † observados nas fêmeas)

Figura 23 - Concentração de ácido butírico em função do período de fornecimento de antibiótico

Os resultados não estão de acordo com os encontrados por Williams et al.(1997), Marounek et al. (1999) Kubena et al. (2001), quando utilizaram culturas de exclusão competitiva associadas com aflotoxina na ração de aves.

4.2 Experimento II – Utilização de aditivos beneficiadores de crescimento na alimentação de frangos de corte

4.2.1 Desempenho

Os resultados de desempenho para as variáveis consumo de ração (**CR**), ganho de peso (**GP**) e conversão alimentar (**CA**) das aves, segundo os aditivos beneficiadores de crescimento utilizados no período de 1 a 21 dias de idade, estão apresentados na Tabela 25 e as análises de variância, na Tabela 2B do Anexo.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos aditivos sobre CR, GP e CA até os 21 dias de idade. Somente o sexo foi influenciado nessas variáveis.

TABELA 25. Desempenho de frangos de 1 a 21 dias de idade de acordo com os aditivos utilizados na dieta e sexo.

| Aditivo | Consumo de Ração (g) | Ganho de peso (g) | Conversão Alimentar |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Basal (sem aditivo) | 1054 | 787 | 1,33 |
| Antibiótico | 1067 | 796 | 1,34 |
| MOS | 1073 | 808 | 1,32 |
| FOS | 1023 | 766 | 1,33 |
| Ácido fumárico | 1051 | 783 | 1,34 |
| Cogumelo desidratado | 1037 | 775 | 1,32 |
| Probiótico | 1009 | 739 | 1,36 |
| Macho | 1070 a | 804 a | 1,32 b |
| Fêmea | 1020 b | 755 b | 1,35 a |
| Média geral | 1045 | 779 | 1,33 |
| CV (%) | 4,44 | 5,20 | 2,51 |

Médias com letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem ($P<0,05$) pelo teste F.

Os machos apresentaram maior consumo de ração, ganho de peso e melhor conversão alimentar na primeira fase de criação, evidenciando melhor desempenho quando comparado com as fêmeas. O CR e GP foram, em média, 5,0% e 7,0%, superiores em relação às fêmeas. A conversão alimentar foi melhor, indicando melhor eficiência alimentar quando comparada com as fêmeas. O maior ganho de peso e melhor conversão alimentar dos machos pode ser devido ao desenvolvimento do trato gastrointestinal durante a primeira semana de vida, que é essencial para que a ave possa expressar seu alto potencial genético, mas também ao efeito ativador da testosterona sobre a síntese de RNA-polimerase, o que proporciona maior crescimento ósseo, taxa de deposição protéica e desenvolvimento corpóreo, conforme Teixeira (1997) e Longo (2000).

O mecanismo de ação dos aditivos sobre a constituição e a ecologia da microbiota intestinal pode ter influenciado no desempenho dos machos, proporcionando ações permissoras aos processos metabólicos de digestão e absorção de nutrientes, favorecendo um desempenho zootécnico em níveis mais próximos de seu potencial genético.

O fato de os aditivos prebióticos, probiótico e extrato de cogumelo não terem apresentado diferenças significativas no desempenho dos frangos no final dos 21 dias de idade, em comparação ao antibiótico, mostrou-se que é viável a substituição do antibiótico pelos aditivos beneficiadores de crescimento, mantendo-se o mesmo padrão de desempenho animal e evitando riscos da presença de resíduos de antibióticos ou metabólitos desses na carcaça e diminuindo a probabilidade de surgimento de cepas de bactérias resistentes a antibióticos.

Os resultados encontrados para o desempenho na primeira fase de criação diferem daqueles encontrados por Waldroup et al. (1993). No entanto, são similares aos encontrados por Feres et al. (2000), Dionízio (2001), Loddi et al. (2002) e Pedroso et al. (2002), quando da utilização de prebióticos, probióticos e a associação desses em dietas iniciais de frangos de corte.

Os resultados de desempenho para as variáveis consumo de ração (**CR**), ganho de peso (**GP**) e conversão alimentar (**CA**), avaliados no período de criação de 1 a 42 dias de idade, encontram-se na Tabela 26, e as análises de variância, na Tabela 3B do Anexo.

Foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) dos aditivos somente sobre a CA, não sendo observado mais nenhum efeito sobre as outras variáveis. O sexo foi influenciado ($P < 0,05$) no desempenho dos frangos de corte, indicando melhor performance para os machos.

TABELA 26. Desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade de acordo com os aditivos utilizados na dieta e sexo.

| Aditivo | Consumo de ração (g) | Ganho de Peso (g) | Conversão alimentar |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Basal (sem aditivo) | 4488 | 2331 | 1,92 A |
| Antibiótico | 4524 | 2347 | 1,92 B |
| MOS | 4367 | 2416 | 1,80 A |
| FOS | 4394 | 2323 | 1,88 B |
| Ácido fumárico | 4516 | 2276 | 1,98 C |
| Cogumelo desidratado | 4454 | 2320 | 1,92 B |
| Probiótico | 4515 | 2360 | 1,90 B |
| Macho | 4592 a | 2446 a | 1,87 b |
| Fêmea | 4339 b | 2232 b | 1,94 a |
| Média geral | 4465 | 2339 | 1,90 |
| CV (%) | 3,64 | 4,66 | 2,87 |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra minúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

Pode-se observar que a utilização de antibiótico e aditivos não promoveu melhoria significativa ($P > 0,05$) no consumo de ração e ganho de peso; isso possivelmente pode ser atribuído às boas condições de manejo e qualidade da ração.

Como esperado, os machos apresentaram melhores resultados de desempenho em relação às fêmeas, independentemente do beneficiador de crescimento utilizado, observando-se um consumo de ração, em média, de 5,8% e ganho de peso 9,5% superior às fêmeas e uma melhor conversão alimentar no período de 1 a 42 dias de idade.

As aves que receberam MOS apresentaram melhor conversão alimentar em relação aos outros tratamentos, possivelmente pela adsorção das cepas bacterianas patogênicas, que pode ter reduzido sua colonização e induzido benefícios intestinais aos processos digestivos dos enterócitos. Pode-se observar melhora na conversão alimentar em relação à dieta com antibiótico e uma

melhoria, em média, de 7,0% na eficiência alimentar. No entanto, as aves suplementadas com ácido fumárico apresentaram pior conversão alimentar em relação aos outros tratamentos, talvez devido o fato de uma menor população total de bactérias no intestino e cecos, ou a uma maior população de bactérias patogênicas que tenha influenciado nas atividades metabólicas da microbiota e interferido no desempenho, evidenciando uma piora no ganho de peso das aves.

O melhor desempenho dos machos pode ser pelo fato de a ação permissora dos aditivos beneficiadores de crescimento ter proporcionado menor efeito trófico na mucosa e reduzida atividade mitótica das células do intestino delgado.

É importante salientar que a relação interdependente da temperatura média no período total do experimento, que foi de 26,60 °C, juntamente com outros fatores ambientais, possivelmente tenha favorecido condições adequadas para uma faixa de conforto térmico, que possibilitou uma melhora na resposta fisiológica das aves, independente do sexo.

De maneira geral, embora as aves sejam mais sensíveis a fatores estressores, conforme o sistema no qual são criadas atualmente, a grande carga de estresse que pode alterar o balanço microbiano intestinal possivelmente não exerceu efeito negativo sobre o desempenho das aves. Os resultados obtidos corroboram com Alvares et al. (1994), Dionízio (2001) e Spring et al. (2000), sendo discordantes dos obtidos por Bertechini & Hossain (1993) e Henrique et al. (1998), que observaram uma melhora tanto no consumo de ração quanto ganho de peso de frangos de corte, quando suplementados com antibióticos e probióticos nas dietas.

O comportamento de uma melhor EA das aves que receberam prebióticos (MOS e FOS) mostrou, em média, de 7,0 % de superioridade em relação às aves que receberam outros aditivos (Tabela 27) e às análises de variância (Tabela 4B do anexo).

TABELA 27. Eficiência alimentar e viabilidade de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade de acordo com os aditivos utilizados na dieta e o sexo.

| Aditivo | Eficiência alimentar (kg/kg) | Viabilidade (%) |
|----------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Basal (sem aditivo) | 0,51 B | 97,00 |
| Antibiótico | 0,51 B | 98,75 |
| MOS | 0,55 A | 99,12 |
| FOS | 0,54 A | 95,25 |
| Ácido fumárico | 0,50 B | 97,37 |
| Cogumelo desidratado | 0,51 B | 95,62 |
| Probiótico | 0,51 B | 97,37 |
| Macho | 0,53 a | 96,17 b |
| Fêmea | 0,51 b | 98,25 a |
| Média geral | 0,52 | 97,21 |
| CV (%) | 3,65 | 3,68 |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra minúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

Os prebióticos (MOS e FOS) resultaram em melhor eficiência alimentar, talvez pela razão desses aditivos terem alterado a microbiota intestinal e influenciado no pH intestinal, que pode ter reduzido a prevalência de microrganismos patogênicos, favorecendo uma microbiota benéfica, que evidenciou resultados significativos no desempenho produtivo das aves em condições de desafio de campo. É importante salientar que os microrganismos entéricos constituem uma preocupação para a indústria de aves domésticas, porque eles competem com a ave por nutrientes disponíveis no alimento. Além disso, alguns são patogênicos até para o homem.

Esses resultados são similares aos encontrados por Corrêa et al. (2000), Dionízio (2001) e Feres et al. (2002). No entanto, são inferiores daqueles encontrados por Henrique et al. (2000), quando avaliaram o efeito de ácido orgânico, probiótico e antibiótico sobre o desempenho de frangos de corte.

Apesar da viabilidade ser comumente usada para o cálculo do fator de produção (FP), neste trabalho ela foi obtida visando a dar uma indicação das respostas dos frangos de corte diante de alguns aditivos beneficiadores do crescimento. As médias de viabilidade do plantel para o período total da criação não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$) entre os aditivos, indicando que a viabilidade não foi afetada pelos fatores estudados. No entanto, as fêmeas apresentaram maior viabilidade, pelo fato de as aves machos terem evidenciado um crescimento corpóreo mais rápido, com maior susceptibilidade aos problemas cardio-vasculares, que possivelmente influenciou a mortalidade.

Esses resultados diferem dos obtidos por Henrique et al. (1998), que observaram uma redução da mortalidade das aves que receberam probióticos nas rações de frangos de corte. No entanto, estão de acordo com os obtidos por Feres, et al. (2002), Iafigliola (1999), Moreira et al. (2001), Pedroso et al. (2002) e Santos et al. (2002a), que verificaram uma maior taxa de sobrevivência das aves quando do uso de antibiótico, prebióticos e probiótico nas dietas de frangos de corte.

4.2.2 Características de carcaça

Os resultados de peso ao abate (**PA**) da carcaça eviscerada com pés e cabeça, rendimento de carcaça (**RC**) e rendimento de peito (**RP**) estão expressos na Tabela 28 e as análises de variância, nas Tabelas 4B e 5B do Anexo.

De acordo com as análises de variância, houve interação ($P<0,05$) entre aditivo e sexo somente para a variável PA, não sendo observada nenhuma interação entre RC e RP. O rendimento de carcaça e peito foi influenciado ($P<0,05$) somente pelos aditivos. Não foi observado efeito no sexo sobre essas variáveis.

TABELA 28. Peso ao abate, rendimento de carcaça¹ e peito de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, de acordo com os aditivos utilizados na dieta e sexo.

| Aditivo | Peso ao abate (g) | | Rendimento de carcaça (%) | Peito (%) |
|----------------------|-------------------|----------|---------------------------|-----------|
| | Macho | Fêmea | | |
| Basal (sem aditivo) | 2502 B a | 2399 A a | 70,44 B | 31,07 B |
| Antibiótico | 2654 A a | 2279 A b | 70,09 B | 32,53 A |
| MOS | 2833 A a | 2194 A b | 69,00 B | 32,91 A |
| FOS | 2681 A a | 2339 A b | 70,60 B | 30,82 B |
| Ácido fumárico | 2356 B a | 2204 A a | 74,65 A | 31,53 B |
| Cogumelo desidratado | 2503 B a | 2329 A a | 73,10 A | 31,74 B |
| Probiótico | 2389 B a | 2318 A a | 72,59 A | 30,72 B |
| Macho | 2560 | - | 70,62 | 31,63 |
| Fêmea | - | 2294 | 72,38 | 31,70 |
| Média geral | 2427 | | 71,50 | 31,62 |
| CV (%) | 6,98 | | 4,76 | 4,92 |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

¹ Carcaça eviscerada com cabeça, pescoço e pés.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo mostrou que o maior PA ocorreu quando do uso de antibiótico, MOS e FOS para os machos em relação aos outros aditivos, sem, portanto, ter verificado efeito para as fêmeas.

O comportamento do PA em função do aditivo foi diferente ($P < 0,05$) entre machos e fêmeas, observando-se que os machos tiveram maior PA em relação às fêmeas, quando do uso de prebiótico (MOS e FOS) e antibiótico. Esse maior peso dos machos, possivelmente, está relacionado com o crescimento mais rápido e maior voracidade de consumo de ração, que conferiu maior deposição de proteína corporal e ganho de peso.

O fato de as fêmeas terem apresentado menor peso ao abate quando do uso de antibiótico pode ser devido a uma menor susceptibilidade ao antimicrobiano que deprimiu o crescimento. A suplementação de prebióticos também

influenciou na taxa de crescimento das fêmeas, não verificando nenhum benefício no peso ao abate.

No rendimento de carcaça, verificou-se que os melhores resultados ($P < 0,05$) foram obtidos quando do uso de ácido fumárico, cogumelo desidratado e probiótico na ração. Apesar de maior peso ao abate para as aves machos, o sexo não foi influenciado no rendimento de carcaça. Esse fato pode ser devido a uma melhor ação permissora dos aditivos no trato gastrointestinal, evidenciando melhor utilização da proteína e energia no metabolismo intermediário.

Foi observado que o maior rendimento de peito em função do aditivo ocorreu quando do uso de antibiótico e MOS em relação aos demais tratamentos. Estes resultados estão coerentes com os de peso ao abate, demonstrando que as aves que foram suplementadas com esses aditivos tiveram maior potencial para deposição de nutrientes, comparados com os demais aditivos. Essa superioridade do rendimento de peito, independente do sexo, pode ser devida ao mecanismo de ação do antibiótico e MOS no trato gastrointestinal das aves, favorecendo maior taxa de retenção protéica para a produção de carne.

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Mohan et al. (1996), Runho et al. (1997), Moreira et al. (2001), Santos et al. (2002b), que verificaram melhor rendimento de carcaça e parte quando do uso de antibiótico e probiótico na ração, no entanto, diferem dos encontrados por Henrique et al. (2000), Dionizio (2001), Leandro et al. (2001) e Vargas et al. (2002), que não observaram diferenças significativas no rendimento de carcaça.

Os resultados de rendimento de coxa (**RCX**), rendimento de sobrecoxa (**RSCX**), rendimento de asa (**RASA**) e rendimento de gordura abdominal (**RGAB**) estão expressos na Tabela 29, e as análises de variância, nas Tabelas 5B e 6B do Anexo. Não houve interação ($P > 0,05$) dos fatores avaliados, observando-se que o rendimento de coxa, asa e gordura abdominal não apresentaram diferença em função do aditivo utilizado. No entanto, os machos

apresentaram maior rendimento de coxa, em média, 5,0% de superioridade em relação às fêmeas, mas o mesmo não ocorreu com o rendimento de sobrecoxa, quando se comparou o sexo

TABELA 29. Rendimento de partes de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade de acordo com os aditivos utilizados na dieta e sexo.

| Aditivo | Coxa (%) | Sobrecoxa (%) | Asa (%) | Gordura abdominal (%) |
|----------------------|-----------------|----------------------|----------------|------------------------------|
| Basal (sem aditivo) | 14,08 | 14,94 B | 10,43 | 2,13 |
| Antibiótico | 14,96 | 16,31 A | 10,34 | 2,07 |
| MOS | 14,32 | 15,70 A | 10,68 | 2,16 |
| FOS | 13,89 | 14,74 B | 11,07 | 2,22 |
| Ácido fumárico | 14,10 | 14,36 B | 11,35 | 1,73 |
| Cogumelo desidratado | 13,84 | 15,37 A | 11,04 | 2,26 |
| Probiótico | 13,49 | 15,50 A | 10,82 | 2,46 |
| Macho | 14,49 a | 15,49 | 10,83 | 1,04 b |
| Fêmea | 13,71 b | 15,06 | 10,81 | 2,45 a |
| Média geral | 14,10 | 15,28 | 10,82 | 2,15 |
| CV (%) | 6,21 | 6,40 | 7,61 | 22,14 |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

As aves suplementadas com antibiótico, MOS, extrato de cogumelo e probiótico apresentaram maior RSCX em relação à dieta basal, ácido fumárico e FOS, sugerindo que tenha havido uma deposição de nutrientes maior do que os demais tratamentos. Isso indica que essas aves tiveram capacidade de manter maiores taxas de crescimento e altas taxas de retenção protéica. Tal fato se deve talvez ao efeito de esses aditivos influenciarem a curva de crescimento em ambos os sexos.

O comportamento do rendimento de partes das aves mostrou-se diferente entre a taxa de crescimento e o desenvolvimento dos componentes corpóreos aos 42 dias de idade. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Longo

(2000), que descreveu que a composição corporal sofre mudanças durante o crescimento, tanto em termos químicos quanto físicos, embora a taxa de ganho de diferentes componentes não seja diretamente proporcional à taxa de crescimento a diferentes pesos. E essas diferenças na taxa de crescimento podem ser influenciadas por diversos fatores, tais como linhagem, sexo, densidade do lote, clima e carga de doenças, além de afetar no desenvolvimento da ave.

As fêmeas apresentaram maior deposição de gordura abdominal, sendo, em média, 57,0% superior aos machos. Isso pode ser devido aos machos apresentarem maior potencial em depositar tecido magro, enquanto as fêmeas têm maior potencial em depositar gordura, evidenciando a vantagem dos machos de terem maior eficiência na retenção de proteína e em produzir tecido magro. Esses resultados são similares aos verificados por Jin et al (1998), Loddi et al. (2000), Pelicano et al (2002) e Santos et al. (2002b). No entanto, são discordantes dos encontrados por Henrique et al. (2000), Corrêa et al. (2000), Dionízio (2001), Loddi et al. (2002) e Vargas et al. (2002), que não observaram benefícios do uso de antibióticos, probióticos e prebióticos sobre o rendimento de carcaça e gordura abdominal dos frangos.

4.2.3 pH do conteúdo do Inglúvio, Duodeno e Cecos dos Frangos de Corte

Os resultados dos valores do pH do conteúdo do Inglúvio, duodeno e cecos dos frangos de corte são apresentados na Tabela 30 e as análises de variância, na Tabela 7B do Anexo.

De acordo com as análises de variância, houve interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo para o pH do Inglúvio, duodeno e cecos. Verificou-se que os aditivos antibiótico, MOS e FOS influenciaram menor pH no Inglúvio nos machos em relação aos outros aditivos, e para as fêmeas, o menor pH ocorreu quando do uso de dieta basal e ácido fumárico em relação aos outros aditivos.

TABELA 30. pH do conteúdo no Inglúvio, duodeno e cecos de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de acordo com os aditivos utilizados na dieta e sexo.

| Aditivo | Inglúvio | | Duodeno | | Ceco | |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea |
| Basal (sem aditivo) | 4,47 C a | 4,43 C a | 6,14 A a | 6,26 B a | 6,90 B a | 6,47 A b |
| Antibiótico | 4,62 C a | 4,67 B a | 6,35 A a | 6,13 C b | 6,54 C a | 6,51 A a |
| MOS | 4,42 C a | 4,66 B a | 6,29 A a | 6,44 A a | 7,17 A a | 6,49 A b |
| FOS | 4,65 C b | 5,74 A a | 6,10 A a | 6,03 C a | 6,48 C a | 6,56 A a |
| Ácido fumárico | 4,20 C a | 4,22 C a | 6,17 A a | 6,28 B a | 6,65 C a | 6,50 A a |
| Cogumelo desidratado | 4,79 B a | 4,78 B a | 6,12 A a | 6,12 C a | 6,88 B a | 6,50 A b |
| Probiótico | 5,11 A a | 4,90 B a | 6,20 A b | 6,48 A a | 6,41 C a | 6,62 A a |
| Macho | 4,61 | - | 6,20 | - | 6,72 | - |
| Fêmea | - | 4,77 | - | 6,25 | - | 6,52 |
| Média geral | 4,69 | | 6,22 | | 6,62 | |
| CV (%) | 4,30 | | 2,27 | | 2,83 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Verificou-se que os machos suplementados com FOS apresentaram o menor valor de pH no Inglúvio em relação às fêmeas, e isso pode ser devido ao FOS ter favorecido o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido lático no Inglúvio. No entanto, observou-se nas aves que receberam ácido fumárico maior abaixamento de pH nesse segmento do trato gastrointestinal, que pode ser devido à capacidade de o ácido mudar da forma não dissociada para dissociada, dependendo do pH do meio. Esse menor valor de pH no Inglúvio pode ter influenciado as atividades enzimáticas do conteúdo da digesta, assim também o controle e atividades metabólicas de certas bactérias patogênicas e o desenvolvimento da ave.

Por outro lado, a suplementação de probiótico, que é constituído por lactobacilos que produzem ácido lático e reduz o pH a valor inferior a 5,0, e que pode ainda afetar a população da microbiota do trato gastrointestinal, não reduziu o pH nesse segmento intestinal. O valor médio obtido do pH no Inglúvio

foi superior aos valores relatados por Sturkie (1968), Swenson & Reece (1996), no entanto, valores superiores foram obtidos por Moran Jr. (1982) para a região do Inglúvio.

No duodeno, que é uma região extremamente importante no processo da digestão, verificaram-se que os aditivos não afetaram o pH nesse segmento intestinal para os machos; no entanto, as fêmeas apresentaram menor pH quando do uso de antibiótico, FOS e cogumelo desidratado. A interação ($P < 0,05$) mostrou que fêmeas suplementadas com antibiótico e machos suplementados com probióticos apresentaram menores valores de pH.

Embora alguns autores afirmaram que o pH ótimo para o processo de digestão e absorção intestinal seja entre 7,2 a 8,0, Swenson & Reece (1996) afirmaram que as enzimas encontradas na secreção duodenal capazes de hidrolisar gorduras e proteínas apresentam boa efetividade no substrato, em pH de amplitude 6,0 a 8,0 no lúmen intestinal, no qual se encontra a média obtida no segmento duodenal do presente trabalho.

O valor médio de pH obtido para o duodeno está abaixo daquele encontrado por Sturkie (1968) e Silva (1999), no entanto, valores próximos foram obtidos por Moran Jr. (1982) e Dionízio et al. (2002) quando do uso de antibiótico e prebióticos em dietas de frangos de corte.

Nos cecos, a interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo mostrou que os machos suplementados com MOS tiveram maior pH em relação aos outros aditivos, mas, no entanto, sem efeito para as fêmeas. A interação mostrou os machos tiveram maior valor de pH quando suplementados com Mos e cogumelo desidratado em relação às fêmeas.

O menor pH observado nos machos quando do uso de FOS e probiótico pode ser pelo fato de esses aditivos estimularem o crescimento de bactérias lácticas e alterarem o metabolismo fermentativo nos cecos, controlando o crescimento de bactérias patogênicas. Nesse sentido, a presença de

bacteriocinas, juntamente com ácido láctico pode ter uma importante participação no estabelecimento da higidez e saúde intestinal, além de contribuir para uma maior acidificação nos cecos.

As fêmeas não apresentaram o mesmo comportamento quando do uso de FOS e probiótico; talvez esses aditivos exerceram uma ação diferenciada de sinergismo nos cecos, de forma que outros fatores intrínsecos podem ter contribuído para uma estabilidade ou pequena alteração do pH nesse segmento do intestino.

As medidas de pH dos cecos estão acima dos valores descrito por Sturkie (1968) e Swenson & Reece (1996); no entanto, valores próximos foram obtidos por Morgan Jr. (1982), Henrique (1998) e Silva (1999), quando do uso de antibiótico e probiótico nas rações de aves e Dionízio (2001) obteve média superior quando do uso de antibiótico e prebiótico na alimentação de frangos de corte.

Verificando os resultados de desempenho, pode-se observar que os machos, apesar de terem apresentado algumas diferenças no pH do conteúdo do inglúvio, duodeno e cecos quando suplementados com MOS, apresentaram desempenho zootécnico superior em relação às fêmeas.

4.2.4 Contagem total de bactérias do intestino delgado e cecos

As médias relativas da contagem total de bactérias presentes em amostras de intestino delgado e cecos de frangos de corte são apresentados na Tabela 31 e as análises de variância, na Tabela 8B do Anexo.

TABELA 31. Contagem total de bactérias em amostras de intestino delgado e cecos de frangos de corte submetidos a diferentes aditivos no período de 1 a 42 dias.

| Aditivo | Intestino Log (UFC/g) | Ceco Log (UFC/g) |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Basal (sem aditivo) | 7,63 C | 8,85 B |
| Antibiótico | 7,23 D | 7,39 E |
| MOS | 8,41 A | 8,46 C |
| FOS | 8,52 A | 8,67 C |
| Ácido fumárico | 7,32 D | 7,37 E |
| Cogumelo desidratado | 8,13 B | 8,17 D |
| Probiótico | 8,33 A | 9,27 A |
| Macho | 7,93 | 8,34 |
| Fêmea | 7,94 | 8,28 |
| Média geral | 7,94 | 8,31 |
| CV (%) | 2,93 | 2,55 |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Houve efeito ($P < 0,05$) somente dos aditivos sobre a contagem total de bactérias do intestino e cecos, não sendo observado efeito ($P < 0,05$) do sexo sobre essas variáveis, mostrando que tanto macho quanto as fêmeas apresentaram uma manutenção da densidade populacional bacteriana estável de acordo com uma sucessão de prevalência de alguns tipos de microrganismos e declínio de outros, independentemente dos aditivos suplementados nas dietas.

Apesar de a literatura descrever a existência de espécies bacterianas que compõem a microbiota de diferentes segmentos do trato gastrointestinal, Leedle (2000a) descreveu que possivelmente não existe uma microbiota típica, uma vez que a composição do alimento, condições ambientais, presença de drogas e patógenos afetam de maneira diferente as espécies de bactérias.

Verificou-se que os aditivos prebióticos (MOS e FOS) e probiótico proporcionaram maior contagem de bactérias total, em média 13,0% superior em

relação ao antibiótico, exceto o ácido fumárico que apresentou resultados similares, respectivamente para o intestino e cecos.

A diminuição da contagem na população bacteriana no intestino delgado e cecos pode ser devida ao mecanismo de ação dos aditivos presentes nas dietas, assim também, à alteração do pH nesses segmentos intestinais.

A suplementação de antibiótico na dieta para as aves reduziu significativamente as unidades formadoras de colônias tanto do intestino delgado quanto dos cecos, e isso pode ser devido à ação bactericida contra vários microrganismos patogênicos e não-patogênicos, que alterou alguns eventos biológicos e metabólitos de microrganismos, influenciando os processos de digestão e absorção de nutrientes e o desenvolvimento das aves.

Os resultados de contagem total bacteriana do intestino delgado estão próximos aos encontrados por Dionízio (2001), embora abaixo dos valores encontrados por Mackie (1997), Apajalahti & Bedford (1999) e Fuini (2001) quando do uso de antibiótico e extrato de cogumelo na alimentação de frangos de corte.

Nos cecos, observou-se que a maior contagem de UFC/g de bactérias foi obtida com probiótico e a menor com antibiótico e ácido fumárico. Essa menor população de bactérias nos cecos quando do uso desses dois aditivos na dieta pode ser devido ao efeito bactericida do antibiótico e à redução do pH do meio pelo ácido fumárico. Isso está de acordo com Leedle (2000a), que observou que diferentes populações microbianas se estabelecem ao longo do trato gastrointestinal e constitui o mais metabolicamente adaptável e rapidamente renovável órgão do corpo. No entanto, a constituição da microbiota intestinal proporciona efeitos benéficos no estado de desenvolvimento fisiológico do trato gastrointestinal, que determina as respostas na produção animal, embora o tipo de aditivo utilizado na dieta, seu mecanismo de ação, nível utilizado,

ingredientes utilizados, entre outros fatores possam estar envolvidos em diferentes eventos metabólicos que ocorrem no trato gastrointestinal das aves.

Por outro lado, verifica-se que apesar do tempo de permanência da ingesta ser mais longo e as condições mais estáveis para a proliferação microbiana, os resultados obtidos na contagem total bacteriana estão abaixo dos observados por Jin et al. (1998), Apajalahti (1999) e Fuini (2001) que encontraram uma média de 9,9 unidades formadoras de colônia por grama de conteúdo de ingesta, quando do uso de antibiótico e extrato de cogumelo na alimentação de frangos de corte.

4.2.5 Contagem dos Isolados de bactérias: *Salmonellas* sp, *Escherichia coli*, *Clostridium* sp, *Lactobacillus* e *Bacillus* sp

As médias relativas da contagem dos isolados de bactérias presentes em amostras do duodeno de frangos de corte são apresentados na Tabela 32 e as análises de variância, nas Tabelas 8B e 9B do Anexo.

De acordo com as análises de variância, houve interação ($P < 0,05$) para a contagem de *Escherichia coli*, *Lactobacillus* sp e *Bacillus* sp. O sexo foi influenciado na contagem de bactérias de *Salmonellas* e *Clostridium* no segmento do duodeno.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo mostrou que a menor contagem do isolado de *Escherichia coli* no duodeno foi observada quando do uso dos aditivos para as aves machos, exceto para a dieta basal e ácido fumárico. O uso de antibiótico e FOS proporcionou maior redução desse isolado nesse segmento do intestino para as fêmeas em relação aos outros aditivos. A diminuição nos isolados de *Escherichia coli* quando do uso de FOS para as fêmeas, pode ser devido ao fato de esse aditivo ter sido usado como substrato alimentar para bactérias benéficas e essas terem controlado o crescimento da *E. coli*.

TABELA 32. Contagem de bactérias presentes em amostras de duodeno de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de acordo com aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | <i>Escherichia coli</i> Log (UFC/g) | | <i>Lactobacillus sp</i> Log (UFC/g) | | <i>Bacillus sp</i> Log (UFC/g) | |
|----------------------|--|----------|--|----------|-----------------------------------|----------|
| | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea |
| Basal (sem aditivo) | 4,21 A b | 4,55 B a | 8,40 A a | 6,57 C b | 4,23 B a | 3,94 A a |
| Antibiótico | 3,60 B b | 3,74 C a | 8,48 A a | 8,68 A a | 4,56 B a | 4,28 A a |
| MOS | 3,69 B b | 4,24 B a | 8,88 A a | 8,93 A a | 3,18 C b | 4,58 A a |
| FOS | 3,44 B b | 3,94 C a | 8,75 A a | 7,96 B b | 5,40 A a | 2,56 B b |
| Ácido fumárico | 4,14 A b | 5,44 A a | 7,73 B b | 8,88 A a | 4,27 B a | 2,55 B b |
| Cogumelo desidratado | 3,63 B b | 4,10 B a | 6,47 C b | 7,14 B a | 2,66 C b | 4,44 B a |
| Probiótico | 3,55 B b | 4,22 B a | 7,75 B a | 6,19 C b | 4,57 B a | 2,77 B b |
| Macho | 3,74 | - | 7,88 | - | 4,33 | - |
| Fêmea | - | 4,30 | - | 7,89 | - | 4,05 |
| Média geral | 4,02 | | 7,89 | | 4,19 | |
| CV (%) | 1,98 | | 3,96 | | 10,48 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

Os machos tiveram redução nas UFC/g de *E.coli* em relação às fêmeas, independente dos tratamentos. No entanto, entre os machos, a maior contagem desse isolado quando do uso de ácido fumárico pode ser devido ao fato de um possível valor extracalórico que o ácido fumárico possa ter proporcionado nesse isolado. O mesmo ocorreu para as fêmeas, evidenciando maior população nesse segmento intestinal.

Nos isolados de *Lactobacillus sp*, a interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo mostrou que a menor contagem desse isolado ocorreu somente quando do uso de cogumelo desidratado para os machos em relação aos outros aditivos. O uso de antibiótico e probiótico influenciou maior população deste isolado.

Em relação ao sexo, os machos suplementados com ácido fumárico e cogumelo desidratado apresentaram menores valores de UFC/g, embora quando

suplementados com dieta basal, FOS e probiótico tiveram valores superiores em relação às fêmeas. No entanto, quando os machos receberam ácido fumárico, cogumelo desidratado e probiótico, menores valores foram observados em relação aos outros tratamentos, mas o mesmo não ocorreu para as fêmeas que somente apresentaram valores reduzidos quando do uso de dieta basal, e probiótico. Esses resultados mostram que a suplementação de prebióticos (MOS e FOS) favoreceu maior prevalência de *Lactobacillus* sp em relação ao probiótico para as aves e isso talvez seja devido aos prebióticos terem exercido uma ação como um nutriente mais seletivo para *Lactobacillus* sp nesse segmento do trato gastrointestinal.

Na contagem dos isolados de *Bacillus* sp, a interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo mostrou que a menor contagem desse isolado ocorreu com o uso de MOS e cogumelo desidratado para os machos; para as fêmeas, ocorreu quando do uso de FOS, ácido fumárico e probiótico em relação aos outros aditivos. Essa alteração na contagem dos isolados pode ser devida ao fato de o gênero de *Bacillus* sp não ter a capacidade de colonizar os segmentos do trato gastrointestinal, evidenciando característica de instabilidade populacional e de uma microbiota transeunte (Kozaga, 1989).

É importante salientar que parte da seleção da microbiota do intestino é química, devido a agentes inibitórios, como ácidos graxos voláteis, ácido sulfídrico, bile, lisozimas e imunoglobulinas (Fuller, 1989). Quando as bactérias sobrepõem essas barreiras, devem ainda lutar contra o fluxo constante resultante dos movimentos peristálticos. Todavia, a permanência das bactérias no intestino ocorrem de duas maneiras: pela adesão às células epiteliais (fimbrias tipo 1) que revestem o intestino ou crescendo mais rapidamente do que são removidas pelo peristaltismo, como ocorre com o gênero *Bacillus* sp (Mol & Oudega, 1996; Fuller & Gibson, 1997).

Para a *Salmonellas* sp, o aditivo e sexo não influenciaram na contagem desse isolado, evidenciando a mesma prevalência para ambos os sexos. (Tabela 33).

TABELA 33. Contagem de bactérias em amostras de duodeno de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Salmonella sp Log (UFC/g) | Clostridium sp Log (UFC/g) |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Basal (sem aditivo) | 1,78 | 1,25 C |
| Antibiótico | 1,69 | 1,24 C |
| MOS | 1,89 | 1,16 C |
| FOS | 1,71 | 1,27 C |
| Ácido fumárico | 1,73 | 1,51 A |
| Cogumelo desidratado | 1,82 | 1,36 B |
| Probiótico | 1,58 | 1,16 C |
| Macho | 1,74 | 1,28 |
| Fêmea | 1,71 | 1,28 |
| Média geral | 1,73 | 1,28 |
| CV (%) | 14,21 | 10,57 |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

A maior redução nas unidades formadoras de colônias de *Clostridium* sp foi mensurada quando do uso de MOS e probiótico, seguido de antibiótico e FOS em relação à dieta suplementada com ácido fumárico. A maior contagem observada quando do uso de ácido fumárico pode ser devida a um ambiente mais favorável à sobrevivência e rápida multiplicação dessa bactéria, uma vez que o gênero de *Clostridium* sp não possui fímbrias do tipo I e desenvolve melhor em temperatura entre 33 e 37°C e pH levemente alcalino; no entanto, tolera variações entre 6,3 e 8,5, favorecendo uma prevalência no ecossistema intestinal.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo na contagem dos isolados no conteúdo do jejuno mostrou que os aditivos reduziram a contagem do isolado de *E. coli*, exceto o ácido fumárico, para ambos os sexos (Tabela 34).

TABELA 34 Contagem de bactérias em amostras de jejuno de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Escherichia coli Log (UFC/g) | | Salmonella sp Log (UFC/g) | Clostridium sp Log (UFC/g) |
|---------------------|---------------------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|
| | Macho | Fêmea | | |
| Basal | 4,50 A a | 4,15 B a | 1,77 | 1,33 B |
| Antibiótico | 3,74 B a | 3,75 B a | 1,75 | 1,37 B |
| MOS | 3,86 B a | 4,30 B a | 1,98 | 1,30 B |
| FOS | 3,75 B a | 4,05 B a | 1,74 | 1,35 B |
| Ácido fumárico | 4,18 A b | 5,64 A a | 1,85 | 1,65 A |
| Extrato de cogumelo | 3,77 B b | 4,25 B a | 1,81 | 1,47 B |
| Probiótico | 3,87 B a | 4,25 B a | 1,80 | 1,30 B |
| Macho | 3,95 | - | 1,77 | 1,43 |
| Fêmea | - | 4,34 | 1,86 | 1,36 |
| Média geral | 4,15 | | 1,89 | 1,40 |
| CV (%) | 7,51 | | 15,90 | 14,69 |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

Verificou-se que os machos apresentaram uma redução na contagem total dos isolados de *Escherichia coli* quando do uso de ácido fumárico e cogumelo desidratado em relação às fêmeas.

Nos isolados de *Salmonella* sp, apesar de os fatores aditivo e sexo não terem influenciado ($P > 0,05$) na contagem das unidades formadoras de colônias, a população foi reduzida quando do uso da dieta basal, antibiótico e FOS. O sexo não foi influenciado pelos aditivos, independentemente dos tratamentos.

Observou-se que na contagem total dos isolados de *Clostridium* sp, as aves que receberam a suplementação de ácido fumárico apresentaram maior

número de UFC/g em relação aos outros tratamentos. Pode ser verificado que, no jejuno, a contagem de *Clostridium* sp apresentou o mesmo comportamento na densidade populacional em relação ao duodeno, com maior redução de UFC/g quando do uso de MOS e probiótico, seguido de antibiótico e FOS em relação à dieta suplementada com ácido fumárico. Isso pode ser devido à presença do ácido fumárico, que influenciou um desequilíbrio na simbiose entre a microbiota desejável e o animal, proporcionando um ambiente mais favorável à sobrevivência e rápida multiplicação de *Clostridium* sp.

A interação ($P < 0,05$) de aditivo e sexo sobre a contagem total dos isolados de *Lactobacillus* sp e *Bacillus* sp (Tabela 35) mostrou comportamento similar ao apresentado no segmento do duodeno, sugerindo a mesma prevalência dessas bactérias no jejuno. Isso sugere que os aditivos apresentaram mecanismos de ação similares nos dois segmentos do intestino.

TABELA 35 Contagem de bactérias em amostras de jejuno de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Lactobacilos Log (UFC/g) | | Bacilos Log (UFC/g) | |
|---------------------|-----------------------------|----------|------------------------|----------|
| | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea |
| Basal | 8,47 A a | 7,37 B b | 4,68 B a | 4,05 A a |
| Antibiótico | 8,76 A a | 8,79 A a | 4,77 B a | 3,76 B b |
| MOS | 9,09 A a | 8,99 A a | 3,67 B b | 4,87 A a |
| FOS | 8,83 A a | 8,10 A b | 5,73 A a | 2,65 C b |
| Ácido fumárico | 7,85 B b | 9,00 A a | 4,04 B a | 2,62 C b |
| Extrato de cogumelo | 6,93 C b | 7,76 B a | 2,85 C b | 4,70 A a |
| Probiótico | 7,95 B a | 6,57 C b | 4,89 B a | 3,22 B b |
| Macho | 8,27 | - | 4,38 | - |
| Fêmea | - | 8,08 | - | 3,70 |
| Média geral | 8,18 | | 4,04 | |
| CV (%) | 5,32 | | 11,34 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo mostrou que a maior redução na contagem do isolado de *Lactobacillus* sp nos cecos ocorreu quando do uso de cogumelo desidratado para os machos e probiótico para as fêmeas, comparado com os outros aditivos.

Os machos apresentaram menor contagem das UFC/g de *Lactobacillus* sp quando do uso de ácido fumárico e cogumelo desidratado, porém, observaram-se valores superiores em relação às fêmeas quando do uso da dieta basal e probiótico. Para a contagem dos isolados de *Bacillus* sp, a interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo mostrou que a menor contagem desse isolado ocorreu quando do uso de cogumelo desidratado para os machos e FOS e ácido fumárico para as fêmeas.

Em relação ao sexo, os machos tiveram menor UFC/g quando do uso de MOS e cogumelo desidratado, mas quando utilizou o FOS, ácido fumárico, probiótico e antibiótico tiveram valores superiores em relação às fêmeas.

Apesar de o probiótico utilizado na dieta ser constituído de *Lactobacillus* sp, *Streptococcus* e *Bifidobacterium* sp, verificou-se que a sua suplementação não proporcionou aumento de bactérias lácteas nos segmentos do duodeno e jejuno. Isso pode ser devido à baixa capacidade antagonista, às bactérias intestinais indesejáveis, ou o organismo da ave possa ter reconhecido os organismos vivos do probiótico como agentes infectantes.

Houve interação ($P < 0,05$) entre o fator aditivo e sexo sobre todas contagens dos isolados de bactérias em amostras do conteúdo dos cecos, sugerindo efeito sinérgico dos aditivos.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo mostrou que a redução na colônia *E.coli* somente ocorreu quando do uso de ácido fumárico para os machos e FOS para as fêmeas, comparado com os outros aditivos (Tabela 36).

TABELA 36 Contagem de bactérias em amostras dos cecos de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | <i>Escherichia coli</i> | | <i>Salmonella sp</i> | | <i>Clostridium sp</i> | |
|----------------------|-------------------------|--------|----------------------|--------|-----------------------|--------|
| | Log (UFC/g) | | Log (UFC/g) | | Log (UFC/g) | |
| | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea |
| Basal (sem aditivo) | 7,87 a | 7,55 a | 3,31 a | 2,13 b | 3,25 a | 1,68 b |
| Antibiótico | 7,41 b | 7,80 a | 3,46 a | 3,30 b | 3,32 a | 3,14 a |
| MOS | 7,06 a | 6,42 b | 2,09 a | 2,15 a | 3,15 a | 2,09 b |
| FOS | 7,41 a | 5,04 b | 2,08 a | 2,10 a | 1,27 a | 1,09 a |
| Ácido fumárico | 5,98 b | 7,65 a | 2,10 a | 1,92 b | 2,56 a | 0,98 b |
| Cogumelo desidratado | 7,54 a | 7,71 a | 3,06 a | 2,07 b | 1,37 b | 3,21 a |
| Probiótico | 7,84 a | 7,04 b | 1,97 a | 1,98 a | 2,96 a | 1,97 b |
| Macho | 7,31 | - | 2,51 | - | 2,43 | - |
| Fêmea | - | 7,09 | - | 2,21 | - | 2,09 |
| Média geral | 7,20 | | 2,36 | | 2,26 | |
| CV (%) | 3,06 | | 4,41 | | 10,43 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

Os machos suplementados com ácido fumárico e antibiótico tiveram redução na contagem de UFC/g, embora quando suplementados com prebióticos (MOS e FOS) e probiótico, apresentaram valores superiores em relação às fêmeas. Esses resultados mostraram que o ácido fumárico foi mais efetivo na redução da capacidade de fixação da *Escherichia coli* para os machos e o FOS para as fêmeas, sugerindo que ocorreu menor prevalência dessa bactéria nesse segmento do trato gastrointestinal do que os outros tratamentos.

A interação ($P < 0,05$) do aditivo e sexo sobre a contagem dos isolados de *Salmonella sp*, mostrou que somente a suplementação de antibiótico não reduziu a população deste isolado nos cecos das aves para ambos os sexos, mostrando que os outros aditivos foram mais efetivos no controle desta bactéria.

As fêmeas quando suplementadas com antibiótico, ácido fumárico e cogumelo desidratado apresentaram menor UFC/g em relação aos machos,

sugerindo que esses aditivos foram mais efetivos para uma menor prevalência dessa bactéria nos cecos.

Na contagem dos isolados de *Clostridium* sp, a interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo mostrou que a menor população deste isolado ocorreu quando do uso de FOS e cogumelo desidratado para os machos e FOS e ácido fumárico para as fêmeas, comparado com os outros aditivos.

Os machos apresentaram redução ($P < 0,05$) nas UFC/g quando do uso de cogumelo desidratado, mas maiores valores foram observados quando suplementados com MOS, ácido fumárico e probiótico, em relação às fêmeas.

Apesar de não se saber o verdadeiro mecanismo de ação do cogumelo desidratado no controle de certas bactérias patogênicas no trato gastrointestinal de aves, é possível que o açúcar D-glucana, que é constituinte da composição dos corpos de frutificação do cogumelo, possa ter exercido uma ação de adsorção a agentes patógenos que se ligam à rede deste açúcar e são expelidos do trato gastrointestinal. Desse modo, Ferreira (2000) e Spring et al. (2000) descreveram que, os coliformes, salmonela e clostrídios podem ser removidos do trato gastrointestinal ligando-se especificamente a açúcares do tipo manose ou glucana, e também pela ligação inespecífica que ocorre através da ligação da bactéria com as fibras alimentares que é mediada por componentes do corpo bacteriano.

A contagem total das dos isolados de *Lactobacillus* sp e *Bacillus* sp mostrou que independente do sexo, houve um aumento, em média, de 8,0 a 10,0% no número dessas bactérias, quando comparado com a região do duodeno e jejuno.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo mostrou que somente ocorreu redução na população de *Lactobacillus* sp quando do uso de FOS para os machos e dieta basal e FOS para as fêmeas, comparado com os outros aditivos.

TABELA 37 Contagem de bactérias em amostras dos cecos de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Lactobacillus sp Log (UFC/g) | | Bacillus sp Log (UFC/g) | |
|----------------------|---------------------------------|----------|----------------------------|----------|
| | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea |
| Basal (sem aditivo) | 9,17 A a | 8,63 B b | 2,19 B b | 5,60 A a |
| Antibiótico | 9,30 A a | 9,23 A a | 2,66 B a | 2,36 C a |
| MOS | 9,66 A a | 9,56 A a | 4,79 A a | 2,75 C b |
| FOS | 8,50 B b | 9,34 A a | 2,06 B b | 4,10 B a |
| Ácido fumárico | 9,13 A a | 8,67 B a | 4,78 A a | 3,74 B b |
| Cogumelo desidratado | 9,32 A a | 9,46 A a | 4,14 A a | 2,00 C b |
| Probiótico | 9,47 A a | 9,29 A a | 2,73 B b | 4,54 B a |
| Macho | 9,26 | - | 3,61 | - |
| Fêmea | - | 9,15 | - | 3,86 |
| Média geral | 9,21 | | 3,73 | |
| CV (%) | 3,97 | | 8,05 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

Os machos somente apresentaram redução na contagem total de *Lactobacillus* sp quando do uso de FOS, mas com valores superiores quando do uso de dieta basal em relação às fêmeas.

Para a contagem de UFC/g dos isolados de *Bacillus* sp, a interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo mostrou que a menor população desse isolado nos cecos ocorreu quando do uso de dieta basal, antibiótico, FOS e probiótico para os machos e antibiótico, MOS e cogumelo desidratado para as fêmeas, comparados com os outros aditivos. Os machos tiveram menor UFC/g quando do uso de FOS e probiótico, mas quando utilizou o MOS, ácido fumárico e cogumelo desidratado, apresentaram valores superiores em relação às fêmeas.

Foi observado que as contagens de bactérias no conteúdo cecal foram maiores que no duodeno e jejuno (Tabela 38), verificando um aumento de bactérias do duodeno para o jejuno e desse para os cecos de frangos de corte.

Esses resultados corroboram com Engberg et al. (2000), os quais verificaram que as contagens de bactérias aumentaram do duodeno para o jejuno e desse para o íleo de frangos de corte com valores de 10^5 a 10^9 UFC/g de ingesta de bactérias. Segundo Engberg et al. (2000), as mudanças na população da microbiota são necessárias para favorecer um equilíbrio entre os microrganismos e o fato de a densidade bacteriana dos cecos ser maior em relação aos outros segmentos do intestino é devido ao tempo de permanência da ingesta ser mais longo e as condições serem mais estáveis para a proliferação microbiana.

TABELA 38. Média geral da contagem dos isolados de bactérias do duodeno, jejuno e cecos no período de 1 a 42 dias de idade no intestino.

| Intestino | <i>Escherichia coli</i> | <i>Samonella sp.</i> | <i>Clostridium sp.</i> | <i>Lactobacillus sp.</i> | <i>Bacillus Sp.</i> |
|------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
| Duodeno | $1,6 \times 10^4$ | $5,4 \times 10^1$ | $1,9 \times 10^1$ | $7,6 \times 10^7$ | $1,6 \times 10^6$ |
| Jejuno | $1,6 \times 10^4$ | $7,8 \times 10^1$ | $2,5 \times 10^1$ | $1,5 \times 10^8$ | $1,1 \times 10^4$ |
| Cecos | $1,6 \times 10^7$ | $2,3 \times 10^2$ | $1,8 \times 10^2$ | $1,6 \times 10^9$ | $5,4 \times 10^3$ |

Os valores médios obtidos da contagem total dos isolados de bactérias são similares aos obtidos por Owings et al. (1990), Orban et al. (1997) e Engeberg et al. (2001), quando avaliaram o efeito de antibióticos sobre a microbiota intestinal de frangos de corte, no entanto, Spring et al. (2000), observaram valores superiores quando estudaram o efeito de mananoligossacarídeo sobre a concentração de bactérias entéricas de frangos desafiados com salmonelas.

As diferenças ocorridas nas contagens dos isolados das bactérias nos segmentos do trato gastrointestinal podem ter sido devidas à ação do sinergismo do aditivo utilizado na ração e à composição da dieta usada à base de milho e soja, que podem ter favorecido diferencialmente determinadas espécies de bactérias. Assim, os resultados das contagens dos isolados de bactérias estão de acordo com Apahalahti & Bedford (2000) e Leedle (2000a), que descreveram a

improvável existência de uma microbiota típica, uma vez que a composição do alimento, condições ambientais e presença de patógenos podem também afetar de maneira diferente as espécies de bactérias.

4.2.6 Morfometria do trato gastrointestinal

Os resultados de altura de vilosidades, profundidade de criptas, e a relação vilosidade:cripta do duodeno das aves encontram-se na Tabela 39 para o período de 1 a 21 dias e as análises de variância, nas Tabelas 14B, do Anexo. O sexo foi influenciado pela altura de vilosidade do duodeno, e houve efeito significativo ($P < 0,05$) do aditivo para a profundidade de cripta e interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo para a relação vilosidade:cripta do duodeno no período de 1 a 21 dias. A altura da vilosidade não foi influenciada pelo aditivo.

TABELA 39. Altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilosidade:cripta no duodeno de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Altura da vilosidade (? m) | Profundidade de cripta (? m) | Relação vilosidade:cripta (? m) | |
|----------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------|
| | | | Macho | Fêmea |
| Basal (sem aditivo) | 1130 | 158 B | 7,27 B a | 7,25 A a |
| Antibiótico | 1172 | 163 B | 7,97 A a | 6,59 A a |
| MOS | 1219 | 176 B | 6,57 B a | 7,23 A a |
| FOS | 1250 | 180 B | 7,33 B a | 6,61 A a |
| Ácido fumárico | 1287 | 205 A | 6,92 B a | 5,89 A a |
| Cogumelo desidratado | 1243 | 198 A | 6,73 B a | 5,91 A a |
| Probiótico | 1364 | 193 A | 9,07 A a | 5,58 A b |
| Macho | 1306 a | 178 | 7,41 | - |
| Fêmea | 1170 b | 186 | - | 6,44 |
| Média geral | 1238 | 182 | 6,92 | |
| CV (%) | 12,86 | 15,35 | 15,91 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

Apesar de maior altura da vilosidade (16,4%) ser verificada nas aves suplementadas com probiótico em relação ao antibiótico, não houve diferença significativa estatisticamente ($P>0,05$). No entanto, o sexo influenciou na altura da vilosidade do duodeno, observando-se que os machos tiveram maior altura, sendo, em média, 12,0% superior em relação às fêmeas. Essa maior altura da vilosidade para os machos está coerente com os resultados de desempenho, no qual os machos apresentaram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, fato esse atribuído possivelmente ao maior potencial de crescimento em relação às fêmeas, em função da resposta da genética, nutrição, ambiência e manejo das aves.

O fato de os machos terem apresentado maior altura de vilosidade no duodeno está relacionado com o processo metabólico e com a estrutura da mucosa, que confere a característica de que quanto maior o tamanho das vilosidades, maior é a capacidade de absorção de nutrientes, em função da maior área de contato e, conseqüentemente, maior efetividade das enzimas tanto da mucosa quanto do lúmen intestinal. Esse fato está coerente com Maiorka (2002), que verificou que a maturação funcional do intestino envolve trocas morfológicas e funcionais, além de influenciar no aumento na área de superfície intestinal, influenciando na taxa de crescimento em ambos os sexos.

Por outro lado, as fêmeas tiveram um menor tamanho das vilosidades, que refletiu num desempenho inferior em relação aos machos. Isso pode estar relacionado com a presença de substâncias contidas na dieta ou aderência de bactérias na mucosa, que pode ter exercido uma ação trófica, proporcionando um desequilíbrio na taxa de renovação celular e levando a uma maior taxa de extrusão que, conseqüentemente, afetou o desempenho.

Com relação à profundidade de cripta, observou-se que as aves suplementadas com ácido fumárico, extrato de cogumelo e probiótico apresentaram maior profundidade de cripta em relação aos outros tratamentos.

No entanto, as aves suplementadas com prebióticos e antibiótico, apesar de terem apresentado menor profundidade de cripta, não evidencaram maior altura de vilosidade, sugerindo ter havido maior ação trófica desses aditivos na mucosa ou antagonismo dos mesmos no lúmen intestinal, influenciando agentes mutagênicos existentes no lúmen intestinal. Os agentes mutagênicos podem ser produtos do metabolismo bacteriano que povoam o trato gastrointestinal da ave, ou outros constituintes existentes no lúmen intestinal (Silva, 2000).

A relação de vilosidade:cripta mostrou que houve influência ($P < 0,05$) dos aditivos na relação vilo:cripta do duodeno das aves. Os machos que consumiram as dietas com antibiótico e probiótico apresentaram maior relação vilo:cripta, comparada com outros aditivos, no entanto, para as fêmeas, não houve efeito significativo. Observou-se maior relação vilo:cripta somente nos machos quando do uso de probiótico em relação às fêmeas. Essas diferenças na relação vilo:cripta pode ter influenciado na taxa de crescimento da ave e nas mudanças morfológicas da mucosa intestinal. Conforme Bertechini (1998), as diferenças fisiológicas da mucosa intestinal são responsáveis pelas diferenças nas necessidades nutricionais entre sexos, principalmente nas primeiras semanas de vida, porque podem causar modificações estruturais na mucosa, influenciando o desenvolvimento da ave.

Embora as aves machos alimentadas com prebióticos, ácido fumárico e cogumelo desidratado tenham apresentado diminuição na relação vilo:cripta, essas alterações morfofisiológicas não afetaram de forma negativa a secreção enzimática e a capacidade absorptiva dos enterócitos, conforme o resultado do desempenho aos 21 dias de idade, que apresentaram resultados estatisticamente semelhantes entre si.

Esses resultados são superiores aos encontrados por Gary et al. (1994), Zehava et al. (1995), Oliveira et al. (1998), Fuini (2001) e Silva (2001), no

entanto, foram similares dos obtidos por Silva (1999), quando utilizou antibiótico e probiótico em rações para frangos de corte.

De acordo com as análises de variância, houve interação ($P<0,05$) entre o aditivo e sexo para a profundidade de cripta e relação vilo:cripta no jejuno. A altura da vilosidade foi influenciada ($P<0,05$) pelo aditivo, no entanto, sem efeito do sexo sobre essa variável no período de 1 a 21 dias (Tabela 40).

TABELA 40 Altura da vilosidade, profundidades de cripta e relação vilosidade:cripta do jejuno de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Altura de vilosidades (? m) | | Profundidade de cripta (? m) | | Relação vilo:cripta (? m) | |
|----------------------|-----------------------------|---|------------------------------|---------|---------------------------|----------|
| | | | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea |
| Basal (sem aditivo) | 956 | A | 165 B b | 208 A a | 6,10 A a | 4,83 B a |
| Antibiótico | 960 | A | 212 A a | 168 B b | 4,91 B a | 5,54 B a |
| MOS | 982 | A | 172 B a | 141 B a | 5,77 A a | 7,03 A a |
| FOS | 1007 | A | 193 A a | 164 B a | 5,11 B a | 6,28 A a |
| Ácido fumárico | 943 | A | 134 A a | 161 B a | 7,24 A a | 5,69 B b |
| Cogumelo desidratado | 772 | B | 199 A a | 198 A a | 3,66 C a | 4,24 B a |
| Probiótico | 997 | A | 172 B a | 181 A a | 6,22 A a | 5,36 B a |
| Macho | 951 | | 178 | - | 5,57 | - |
| Fêmea | 940 | | - | 174 | - | 5,56 |
| Média geral | 945 | | 176 | | 5,57 | |
| CV (%) | 8,39 | | 16,51 | | 15,91 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p<0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p<0,05$) pelo teste F.

O comportamento da altura da vilosidade do jejuno em função do aditivo foi diferente ($P<0,05$) somente para as aves suplementadas com cogumelo desidratado, observando-se menor altura da vilosidade em relação aos outros tratamentos, independente do sexo, que não afetou essa variável. No entanto, as aves suplementadas com FOS tiveram maiores alturas das vilosidades, em

relação as que receberam antibiótico, indicando maior maturação funcional desse segmento intestinal que envolveu trocas morfológicas e fisiológicas e proporcionou aumento da área de superfície da mucosa.

Conforme Moran (1985), a expansão da área de superfície ocorre com o crescimento das vilosidades, principalmente na região do duodeno, e se reduz dessa região até a porção distal do íleo, quando comparado com os outros segmentos do intestino, que tem mostrado uma redução na área de superfície e afetando a absorção de nutrientes.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre a profundidade de cripta mostrou que a maior profundidade ocorreu quando do uso de antibiótico, FOS e cogumelo desidratado para os machos e dieta basal, cogumelo desidratado e probiótico para as fêmeas em relação aos outros aditivos.

Os machos tiveram menor profundidade de cripta somente quando do uso de dieta basal, no entanto, quando suplementados com antibiótico, apresentaram maior profundidade de cripta em relação as fêmeas. As diferenças de profundidade de cripta para machos e fêmeas foram bem similares, indicando que independente do sexo, as aves evidenciaram uma interação no epitélio intestinal que proporcionou uma curva de crescimento morfométrico semelhante para os componentes intestinais. Esse comportamento da profundidade de cripta está coerente com Schwarz (2002), que descreveu que a maior profundidade de cripta pode estar relacionada com a alta atividade mitótica de enterócitos, que irão migrar da cripta em direção à ponta da vilosidade, independente do sexo.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre a relação vilo:cripta no jejuno mostrou que a maior relação ocorreu quando do uso da dieta basal, MOS, ácido fumárico e probiótico para os machos e MOS e FOS para as fêmeas em relação aos outros aditivos. Os machos que consumiram dietas com ácido fumárico tiveram maior relação vilo:cripta, comparado com as fêmeas. No entanto, essa menor relação de vilo:cripta não proporcionou menor ganho de

peso em relação ao antibiótico. As fêmeas apresentaram comportamento semelhante aos machos na relação vilosidade:cripta, independente dos aditivos, exceto para o ácido fumárico.

A menor relação vilosidade:cripta observada para os machos quando suplementados com cogumelo desidratado, possivelmente, foi devida a maior ação trófica desse aditivo sobre a mucosa intestinal, que afetou a maturação funcional do trato gastrointestinal. Apesar de o cogumelo desidratado ter exercido efeito sobre as alterações morfofisiológicas no jejuno, verificou-se que o ganho de peso foi superior em relação às aves que receberam o probiótico. Segundo Macari et al. (1995), essas alterações morfofisiológicas estão relacionadas com o processo metabólico, capacidade de digestão e absorção de nutrientes.

Outro aspecto que pode ter contribuído para a redução da altura das vilosidades do jejuno é a resposta da forma física da ração e a presença do extrato de cogumelo, que pode ter exercido efeito como agente estimulador para o desequilíbrio entre os eventos de renovação celular e perdas de células por descamação. A altura dos vilos está associada com as alterações morfológicas e taxa de turnover celular do epitélio intestinal que pode afetar o desempenho.

Os resultados encontrados são superiores dos obtidos por Fuini (2001) e Silva (2001), porém inferiores aos analisados por Iji et al. (2001), quando analisaram o desenvolvimento intestinal de frangos de corte alimentados com polissacarídeos não-amiláceos.

Os aditivos influenciaram ($P < 0,05$) a altura de vilosidade, profundidade de cripta e a relação vilosidade:cripta do duodeno. O sexo foi influenciado ($P < 0,05$) pela altura de vilosidade do duodeno no período de 1 a 42 dias de idade (Tabela 41).

As aves suplementadas com MOS apresentaram vilosidades estatisticamente mais altas ($P < 0,05$) em relação aos outros tratamentos. Essa maior altura dos vilos foi superior em relação à altura das vilosidades das aves

suplementadas com antibiótico (13,34%) e 14,33% em relação à dieta sem suplementação de aditivos (basal).

TABELA 41. Altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilosidade:cripta no duodeno de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Altura das vilosidades (? m) | Profundidade de cripta (? m) | Relação vilosidade:cripta (? m) |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Basal | 1717 B | 212 B | 8,11 |
| Antibiótico | 1732 B | 220 B | 7,95 |
| MOS | 1963 A | 289 A | 6,74 |
| FOS | 1776 B | 265 A | 6,93 |
| Ácido fumárico | 1770 B | 249 B | 7,20 |
| Extrato de cogumelo | 1754 B | 236 B | 7,65 |
| Probiótico | 1723 B | 309 A | 5,85 |
| Macho | 1850 a | 258 | 7,43 |
| Fêmea | 1702 b | 251 | 6,97 |
| Média geral | 1776 | 254 | 7,20 |
| CV (%) | 7,87 | 20,45 | 15,41 |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

Verificou-se aos 21 dias de idade que as aves suplementadas com MOS não tiveram maior altura das vilosidades e aos 42 dias ocorreu uma melhora, possivelmente no desenvolvimento estrutural e fisiológico da mucosa no duodeno. Esses resultados sugerem que o MOS pode ter proporcionado melhor integridade das vilosidades intestinais, favorecendo melhor saúde do trato gastrointestinal que, conseqüentemente, proporcionou melhor conversão e eficiência alimentar em relação às aves que receberam antibiótico. Esses resultados corroboram com Santin et al. (2000), ao mencionarem que o mananoligossacarídeo tem efeito sobre o desenvolvimento das vilosidades intestinais.

Por outro lado, verificou-se que não ocorreu uma relação direta da profundidade de cripta com altura da vilosidade para as aves que receberam MOS, contrariando Silva (2001) e Schwarz (2002), que observaram maior profundidade de cripta e menor altura da vilosidade.

Para a profundidade da cripta, observou-se efeito do MOS, FOS e probiótico sobre essa variável, sem efeito do sexo. Essa maior profundidade da cripta verificada com esses aditivos pode estar relacionada com uma possível ação trófica sobre a morfologia intestinal, provocando maior desarranjo na estrutura e integridade da mucosa e influenciando a atividade mitótica de enterócitos que migram da cripta em direção à ponta da vilosidade.

Foi observado que a relação vilo:cripta foi influenciada ($P < 0,05$) pelos aditivos, em que a maior relação vilo:cripta no duodeno ocorreu quando do uso de dieta basal, antibiótico e cogumelo desidratado, independentemente do sexo em relação aos outros aditivos. Essa maior relação de vilo:cripta está coerente com os resultados de desempenho, o qual mostrou uma superioridade em relação aos outros tratamentos. O efeito do MOS e antibiótico sobre a relação vilo:cripta se deve talvez à melhoria na integridade intestinal, que proporcionou melhor arquitetura dos vilos (arranjo dos vilos), além de contribuir para redução de bactérias patogênicas, redução da descamação celular nos vilos, redução de energia dispendida na manutenção do trato gastrointestinal e auxílio na regeneração dos tecidos.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Dobrogosz et al (1991), no entanto, são superiores dos obtidos por Silva (1999), Fuini (2001), Dionízio (2001) e Pelicano et al. (2002) quando do uso de dietas contendo diferentes princípios ativos de probióticos para frangos de corte.

Houve interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo para a variável altura de vilosidade e efeito dos aditivos sobre a relação vilo:cripta do jejuno, sem efeito para a profundidade de cripta (Tabela 42).

TABELA 42. Altura da Vilosidade, profundidade de cripta e relação vilo:cripta do jejuno de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Altura de vilosidade (? m) | | Profundidade de cripta (? m) | Relação vilo:cripta (? m) |
|----------------------|----------------------------|----------|------------------------------|---------------------------|
| | Macho | Fêmea | | |
| Basal (sem aditivo) | 1215 C a | 1082 A a | 230 | 8,11 A |
| Antibiótico | 1435 C a | 1072 A b | 241 | 7,95 A |
| MOS | 1269 C a | 1140 A a | 276 | 6,74 B |
| FOS | 1540 B a | 1189 A b | 250 | 6,93 B |
| Ácido fumárico | 1786 A a | 1113 A b | 274 | 7,20 B |
| Cogumelo desidratado | 1258 C a | 1131 A a | 260 | 7,65 A |
| Probiótico | 1253 D a | 1219 A a | 290 | 5,85 B |
| Macho | 1394 | - | 266 | 7,43 |
| Fêmea | - | 1149 | 254 | 6,97 |
| Média geral | 1272 | | 260 | 7,20 |
| CV (%) | 13,08 | | 18,69 | 15,41 |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre a altura de vilosidade mostrou que a maior altura de vilosidade do jejuno ocorreu quando do uso de ácido fumárico para os machos em relação aos outros aditivos, sem, portanto, efeito significativo para as fêmeas.

Na interação ($P < 0,05$), os machos suplementados com ácido fumárico, FOS e antibiótico apresentaram vilosidades mais altas em relação às fêmeas. No entanto, a maior altura das vilosidades nos machos, quando do uso de ácido fumárico, pode ser devida a uma melhora no aproveitamento dos nutrientes, conforme Bersin, citado por Kirchgessner & Roth (1982), que descreveram o ácido fumárico como melhorador da digestibilidade, beneficiando o aproveitamento do alimento pelo animal em razão da alteração do pH e modificações na microbiota intestinal.

O fato de as fêmeas terem mostrado menor altura das vilosidades quando do uso de antibiótico, FOS e ácido fumárico pode ser devido à maior ação trófica desses aditivos sobre a mucosa intestinal, evidenciando maior taxa de renovação celular e extrusão. Esses dados corroboram com Macari et al. (1995), que descreveram os efeitos ocorridos na redução da altura dos vilos podem ser em função da redução na taxa de proliferação ou aumento na taxa de extrusão.

O fator aditivo não influenciou a profundidade de cripta, como também o sexo não foi influenciado nessa variável aos 42 dias de idade, evidenciando o mesmo comportamento ocorrido no segmento do duodeno em relação aos aditivos.

A maior relação de vilo:cripta no jejuno foi observada com as aves suplementadas com dieta basal, antibiótico e cogumelo desidratado em relação aos outros aditivos. Isso sugere que pode ter havido maior demanda de células nas criptas e uma maior perda de enterócitos das vilosidades, que influenciou na relação vilo:cripta. No entanto, em aves que apresentaram menor relação vilo:cripta, isso pode ter sido devido às injúrias ocorridas na estrutura da mucosa, alterando sua integridade e o metabolismo na membrana no enterócito .

Esses resultados são superiores dos obtidos por Fuini (2001), Silva (2001), Pelicano et al. (2002) e Schwarz et al. (2002), quando utilizaram antimicrobianos, prebióticos e probióticos nas dietas de frangos de corte.

4.2.7 Viscosidade intestinal e colesterol total sérico

Os resultados de viscosidade intestinal e colesterol total sérico das aves encontram-se na Tabela 43 e as análises de variância, nas Tabelas 17B e 18B do Anexo.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre a viscosidade intestinal mostrou que a maior viscosidade ocorreu quando do uso da dieta basal e antibiótico para ambos os sexos em relação aos outros aditivos.

TABELA 43. Colesterol total sérico, viscosidade intestinal de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Viscosidade intestinal (cp) | | Colesterol total sérico (mg/dL) | |
|----------------------|-----------------------------|------------|---------------------------------|------------|
| | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea |
| Basal (sem aditivo) | 10,225 A b | 12,975 A a | 57,00 C b | 116,75 A a |
| Antibiótico | 11,675 A a | 12,325 A a | 119,50 A a | 106,75 A a |
| MOS | 6,525 B a | 4,225 C a | 93,50 B a | 125,00 A a |
| FOS | 1,500 C a | 3,725 C a | 124,25 A a | 94,75 A a |
| Ácido fumárico | 1,300 C b | 8,225 B a | 142,25 A a | 129,00 A a |
| Cogumelo desidratado | 5,675 B b | 9,725 B a | 119,50 A a | 123,50 A a |
| Probiótico | 4,550 B a | 6,475 C a | 124,50 A a | 152,75 A a |
| Macho | 5,92 | - | 111,50 | - |
| Fêmea | - | 8,23 | - | 121,21 |
| Média geral | 7,080 | | 116,35 | |
| CV (%) | 26,70 | | 19,14 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

Os machos alimentados com dieta basal, ácido fumárico e cogumelo desidratado apresentaram menor viscosidade em relação às fêmeas, embora a maior viscosidade intestinal tenha sido verificada para as aves quando do uso de antibiótico e dieta basal.

A maior viscosidade intestinal observada nas fêmeas pode ser devida à ação trófica dos aditivos, proporcionando injúrias e alteração na parede da mucosa intestinal. Essas alterações morfofisiológicas podem ter afetado o processo de digestão e absorção dos nutrientes.

A utilização de milho e farelo de soja, que são constituintes básicos na alimentação de frangos de corte e também cereais de baixa viscosidade, pode ter estimulado alterações na parede da mucosa em razão da presença de polissacarídeos não amiláceos (PNA), e o milho contém 9,0 % e o farelo de soja 20,0 % de PNA, em que 2,6 e 6,0 % são celulose, 4,9 e 2,0 % são xilanos, 0,2 e 12,0 % de pectina e 0,6 e 0,8 % de lignina, respectivamente para o milho e farelo de soja. Conforme Choct & Annison (1992), os xilanos são constituintes dos PNA solúveis, sendo as frações solúveis responsáveis pelo aumento na viscosidade intestinal que afeta o processo de digestão e absorção de nutrientes, influenciando no desempenho do animal.

Outro fator que pode ter interferido na secreção da viscosidade intestinal, além do aditivo na dieta, é uma possível presença de resíduos de hemaglutininas presentes no farelo de soja e capazes de promover a aglutinação de eritrócitos do sangue de várias espécies, inclusive as aves, e conforme Sakamoura (1996), as quantidades de hemaglutininas ou fitohemaglutininas são capazes de se ligar nas criptas e vilosidades intestinais, mas em diferentes regiões do intestino, dependendo da sua especificidade, causando alterações na parede da mucosa e interferência não específica na absorção de nutrientes.

As variações obtidas nos valores de viscosidade intestinal podem ser devidas aos diversos ingredientes das dietas, aditivos alimentares, microbiota intestinal e outros fatores tróficos que alteram a estrutura da parede da mucosa intestinal, afetando o desenvolvimento e atividade das células coliformes e glândulas intestinais.

Os resultados deste trabalho são superiores dos encontrados por Hughes et al. (2000), Svihus et al. (2000), Iji et al. (2001) e Simões et al. (2002), no entanto, valores similares foram obtidos por Ysar & Forbes (1997), Banfield et al. (2002) quando do uso de farelo de trigo inteiro e moído com adição e ausência de celulose nas dietas de frangos de corte.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre o colesterol total sérico mostrou que a menor concentração de colesterol total ocorreu quando do uso de dieta basal para os machos em relação aos outros aditivos, sem, portanto, efeito significativo para as fêmeas.

Os machos apresentaram uma redução do colesterol total sérico quando suplementados com dieta basal em relação às fêmeas. No entanto, verificou-se nos machos que receberam MOS uma redução no nível de colesterol total, mas, nas fêmeas, o mesmo não ocorreu. Essa redução do colesterol total sérico para os machos quando do uso de MOS pode ser devida a ação de adsorção aos agentes patogênicos, o que favoreceu o crescimento de bactérias lácticas. Para as fêmeas, o FOS pode ter estimulado o crescimento e atividade de uma ou mais bactérias lácticas (*Lactobacillus* sp, *Bifidobacterium* sp, *Enterococcus* sp, *Lactococcus* sp e *Streptococcus* sp) que segundo Leedle (2000a), estas bactérias são capazes de desconjugar os sais biliares no intestino e seqüestrar o colesterol, reduzindo sua absorção no lúmen intestinal. Nesse sentido, Gilliland & Speck (1977) verificaram que as bactérias do gênero *Lactobacillus* sp apresentam diferentes especificidades no processo para desconjugar os ácidos biliares, portanto, algumas espécies desconjugam somente o ácido taurocólico, outras, o ácido glicocólico, e algumas tem a capacidade de desconjugar os dois ácidos.

O evento de desconjugação de ácidos biliares causa um bloqueio na reabsorção dos ácidos biliares e devido à liberação da regulação por retroalimentação, normalmente exercida pelos ácidos biliares, a conversão do colesterol a ácidos biliares é significativamente aumentada, em um esforço do organismo de manter o reservatório de ácidos biliares que, conseqüentemente, reduz o nível de colesterol sérico. Os sais biliares não conjugados seriam eliminados pelas fezes ou urina, impedindo a recirculação ao fígado e conseqüentemente consumindo mais colesterol hepático para nova síntese (ST-Onge et al. 2000).

Os resultados obtidos de colesterol total sérico não corroboram com os obtidos por Fuller (1989), Mendonça Jr. et al. (1995) e Murata (1998), no entanto, valores superiores foram encontrados por Abdulrahim et al. (1996), Mohan et al. (1996), Shapiro et al. (1997), Iji et al. (1998), Morais et al. (2001) Kanashiro et al. (2001) e Serrano (2002), quando trabalharam com frangos alimentados com diferentes fontes de óleo vegetal e animal.

4.2.8 Medidas alométricas do intestino de frangos de corte

Os resultados para o peso, comprimento e peso relativo do intestino de frangos de corte encontram-se na Tabela 44 e as análises de variância, nas Tabelas 18B e 19B do Anexo.

Houve interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo para as variáveis peso e comprimento do intestino, sem, portanto, efeito dos fatores sobre o peso relativo do intestino delgado.

Observou-se na interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo que o maior peso do intestino ocorreu quando do uso de MOS para os machos, e dieta basal, antibiótico, MOS e probiótico, para as fêmeas em relação aos outros aditivos. O maior peso do intestino para ambos os sexos com a utilização de dieta basal, antibiótico e MOS pode ter influenciado ao menor rendimento de carcaça, exceto para o probiótico. Segundo Walton, 1990, citado por Lancini, 1992, o uso de aditivo promotor de crescimento que favorece a redução da espessura da parede intestinal e o peso total do órgão proporciona melhora no crescimento e desempenho do animal.

TABELA 44. Peso, comprimento e peso relativo do intestino de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Peso do intestino (g) | | Comprimento do intestino (cm) | | Peso relativo do intestino (g/100g) |
|----------------------|-----------------------|------------|-------------------------------|------------|-------------------------------------|
| | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea | |
| Basal (sem aditivo) | 145,37 B a | 119,52 A b | 198,25 A a | 181,00 A b | 5,023 |
| Antibiótico | 136,94 B a | 124,26 A b | 184,50 A a | 173,50 B a | 5,674 |
| MOS | 156,70 A a | 119,26 A b | 180,25 A a | 161,75 B b | 5,147 |
| FOS | 137,70 B a | 102,79 B b | 167,75 B a | 162,00 B a | 5,176 |
| Ácido fumárico | 106,32 C a | 104,47 B a | 160,75 B b | 192,00 A a | 4,978 |
| Cogumelo desidratado | 108,69 C a | 109,13 B a | 159,00 B b | 177,50 A a | 4,986 |
| Probiótico | 105,96 C b | 116,38 A a | 166,75 B b | 191,00 A a | 4,907 |
| Macho | 128,24 | - | 173,89 | - | 5,139 |
| Fêmea | - | 113,72 | - | 177,10 | 5,115 |
| Média geral | 120,98 | | 175,50 | | 5,127 |
| CV (%) | 5,21 | | 6,47 | | 11,94 |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

A interação ($P < 0,05$) mostrou que os machos suplementados com probiótico apresentaram menor peso do intestino, no entanto, para os que receberam dieta basal, antibiótico, MOS e FOS, tiveram peso do intestino superior em relação às fêmeas. As fêmeas apresentaram um peso do intestino em média de 25,0 % menor quando comparadas com os machos. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Stutz & Lawton (1984), Jong et al. (1985) e Henry et al. (1987), quando utilizaram antibióticos para aves. Para os machos, o maior peso do intestino verificado quando suplementados com antibiótico e prebióticos pode ter sido devido à ação desses aditivos já nas primeiras horas de vida, que possivelmente tenha estimulado a injúrias da mucosa, e juntamente com as condições de desafio sanitário, favorecido a

fixação de bactérias nas vilosidades intestinais, aumentando-as e, conseqüentemente, engrossando a parede do trato gastrointestinal.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre o comprimento do intestino mostrou que o maior comprimento do intestino ocorreu quando do uso de dieta basal, antibiótico e MOS para os machos e dieta basal, ácido fumárico, cogumelo desidratado e probiótico para as fêmeas, em relação aos outros aditivos. Os machos apresentaram menor comprimento do intestino, quando suplementados com ácido fumárico, extrato de cogumelo e probiótico, e as fêmeas que receberam dieta basal e MOS. A pior conversão alimentar observada para as aves que receberam estes aditivos, exceto o MOS, está de acordo com os resultados observados para a altura da vilosidade, profundidade de cripta e espessura da muscular da mucosa, que foram piores em relação aos outros tratamentos e afetando o desempenho produtivo. Isso mostra que o segmento do intestino delgado como importante sítio nos processos digestivos de animais monogástricos, uma vez que a digestão e absorção de nutrientes concentram-se em grande parte nesses locais.

Para as medidas de peso relativo do intestino, os fatores avaliados não influenciaram essa variável, apesar de a suplementação de ácido fumárico, cogumelo desidratado e probiótico ter apresentado uma ligeira diminuição na relação peso do trato intestinal / peso corporal, evidenciando um trato gastrointestinal mais magro. Esses resultados não estão de acordo dos encontrados por Fethiere & Miles (1987) e Hery et al. (1987), no entanto, são superiores dos encontrados por Jong et al. (1985), Freitas et al. (1987), mas similares aos observados por Furlan et al. (2000, Pedroso et al. (2002), quando suplementaram dietas de frangos com aditivos microbianos.

Esses resultados diferem dos obtidos por Rao & McCracken (1992), que verificaram que o peso corporal e o peso dos componentes corpóreos variam

com o consumo de energia ou de proteína, sugerindo que mantidas as mesmas quantidades, os valores dos pesos serão semelhantes.

4.2.9 Perfil de ácidos graxos voláteis dos cecos de frangos de corte

Os resultados do perfil de ácidos graxos voláteis (AGV) dos cecos de frangos de corte encontram-se na Tabela 45 e as análises de variância, nas Tabelas 19B e 20B do Anexo.

TABELA 45. Ácidos graxos voláteis dos cecos de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Ácido acético (mmol/L) | Ácido propiónico (mmol/L) | Ácido butírico (mmol/L) | |
|----------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------|
| | | | Macho | Fêmea |
| Basal (sem aditivo) | 0.646 A | 0.094 A | 0.052 B b | 0.077 A a |
| Antibiótico | 0.629 A | 0.046 B | 0.062 B a | 0.042 B b |
| MOS | 0.385 B | 0.076 A | 0.080 A a | 0.054 B b |
| FOS | 0.366 B | 0.048 B | 0.057 B a | 0.047 B a |
| Ácido fumárico | 0.231 B | 0.049 B | 0.042 B a | 0.032 B a |
| Cogumelo desidratado | 0.345 B | 0.072 A | 0.055 B a | 0.067 A a |
| Probiótico | 0.397 B | 0.062 B | 0.043 B a | 0.036 B a |
| Macho | 0.381 b | 0.072 a | 0,056 | - |
| Fêmea | 0.476 a | 0.056 b | - | 0,050 |
| Média geral | 0.429 | 0.064 | 0.053 | |
| CV (%) | 38,03 | 34,68 | 27,72 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

De acordo com as análises de variância, houve interação ($P < 0,05$) somente entre aditivo e sexo para a variável ácido butírico, sendo observado efeito de aditivo e sexo sobre a variável ácido acético e propiónico.

O comportamento do perfil do ácido acético, em função do aditivo, mostrou que as aves suplementadas com antibiótico e dieta basal tiveram maior concentração desse ácido em relação aos outros tratamentos. O sexo influenciou na produção do ácido acético, verificando que as fêmeas tiveram a concentração, em média, 25,0% superior em relação aos machos. Isso pode ser devido ao fato de as fêmeas mobilizarem maiores quantidades de gordura na cavidade abdominal, sob a pele, e ao redor das vísceras, embora a maior deposição de tecido adiposo seja observado na cavidade abdominal. Essa contribuição do ácido acético no evento da lipogênese é feita mediante fornecimento do composto acetil-CoA que pode ser derivado da quebra de ácido graxo endógeno ou exógeno, assim também da descarboxilação oxidativa do piruvato e do metabolismo de aminoácidos realizado pela atividade enzimática dos microrganismos.

A superioridade observada na produção de ácido acético pelas aves suplementadas com antibiótico pode ser devida ao fato de o antibiótico não ter exercido um efeito inibitório mais amplo na população bacteriana, possibilitando, assim, que alguns gêneros de bactérias tenham desenvolvido no segmento cecal e favorecido a produção desse ácido graxo volátil. No entanto, Muir (1985) descreveu que a ação de antibióticos promotores de crescimento sobre a microbiota de animais não ocorre uma redução no número de microrganismos no trato gastrointestinal, mas evidencia uma mudança na proporção de várias espécies de microrganismos. Nesse sentido, Apajalahti & Bedford (2000) descreveram que mudanças podem ocorrer na composição da microbiota dos cecos de frangos de corte conforme o cereal utilizado nas dietas, milho, trigo ou centeio, ou substratos que favorecem diferencialmente determinadas espécies de bactérias que poderão influenciar no metabolismo dos ácidos graxos voláteis.

Para o ácido propiônico, verificou-se que as aves suplementadas com dieta basal, MOS e cogumelo desidratado apresentaram maiores concentrações desse ácido em relação aos outros tratamentos. Pode ser possível que a diferença no perfil do ácido propiônico quando do uso de antibiótico, FOS, ácido fumárico e probiótico tenha alterado o metabolismo microbiano, de modo a beneficiar a via bioquímica do metabolismo do propionato no ciclo do ácido tricarbóxico, oem que a atividade da enzima propionil-CoA sintetase no fígado é aumentada para a conversão em grandes quantidades de glicose, caracterizando-o como um potente composto gliconogênico. De fato, o propionato é o único ácido graxo volátil que pode ser a maior fonte de glicose (Harpper, 1994).

O sexo influenciou ($P < 0,05$) no perfil do propionato, e os machos apresentaram uma concentração em média 25,0% superior em relação as fêmeas, e isso pode ser devido a uma maior mobilização do propionato pelos machos, sabendo-se o propionato é gliconogênico e fonte imediata de energia para os processos metabólicos. Nesse sentido, as diferenças entre as necessidades nutricionais entre sexo, os machos têm maior velocidade de crescimento e deposição de proteína corporal com reflexo na eficiência alimentar, que, possivelmente, ocorreu a maior mobilização do propionato no metabolismo intermediário como parte de energia e proteína. Swenson & Reece (1996) descreveram que devido o propionato ser um potente composto gliconogênico no metabolismo intermediário, é sugestivo que 95% do propionato captado pelo fígado seja convertido em glicose como fonte de energia.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre a concentração de ácido butírico mostrou que a maior concentração de ácido butírico ocorreu somente quando do uso do MOS para os machos, dieta basal e cogumelo desidratado para fêmeas em relação aos outros aditivos. Os machos que receberam dieta basal apresentaram uma redução na concentração desse ácido; no entanto, quando suplementados com antibiótico e MOS, tiveram maior concentração em relação

às fêmeas. A menor concentração desse ácido observada nas fêmeas suplementadas com antibiótico e MOS pode ser devida a maior eficiência de utilização do produto final da degradação do butirato pelo fígado, que envolve a conversão do butiril-CoA pela enzima butiril-CoA-sintetase, que depois dessa reação inicial é convertido em acetil-CoA, podendo ser completamente oxidado a CO₂ e H₂O no ciclo do ácido tricarboxílico para a produção de energia, como também, na síntese de outros ácidos graxos utilizados como fonte de energia (Swenson & Reece, 1996).

De maneira geral, no conteúdo cecal, foram observadas maiores concentrações de ácidos graxos voláteis em proporções molares decrescentes, de ácido acético, propiônico e butírico, que é similar ao encontrado nos ruminantes. Esses ácidos podem ser encontrados também no sangue do sistema porta, ao passo que o sangue periférico contém apenas ácido acético, que, segundo alguns autores, é de origem endógena. Os ácidos graxos voláteis produzidos pela microbiota cecal são mais rapidamente absorvidos do que as hexoses, favorecendo sua metabolização e utilizados como fonte imediata de energia (Swenson & Reece, 1996; Macari et al. 1994; Silva, 2000).

Os resultados de AGV são similares dos encontrados por Djouzi & Andrieux (1996) e William et al. (1997), no entanto, valores superiores foram observados por Marounek et al. (1999), Kubena et al. (2001), quando suplementaram dietas para frangos com aflotoxina no controle de colonização de *Salmonella typhimurium*.

4.2.10 Medidas de peso e tamanho de órgãos do sistema imunológico de frangos de corte

As medidas de peso do timo e baço encontram-se na Tabela 46, respectivamente, para o período de 1 a 21 dias e as análises de variância, nas Tabelas 20B e 21B do Anexo.

TABELA 46. Peso do timo e baço de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivos | Timo (g) | Baço (g) | |
|----------------------|-------------|-------------|----------|
| | | Macho | Fêmea |
| Basal (sem aditivo) | 5,81 B | 0,94 A a | 1,01 A a |
| Antibiótico | 5,33 B | 0,69 B b | 1,11 A a |
| MOS | 6,40 A | 0,86 A a | 0,99 A a |
| FOS | 6,40 A | 0,97 A a | 0,90 A a |
| Ácido fumárico | 6,65 A | 1,00 A a | 1,01 A a |
| Cogumelo desidratado | 5,14 B | 0,72 B a | 0,73 B a |
| Probiótico | 5,47 B | 0,87 A a | 0,79 B a |
| Macho | 6,16 a | 0,86 | - |
| Fêmea | 5,61 b | - | 0,93 |
| Média geral | 5,88 | 0,90 | |
| CV (%) | 9,09 | 14,09 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

De acordo com as análises de variância, houve interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre o peso do baço no período de 1 a 21 dias de idade. Os aditivos e sexo influenciaram ($P < 0,05$) isoladamente no peso do timo na fase inicial de criação.

Foi observado que as aves suplementadas com prebióticos (MOS e FOS) e ácido fumárico apresentaram maiores pesos do timo em relação aos outros tratamentos, tendo peso superior, em média, de 20% para MOS e FOS e 24% para probiótico em relação ao antibiótico.

Esse maior peso do timo das aves suplementadas com MOS, FOS e ácido fumárico pode ser devido à resposta da capacidade do desafio sanitário do ambiente, assim também do efeito trófico desses aditivos na mucosa, desencadeando respostas fisiológicas e imunológicas ativadas por um sistema de sinais bioquímicos, na tentativa de oferecer condições ao organismo se defender de agentes antigênicos. Em seguida, pode ter sido estimulada a ativação de

macrófagos que apresentaram o antígeno aos linfócitos T e B, enviando sinais (interleucina-1 ou IL-1) que estimularam as células T auxiliares para liberar o mediador (interleucina-2), que é responsável pelo aumento de células T específicas para os antígenos.

A diminuição no peso do timo observado nas aves que receberam dieta basal, antibiótico, extrato de cogumelo e probiótico pode ser devida a que esses aditivos tenham deprimido a produção de interleucinas-1, exercendo menor efeito trófico na mucosa do trato gastrointestinal e reduzindo o estresse imunológico.

O sexo influenciou ($P < 0,05$) o peso do timo, e os machos apresentaram um peso médio de 10% superior em relação às fêmeas. Essa diferença entre sexo pode ser devida ao fato de os machos apresentarem uma maior reação de hipersensibilidade e resposta imune pela situação de desafio sanitário que, conseqüentemente, proporcionou maior atividade deste órgão linfóide.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre o peso do baço no período de 1 a 21 dias de idade das aves mostrou que o peso do baço foi menor somente quando do uso de antibiótico e cogumelo desidratado para os machos, e FOS, cogumelo desidratado e probiótico para as fêmeas em relação aos outros aditivos. Os machos que receberam antibiótico apresentaram menor peso desse órgão linfóide em relação às fêmeas. Esse menor peso do baço pode ser devido à ação do antibiótico ter proporcionado modificações na microbiota e no metabolismo dos microrganismos intestinal, reduzindo a capacidade de fixação de algumas bactérias patogênicas na parede do intestino e induzindo menor resposta imune.

Observou-se que o peso do baço das aves machos foi influenciado pelos aditivos nas dietas, proporcionando uma variação, em média, de 6 a 40% superiores em relação ao antibiótico, devido talvez, ao maior estímulo às propriedades imunossupressivas. No entanto, o menor peso observado nas fêmeas

demonstrou uma reduzida indução da resposta imune dos órgãos linfóides secundários.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre o peso do timo no período de 1 a 42 dias (Tabela 47) mostrou que o menor peso do timo ocorreu quando do uso da dieta basal e ácido fumárico para os machos, e dieta basal para as fêmeas em relação aos outros aditivos. Os machos suplementados com antibiótico e probiótico tiveram menor peso do timo em relação às fêmeas, no entanto, quando as fêmeas receberam cogumelo desidratado, verificou-se menor peso desse órgão quando comparado com os machos.

TABELA 47. Peso do timo e baço de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Timo (g) | | Baço (g) | |
|---------------------|-----------|-----------|----------|----------|
| | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea |
| Basal | 9,25 C a | 10,24 C a | 2,06 B a | 2,60 B a |
| Antibiótico | 13,50 B b | 18,53 A a | 2,61 B a | 2,53 B a |
| MOS | 13,04 B a | 12,44 B a | 3,35 A a | 3,96 A a |
| FOS | 12,18 B a | 12,50 B a | 3,22 A b | 4,23 A a |
| Ácido fumárico | 8,99 C a | 8,22 C a | 2,13 B a | 2,27 B a |
| Extrato de cogumelo | 14,70 A a | 11,35 B b | 3,38 A a | 2,17 B b |
| Probiótico | 14,87 A b | 19,00 A a | 2,37 B b | 3,13 B a |
| Macho | 12,36 | - | 2,73 | - |
| Fêmea | - | 13,18 | - | 2,98 |
| Média geral | 12,77 | | 2,86 | |
| CV (%) | 9,46 | | 18,43 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

É possível que o mecanismo de ação do uso de antibiótico e probiótico para os machos e cogumelo desidratado para as fêmeas tenha exercido menor estresse imunológico, menor ativação de macrófagos e resposta de citotoxicidade, e reduzida modulação de anticorpos nas aves aos 42 dias, caracterizando uma

função secundária desse órgão, uma vez que até 20% de células B auxiliam no tecido linfóide associado ao intestino.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre o peso do baço mostrou que o peso do baço foi maior quando do uso de MOS, FOS e cogumelo desidratado para os machos, e MOS e FOS para as fêmeas em relação aos outros aditivos. Os machos suplementados com FOS tiveram menor peso em relação às fêmeas, e quando as fêmeas receberam cogumelo desidratado apresentaram menor peso desse órgão quando comparado com os machos. Essa redução do peso do baço, quando do uso do FOS e cogumelo desidratado, pode ser devida ao fato de esses aditivos terem exercido ação permissora seletivamente a algumas espécies de bactérias, bloqueando os sítios de aderência e reduzindo a capacidade de fixação de algumas bactérias patogênicas na mucosa intestinal, assim também, reduzindo o estresse imunológico e ativação de linfócitos T dependentes, macrófagos linfócitos e células do plasma.

É importante salientar que essas diferenças obtidas nas mensurações dos órgãos linfóides são devidas à magnitude da resposta de desenvolvimento imunológico dos animais aos beneficiadores de crescimento, que foram influenciados pelo nível de exposição a antígenos. Quanto maior o desafio microbiano a que os animais são expostos, maiores serão as respostas obtidas pelo uso desses aditivos beneficiadores de crescimento. Nesse sentido, o desafio microbiano é uma forma comum de estresse encontrado nos animais em crescimento, podendo ou não resultar em doenças clínicas, dependendo da patogenicidade dos microrganismos e da imunocompetência do animal. No entanto, as mudanças no metabolismo seguidas por um tipo de resposta inflamatória desencadeada pelo sistema imune tem sido referida como estresse imunológico (Klasing et al. 1987).

De acordo com as análises de variância, houve interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre as medidas de tamanho e peso da bursa de Fabricius no período de 1 a 21 dias (Tabela 48).

TABELA 48. Medidas de tamanho e peso da bursa de Fabricius de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Bursa de fabricius (mm) | | Bursa de fabricius (g) | |
|---------------------|-------------------------|-----------|------------------------|----------|
| | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea |
| Basal | 17,00 B b | 21,00 A a | 2,46 A b | 3,45 A a |
| Antibiótico | 18,25 B a | 17,00 B a | 2,76 A a | 2,35 B a |
| MOS | 21,00 A a | 20,50 A a | 2,28 A a | 2,50 B a |
| FOS | 20,00 A a | 18,00 B b | 2,47 A a | 2,86 B a |
| Ácido fumárico | 21,75 A a | 19,25 A a | 2,58 A a | 2,17 B a |
| Extrato de cogumelo | 21,00 A a | 18,00 B b | 2,66 A a | 2,08 B b |
| Probiótico | 19,75 A a | 16,25 B b | 2,58 A a | 1,66 C b |
| Macho | 19,82 | - | 2,54 | - |
| Fêmea | - | 18,57 | - | 2,44 |
| Média geral | 19,19 | | 2,49 | |
| CV (%) | 6,57 | | 14,57 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre o tamanho da bursa de Fabricius mostrou que o menor tamanho desse órgão ocorreu quando do uso de dieta basal e antibiótico para os machos, no entanto, a dieta basal, MOS e ácido fumárico influenciaram maior tamanho da bursa de Fabricius para as fêmeas em relação aos outros aditivos.

Observou-se que os machos tiveram menor tamanho da bursa de fabricius somente quando suplementados com dieta basal, no entanto, quando suplementados com FOS, cogumelo desidratado e probiótico, mostraram maior tamanho desse órgão em relação às fêmeas no período de 1 a 21 dias. É possível

que a redução no tamanho da bursa de Fabricius nas fêmeas não tenha caracterizado um estado de atrofia e respostas deficitárias na atividade dos leucócitos, mas no entanto, pode ter havido menor efeito trófico dos aditivos no intestino e menor estado imunodepressor não-infeccioso, evidenciando menor hipertrofia da glândula.

Várias pesquisas descrevem que o aumento de peso vivo e tamanho dos componentes corpóreos, inclusive do sistema imune, frente aos antimicrobianos é mais evidente durante o período de rápido crescimento, que compreende as quatro primeiras semanas de idade, com diminuição posterior. Os animais jovens respondem melhor ao uso de antibiótico pelo fato de serem mais suscetíveis aos patógenos, porque possuem baixa proteção imunológica (Iafigliola, 1999). Essa afirmativa não está de acordo com os dados obtidos no presente trabalho, no qual outros aditivos alternativos alimentares foram mais efetivos que os antibióticos. Nesse sentido, verificou-se que os aditivos beneficiadores de crescimento proporcionaram um aumento da bursa de Fabricius, em média, de 6 a 22% entre sexo, comparado ao uso de antibiótico, mostrando que houve maior modulação do sistema imune das aves.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre o peso da bursa de fabricius mostrou que o menor peso foi observado quando do uso de probiótico para as fêmeas, sem, portanto, efeito significativo para os machos, independente do aditivo utilizado na dieta. Os machos que receberam dieta basal tiveram menor peso desse órgão em relação às fêmeas. As fêmeas apresentaram menor peso deste órgão quando suplementadas com cogumelo desidratado e probiótico, tendo o comportamento semelhante ao tamanho do mesmo órgão.

De maneira geral, o menor peso da bursa de fabricius foi observado nos machos com variação média de 4 a 20 % quando do uso de prebióticos, ácido fumárico, cogumelo desidratado e probiótico, comparado com o antibiótico, e

para as fêmeas, em média, de 13 a 40%, respectivamente, para ácido fumárico, cogumelo desidratado e probiótico, em relação ao antibiótico.

Essa diferença de peso pode estar relacionada ao número de folículos linfóides que, segundo Olah & Glick (1978), uma ave possui em média de 8000 a 12000 folículos separados por um delicado tecido conectivo e que o peso máximo pode ser atingido entre 3 a 10 semanas de idade e regredindo ao atingir a maturidade sexual por volta das 23 semanas de idade. Esses autores descreveram que existe uma correlação nos linfócitos entre a quantidade de folículos linfóides e células T-dependente, evidenciando uma função secundária do órgão como parte do tecido linfóide associado ao intestino. Esse evento talvez esteja associado com a possível redução do peso da bursa de Fabricius que foi observado nas aves, como também um possível carreamento das células B para outros órgãos linfóides. Conforme Masteller & Thompson (1994), as aves com 2 a 3 semanas de idade têm quase 5% de células da bursa de Fabricius que deslocam diariamente desse órgão, indo primeiro para o sangue e, em seguida, para baço, timo e tonsilas cecais, suprimindo, dessa forma, a mitose dos órgãos linfóides secundários necessários para a resposta de base celular.

Observou-se que o comportamento do tamanho da bursa de Fabricius no período de 1 a 42 dias em função do aditivo foi diferente ($P < 0,05$) entre os tratamentos, verificando-se que as aves suplementadas com antibiótico, cogumelo desidratado e probiótico apresentaram maior tamanho da bursa de Fabricius em relação aos outros tratamentos (Tabela 49). O sexo foi influenciado nessa variável, demonstrando que a fêmea apresentou maior peso da bursa de Fabricius em relação ao macho. Esse fato talvez esteja relacionado com a menor susceptibilidade das fêmeas diante dos aditivos utilizados na dieta.

TABELA 49. Medidas de tamanho e peso da bursa de Fabricius de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de acordo com os aditivos utilizados e sexo.

| Aditivo | Bursa de Fabricius | Bursa de Fabricius | |
|---------------------|--------------------|--------------------|----------|
| | (mm) | (g) | |
| | | Macho | Fêmea |
| Basal | 24,75 B | 8,42 B a | 5,50 B b |
| Antibiótico | 27,87 A | 6,08 B a | 6,34 A a |
| MOS | 26,50 B | 6,50 B a | 6,44 A a |
| FOS | 26,62 B | 4,95 A a | 5,34 B a |
| Ácido fumárico | 25,37 B | 6,23 B a | 4,42 B b |
| Extrato de cogumelo | 28,25 A | 6,29 A a | 6,73 A a |
| Probiótico | 29,75 A | 6,30 A a | 7,46 A a |
| Macho | 26,14 b | 6,39 | - |
| Fêmea | 27,89 a | - | 6,03 |
| Média geral | 27,01 | 6,21 | |
| CV (%) | 8,31 | 16,07 | |

Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Médias com letra maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste F.

Embora Iafigliola (1999) tenha descrito que as aves respondem melhor aos agentes antimicrobianos, foi verificado que o extrato de cogumelo e probiótico proporcionaram um tamanho superior na ordem 2 a 6% comparado com o antibiótico, indicando que pode ser possível que outros aditivos estimulem uma melhor resposta ao sistema imune das aves. Entretanto, as aves quando receberam prebióticos mostraram uma redução no tamanho da bursa em média de 5 a 7%, comparado com antibiótico, talvez em função de um possível efeito benéfico de ação de adsorção e estímulo seletivo de algumas espécies de *Lactobacillus* sp e *Bifidobacterium* sp que reduziram a quantidade de outras bactérias como *Bacteroides* sp, *Clostridium* sp e *Coliformes* sp, que são agentes patogênicos no intestino (Silva, 2000).

O sexo influenciou ($P < 0,5$) o tamanho da bursa de fabricius, mostrando que as fêmeas apresentaram maior desenvolvimento desse órgão, em média, de

7,0% superior em relação aos machos. Isso pode ser devido ao fato de as fêmeas terem apresentado maior estresse imunológico em função do desafio sanitário e microbiano, evidenciando, assim, uma maior sensibilidade aos fatores estressores que segundo Simon (2000), em avicultura industrial existem várias fontes de estresse que podem provocar alterações no sistema imune da ave desafiada imunologicamente

É importante salientar que uma ave desafiada imunologicamente produz diversas citocinas que podem aumentar a taxa metabólica, aumentar a temperatura corporal, causar anorexia e até mesmo direcionar os nutrientes para atender às necessidades energéticas da resposta imune, em vez de crescimento celular (Ferket, 1999). Esse evento pode estar coerente com os resultados do presente trabalho, em que as fêmeas evidenciaram pior desempenho produtivo em relação aos machos e talvez esse pior desempenho possa estar associado com a fisiologia do sistema imune da ave.

A interação ($P < 0,05$) entre aditivo e sexo sobre o peso da bursa de Fabricius no período de 1 a 42 dias de idade mostrou que o maior peso desse órgão ocorreu quando do uso de FOS, cogumelo desidratado e probiótico para os machos, e antibiótico, MOS, cogumelo desidratado e probiótico para as fêmeas em relação aos outros aditivos. As fêmeas quando suplementadas com dieta basal e ácido fumárico apresentaram uma diminuição no peso desse órgão em relação aos machos. Essa redução de peso está de acordo com os resultados do desenvolvimento no tamanho desse órgão, uma vez que foi observado nas aves que foram alimentadas com dieta basal e ácido fumárico menor tamanho da bursa de Fabricius.

O menor peso da bursa de Fabricius verificado nas fêmeas quando do uso de ácido fumárico pode ser devido ao fato de esse ácido orgânico ter desenvolvido ação bacteriostática primária pela redução do pH da dieta, mudando da forma não dissociada para a dissociada no citoplasma bacteriano,

suprimindo enzimas celulares e sistemas de transportes de nutrientes, evidenciando assim um papel de efetivo agente antimicrobiano no controle exercido sobre os patógenos dos cecos, tais como *Salmonella* sp, *Escherichia coli* e *Clostridium* sp, reduzindo essas bactérias e evidenciando menor atividade da bursa de Fabricius como órgão da linha de defesa primária linfocitária no sistema imune da ave.

Os resultados deste trabalho são superiores dos encontrados por Al-Ankari & Homeida (1996), Qureshi et al. (1997) e Hegazy & Adachi (2000), no entanto, valores similares foram obtidos por Fuini (2001), exceto para o peso do timo, que foi inferior quando do uso de extrato de cogumelo e antibiótico em rações para frangos de corte.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foram realizados os experimentos para o presente trabalho, pode-se concluir que:

- 1) O período de fornecimento de antibióticos proporcionou melhor desempenho e características de carcaça aos machos, no entanto, à medida que é aumentado o período de fornecimento de antibióticos as fêmeas reduzem o ganho de peso.
- 2) Independente do antibiótico, é possível reduzir o seu período de fornecimento como beneficiador de crescimento nas rações de frangos de corte.
- 3) A adição de aditivos alternativos nas rações teve efeitos sobre o desempenho e características de carcaça das aves no período de 1 a 42 dias de idade.
- 4) Houve efeito dos aditivos alternativos sobre a morfometria do duodeno e jejuno, sobre o pH do inglúvio, duodeno e cecos, e sobre a contagem dos isolados de bactérias do duodeno, jejuno e cecos dos frangos de corte.
- 5) Em condições de desafio de campo, é possível a substituição dos antibióticos beneficiadores de crescimento pelos aditivos alternativos nas rações de frangos de corte sem comprometer o desempenho, características de carcaça e parâmetros biológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULRAHIM, S. M.; HADDADIN, M. S. Y.; HASHLAMOUN, E. A. R.; ROBINSON, R. K. The influence of *Lactobacillus acidophilus* and bacitracin on layer performance of chickens and cholesterol content of plasma and egg yolk. **British Poultry Science**, Cambridge, v. 37, n. 2, p. 341-346, May 1996.

ADAMS, A. C. **Acidifiers**: important components of pig feeds. Singapore: Kemin Industries, 2000. p. 1-6. (Technical Information).

AL-ANKARI, A. S.; HOMEIDA, A. M. Effect of antibacterial growth promoters on the immune system of broiler chicks. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, Amsterdam, v. 53, n. 3/4, p. 277-283, Oct. 1996.

ALVARES, L. C.; BARRERA, E. M.; GONZÁLES, E. A. Evaluacion de promotores del crecimiento para pollos de engorda. **Veterinária México**, México, v. 24, n. 2, 1994.

ANDREATTI FILHO, R. L.; SILVA, E. N.; CURI, P. R. Control of experimental infection of broilers by *Salmonella enteritidis* and *S. thyphimurium* with use of organic composites and anaerobic cecal microflora. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOOD-BORNE SALMONELLA IN POULTRY, 1998. **Proceedings...** American Association of Avian Pathology, p. 53, 1998.

ANNISON, E. F.; HILL, K. J.; KENNWORTHY, R. Volatile fatty acids in the digestive tract of the fowl. **British Journal of Nutrition**, Wallington, v. 22, n. 2, p. 207-216, 1968.

APAJALAHTI, J.; BEDFORD, M. R. Impact of dietary and environmental factors on microbial communitites of the avian gastrointestinal tract. In: WORLD'S POULTRY SCIENCE CONGRESS. Simpósio Montreal, Canadá: WPSA, 2000. 9 p. CD-ROM.

APAJALAHTI, J.; BEDFORD, M. R. Improve bird performance by feeding its microflora. **World Poultry Surrey**, Doetinchem, v. 15, n. 2, p. 20-23, 1999.

APPLEGATE, T. J.; DIBNER, J. J.; KITCHELL, M. L. et al. Effect of turkey (*Meleagris gallopavo*) breeder hen age and egg size on poult development. Intestinal villus growth, enterocyte migration and proliferation of the turkey poult. **Comparative Biochemistry Physiology**, Oxford, v. 124(B), n. 4, p. 381-389, Dec. 1994.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical chemists**. 15. ed. Arlington, 1990. v. 1.

BAILEY, J. S.; BLANKENSHIP, L. C.; COX, N. A. Effect of fructooligosaccharide on salmonella colonization of the chicken intestine. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 2433-2438, Dec. 1991.

BAIRD PARKER, A. C. Organic acids. In: INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS – ICMSF. **Factors Affecting Life and Death of Microorganisms . Microbial Ecology of Foods**, New York, v. 1, p. 126-135, 1980.

BAKALLI, R. I.; PESTI, G. M.; RAGLAND, W. L.; KONJUFCA, V. Dietary copper in excess of nutritional requirement reduces plasma and breast muscle cholesterol of chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, n. 2, p. 360-365, Feb. 1995.

BANFIELD, M. J.; KWAKKEL, R. P.; FORBES, J. M. Effects of wheat structure and viscosity on coccidiosis in broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 98, n. 1/2, p. 37-48, July 2002.

BEACHEY, E. H. Bacterial adherence: adhesin-receptor interactions mediating the attachment of bacteria to mucosal surfaces. **Journal of Infectious Diseases**, Chicago, v. 143, p. 325-345, 1981.

BENÍCIO, L. A. S. Paineis: Restrições e uso de aditivos (promotores de crescimento) em rações de aves; visão da indústria. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais**. . . Curitiba: FACTA, 1996. p. 17-26.

BERTECHINI, A. G. **Fisiologia da digestão de suínos e aves**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 141 p.

BERTECHINI, A. G.; HOSSAIN, S. M. Utilização de um tipo de probiótico como promotor de crescimento em rações de frango de corte. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1993, Santos. **Anais. . .** Santos: APINCO, 1993. p. 1.

BLANCHARD, P. **Less buffering, more enzymes and organic acids**. Feed Mix Special, 2000. p. 14.

BLUMENSTOCK, E.; JANN, K. Adhesion of piliated *Escherichia colis* strain to phagocytes: differences between bacteria with mannose-sensitive pili and those with mannose-resistant pili. **Infection Immunity**, Washington, v. 35, n. 1, p. 264-269, 1982.

BRAGA, G. C. Cogumelo do Sol: Pesquisas apontam suas propriedades medicinais. **Tecnologia e Treinamento Agropecuário**, Viçosa, v. 2, n. 6, p. 07, 1997.

BURESH, R. E.; MILES, R. D.; HARMS, R. H. Influence of Virginiamycin on phosphorus utilization by broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 4, p. 757-758, Apr. 1985.

BUTOLO, J. E. Agentes antimicrobianos em rações de aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Botucatu, 1998. **Anais. . .** Botucatu: UNESP/FMVZ, 1998. p. 237-254.

BUTOLO, J. E. Uso de antibióticos na alimentação de aves: frangos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE AS IMPLICAÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS DO USO DE ADITIVOS NA PRODUÇÃO ANIMAL, 1999, Piracicaba. **Anais. . .** Piracicaba: CBNA, 1999. p. 85-94.

CAVALCANTI, J. S **Probióticos e farinha de carne e ossos com diversos níveis de contaminação bacteriana para frangos de corte**. 1995. 46 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CERCOS, A. P. **Los antibiotics y sus aplicaciones agropecuárias**. [S. 1.]: Salvat, 1957. 457 p.

CHANG, S.T.; BUSWELL, J.A. Mushroom nuticeuticals. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. v.12, p.473-476, 1996.

CHERRINGTON, C. A.; HINTON, M.; CHOPRA, I. Effect of short-chain organic acids on macromolecular synthesis in *Escherichia coli*. **Journal Applied of Bacteriology**, Oxford, v. 68, n. 1, p. 69-74, Jan. 1990.

CHERRINGTON, C. A.; HINTON, M.; MEAD, G. C.; CHOPRA, J. Organic acids: Chemistry, antibacterial activity and practical applications. **Advances in Microbial Physiology**, San Diego, v. 32, p. 87-108, 1991a.

CHERRINGTON, C. A.; HINTON, M.; PERASON, G. R.; CHOPRA, J. Short-chain organic acids at pH 5,0 kill *Escherichia coli* and *Salmonella spp.* without causing membrane perturbation. **Journal Applied of Bacteriology**, Oxford, v. 70, n. 2, p. 161-165, Feb. 1991b.

CHICHESTER, D. F.; TANNER, F. W. Antimicrobial food additives. In: FURIA T. E. (Ed.). **Handbook of food additives**. 2. ed. Cleveland: Chemical Rubber Publication, 1972. p. 115-184.

CHOCT, M.; ANNISON, G. Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens: roles of viscosity and gut microflora. **British Poultry Science**, Cambridge, v. 33, n. 4, p. 821-834, Sept. 1992.

CLOSE, W. H. Producing Pigs Without Antibiotic Growth Promoters. **Advances in Pork Production**, v. 11, p. 47, 2000.

COATES, M. E. A mode of action of antibiotics in chick nutrition. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 3, n. 1, p. 43-48, Jan. 1952.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: SINDIRAÇÕES/ANFAR, Campinas: CBNA/SDR/MA, 1998. p. 371

COON, C. N.; LESKE, K. L. et al. Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 5, p. 787-793, May 1990.

CORRÊA, G. S. S.; GOMES, A. de COSTA, CORRÊA, A. B.; SALLES, A. de SILVA. Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes promotores de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 2000, Viçosa. **Anais. . . Viçosa: SBZ, 2000. 3 p. CD-ROM.**

CRAMER, J. A.; PRESTEGARD, J. H. NMR studies of pH-induced transport of carboxylic acids across phospholipid vesicle membranes. **Biochemical Biophysical Research Communications**, San Diego, v. 75, n. 2, p. 295-301, 1977.

CROMWELL, G. L. Anti-microbial agents. In: MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J. (Ed.). **Swine nutrition**. Boston: Butterworth-Heinemann, 1991. p. 297-314.

DIONÍZIO, M. A. **Prebióticos como promotores de crescimento para frangos de corte**. 2001. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DIONÍZIO, M. A.; BERTECHINI, A. G.; TEIXEIRA, A. S.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T.; RODRIGUES, P. B.; KATO, R. K.; VIEIRA, J. S. Prebióticos como promotores de crescimento para frangos de corte – Desempenho e rendimento de carcaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais. . .** Recife: SBZ, 2002. 4 p. CD-ROM.

DJOUZI, Z.; ANDRIEUX, C. Compared effects of three oligosaccharides on metabolism of intestinal microflora in rats inoculated with a human faecal flora. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 78, n. 2, p. 313-324, Aug. 1997.

DOBROGOSZ, W. J.; BLACK, B. L.; CASAS, I. A. Delivery of viable *Lactobacillus reuteri* to the gastrointestinal tract of poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 1, p. 158, Jan. 1991.

DUSEL, G.; KLUGE, H.; GLASE, K.; SIMON, O.; HARTMANN, G.; LENGGERKEN, J. V.; JEROCH, H. An investigation into the variability of extract viscosity of wheat – relationship with the content of non-starch polysaccharide fraction and metabolisable energy for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, Reading, v. 50, n. 2, p. 121-135, 1997.

ENGBERG, R. M.; HEDEMAN, M. S.; LESER, T. D.; JENSEN, B. B. Effect of zinc bacitracin and salinomycin on intestinal microflora and performance of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 9, p. 1311-1319, Sept. 2000.

ERPELDING, D. L. Promotores de crescimento: Ciência vs política. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais. . .** Campinas: FACTA, 1999. p. 187-197.

EYSSSEN, H. Role of the gut microflora in metabolism of lipids and sterols. **Proceedings Nutrition Society**, Wallingford, v. 32, n. 2, p. 59-63, 1973.

EWING, W. N.; COLE, D. J. A. **The living gut – An introduction to micro-organisms in nutrition**, N. Ireland: Context, 1994. 200 p.

FADER, R. C.; DAVIS, P. C. Effect of piliation on *Klebsiella pneumoniae* infection in rat bladders. **Infection Immunity**, Washington, v. 30, n. 2, p. 554, 1980.

FEIGHNER, S. D.; DASHKEVICZ, M. P. Subtherapeutic levels of antibiotics in poultry feeds and their effects on weight gain, feed efficiency, and bacterial cholytaurine hidrolase activity. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 53, n. 2, p. 331-336, Feb. 1987.

FERES, F. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; CARVALHO, D. C. O.; OLIVEIRA, J. D.; JÚNIOR, J. G. V.; BRUMANO, G. Uso de prebiótico em rações de frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2000, Viçosa. **Anais. . .** Viçosa: SBZ, 2000. 3 p. CD-ROM.

FERES, F. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; CARVALHO, D. C. O.; OLIVEIRA, J. E.; JÚNIOR, J. G. V.; SASAKI, A. H. Uso de mananoligossacarídeos em rações de frangos de corte no período de 1 a 42 dias. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2000, Viçosa. **Anais. . .** Recife: SBZ, 2002. 3 p. CD-ROM.

FERKET, P. R. Effect of diet gut microflora of poultry. In: **Georgia Nutrition Conference**, Atlanta: Georgia University, 1990. p. 123-129.

FERNANDES, P.C.C. *Lactobacillus sp* na alimentação de bezerros pré-ruminantes. In: SEMINÁRIO DE ZOOTECNIA, 1995. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1995. 5p.

FERNANDES, P. C. C.; LADEIRA, I. Q.; FERREIRA, C. L. L. F.; RODRIGUEZ, N. M.; SILVA, A. V. Viabilidade uso de probióticos na alimentação de monogástricos. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, n. 31, p. 53-71, 2000.

FERREIRA, A. J. P. Exclusão competitiva na avicultura. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2000, Campinas. **Anais. . .** Campinas: CBNA, 2000. p. 101-108.

FERREIRA, C. L. L. F. Produtos lácteos probióticos: uma realidade. **Leite e Derivados**, São Paulo, v. 7, n. 42, p. 66-70, set./out. 1998.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados (SISVAR)**. Lavras: UFLA/DEX, 2000.

FERREIRA, V. Q. **Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo ácidos orgânicos**. 1995. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FETHIERE, R.; MILES, R. D. Intestinal tract weight of chicks fed an antibiotic and probiotic. **Nutrition Reporters International**, Woburn, v. 36, n. 6, p. 1305-1309, Dec. 1987.

FINALY, B. B.; FALKOW, S. Common themes in microbial pathogenicity. **Microbiological Reviews**, Washington, v. 53, n. 2, p. 210-230, June 1989.

FINALY, B. B.; FALKOW, S. Common themes in microbial pathogenicity revisited. **Microbiological Reviews**, Washington, v. 61, n. 2, p. 136-169, June 1997.

FOEGEDING, P. M.; BUSTA, F. F. Chemical food preservatives. In: BLOCK, S. S. (Ed.). **Desinfection, sterilization and preservation**. Philadelphia, PA: Lea & Febiger, 1991. p. 802-832.

FORBES, M.; PARK, J. T.; Growth of germ-free and conventional chicks: Effect of diet, dietary penicillin, and bacterial environment. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 67, n. 1, p. 69-84, Jan. 1959.

FOX, S. M. Probiotics: intestinal inoculants for production animals. **Veterinary Medical**, Chicago, v. 83, n. 8, p. 806-830, Aug. 1988.

FRANCIS, C.; JANKY, D. M.; ARAF, A. S.; HARMS, R. H. Interrelationship of *Lactobacillus* and zinc bacitracin in the diets of turkey poults. **Poultry Science**, Champaign, v. 57, n. 6, p. 1687-1689, Nov. 1978.

FREITAS, A. R.; PIENIZ, L. C.; FILHO, T. M.; ROSSO, L. A. Crescimento corporal e sistema digestivo em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 7, p. 657-666, jul. 1987.

FRESE, E.; SHEU, C. W.; GALIERS, E. Function of lipophilic acids as antimicrobial food additives. **Nature**, London, v. 241, n. 5388, p. 321-325, Feb. 1973.

FRIZZAS, A. C. **Efeito do uso de probiótico sobre o desempenho e atividade de enzimas digestivas de frangos de corte**. 1996. 70 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

FUINI, M. G. **Utilização do cogumelo *Agaricus blazei* como alternativa ao uso de antibióticos em rações para frangos de corte**. 2001. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FUKATA, T.; SASAI, K.; MIYAMOTO, T.; BABA, E. Inhibitory effects of competitive exclusion and fructooligosaccharide, singly and in combination, on salmonella colonization of chicks. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 62, n. 3, p. 229-233, Mar. 1999.

FULLER, R. Probiotic in man and animals – a review. **Journal Applied Bacteriology**, Oxford, v. 66, p. 365-378, 1989.

FULLER, R.; GIBSON, G. R. Modification of the intestinal microflora using probiotics and prebiotics. **Scandinavian Journal Gastroenterology**, Oslo, v. 32, p. 28-31, 1997. Supplement.

FURLAN, R. L.; GIACHETTO, P. F.; CARVALHO, N. C.; LEONEL, F. L.; SECATO, E. R.; MACARI, M. Efeito da restrição alimentar precoce e tardia sobre o desenvolvimento das vísceras de frangos de corte criados em diferentes temperaturas ambiente. In: REUNÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2000, Viçosa. **Anais. . .** Viçosa: SBZ, 2000. 3 p. CD-ROM.

GARY, L. B.; SAVAGE, T. F.; TIMM, I. K. The effects of supplementing diets with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* on male poult performance and ileal morphology. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1766-1770, 1994.

GAST, R. K.; STEPHENS, J. F.; FOSTER, D. N. Effects of kanamycin administration to poultry on the interspecies transmission of drug-resistant *Salmonella* sp. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, n. 5, p. 699-706, May 1988.

GEDEK, B. R. Intestinal flora and bioregulation. **Review Scientific et Technique**, Paris, V. 8, n. 2, p. 417-434, 1986.

GIBSON, G. R.; FULLER, R. Aspects on in vitro and in vivo research approaches directed toward identifying probiotics and prebiotics for human use. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 391S-395S, 2000.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concepts of prebiotics. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 125, n. 6, p. 1401-1412, June 1995.

GILLILAND, S. E.; SPECK, M. L. Antagonistic action of *Lactobacillus acidophilus* toward intestinal and foodborne pathogens in associative cultures. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 40, n. 12, p. 820-823, Dec. 1977.

GONZALES, E.; MENDES, A. A.; LODDI, M. M. et al. Efeito da adição de probiótico e antibiótico como promotores de crescimento sobre o desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1998, Botucatu. **Anais. . .** Botucatu: SBZ, 1999. p. 189-191.

GOUS, R. M.; MORAN JR, E. T.; STILBORN, H. R.; BRADFORD, G. D.; EMMANS, G. C. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscles of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 6, p. 812-821, June 1999.

HANSON, M. S.; BRINTON, J. C. C. Identification and characterization of *Escherichia coli* type 1 pilus tip adhesion protein. **Nature**, London, v. 332, n. 6161, p. 265-268, Mar. 1988.

HAPPER, H. A.; RODWELL, V. W.; MAYES, P. A.; GRANNER, D. K. **Bioquímica**. 7. ed. São Paulo: Atheneu, 1994. 763 p.

HAYS, V. W.; MUIR, W. M. Efficacy and safety of feed additive use of antibacterial drugs in animal production. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 59, n. 2, p. 447-456, 1979.

HEGAZY, S. M.; ADACHI, Y. Comparison of the effects of dietary selenium, zinc and selenium and zinc supplementation on growth and immune response between chick groups that were inoculated with Salmonella and aflatoxin or Salmonella. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 3, p. 331-335, Mar. 2000.

HENRIQUE, A. P.; FARIA, D.; NETO, R. F. et al. Uso de probióticos e antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, São Paulo. **Anais. . .** São Paulo: APINCO, 1997. p. 28.

HENRIQUE, A. P. F.; FARIA, D. E.; FRANZOLIN, R. ITO, D. T. Uso de probiótico e antibióticos como promotores de crescimento para frango de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1998, Botucatu. **Anais. . .** Botucatu: SBZ, 1998. p. 297-299.

HENRIQUE, A. P. F.; FARIA, D. E.; FRANZOLIN, R.; ITO, D. T. Uso de probióticos e antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2000, Viçosa. **Anais.** . . Viçosa: SBZ, 2000. 3 p. CD-ROM.

HENRY, P. R.; AMMERMAN, C. B.; CAMPBELL, D. R.; MILES, R. D. Effect of antibiotics on tissue trace mineral concentration and intestinal tract weight of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, n. 6, p. 1014-1018, June 1987.

HENTGES, D. J. Gut flora and disease resistance. In: FULLER, R. **Probiotics: the scientific basis**. London: Chapman and Hall, 1992. p. 87-109.

HIDAKA, H.; EIDA, T.; TAKISAWA, T. Effects of fructo-oligosaccharides on intestinal flora and human health. **Bifidobacteria Microflora**, Tokyo, v. 5, n. 1, p. 37-50, 1986.

HOWARD, M. D.; KERLEY, M. S.; GORDON, D. T.; PAGE, L. W.; GARLEB, K. A. Effect of dietary addition fructooligosaccharide on colonic microflora populations and epithelial cell proliferation in neonatal pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71 p. 177, 1993. Supplement, 1.

HUGHES, R. J.; CHOCT, M.; KOCHER, A.; VAN BARNEVELD, R. J. Effect of food enzymes on AME and composition of digesta from broiler chickens fed on diets containing non-starch polysaccharides isolated from lupin kernel. **British Poultry Science**, Cambridge, v. 41, n. 3, p. 318-323, July 2000.

IAFIGLIOLA, M. C. **Uso de cobre e antibiótico como promotor de crescimento em rações para frangos de corte**. 1999. 68 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

IJI, P. A.; SAKI, A. A.; TIVEY, D. R. Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 89, n. 3/4, p. 175-188, Feb. 2001.

IJI, P. A.; TIVEY, D. R. Natural and synthetic oligosaccharides in broiler chicken diets. **World's Poultry Science Journal**, Walingford, v. 54, n. 2, p. 129-143, June 1998.

IMAGE – PRO PLUS 1. 3. 2. **The proven solution for image analysis:** reference guide. Viçosa, MG: UFV – Departamento de Zootecnia, 1994. 504 p.

IWAHI, J. T.; ABE, Y.; NAKAO, M.; IMADE, A.; TSUCHIYA, K. Role of fimbriae in pathogenesis of ascending urinary tract infection induced by *Escherichia coli* in mice. **Infection Immunity**, Washington, v. 39, n. 3, p. 1307-1315, 1983.

IZART, A. L.; ADAMS, M. H.; CABE, M. C.; COLBERG, M.; REIBER, M. A.; SKINNER, J. T.; WALDROUP, P. W. Effects of formic acid or calcium format in feed performance and microbiological characteristics of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 5, p. 1876-1880, May 1990.

IZART, A. L.; THOMAS, R. A.; ADAMS, M. H. Marketing and products. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 5, p. 651-655, May 1989.

ITO, M.; DeGUCCI, Y.; MIYAMORI, A. et al. Effect of administration of galactooligosaccharides on the human faecal microflora, stool weight and abdominal sensation. **Microbial Ecology in Health and Disease**, Oslo, v. 3, p. 285-292, 1990.

JASAITIS, D. K.; WOHLT, J. E.; EVANS, J. L. Influence of feed ion content on buffering capacity of ruminant feedstuffs in vitro. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 70, n. 7, p. 1391-1403, July 1987.

JERNIGAN, M. A.; MILES, R. D. Probiotics in poultry nutrition: A review. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, v. 41, n. 2, p. 99-107, June 1985.

JIN, L. Z.; HO, Y. W.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S. Probiotics in poultry: modes of action. **World Poultry Science Journal**, Wageningen, v. 53, n. 4, p. 351-368, Dec. 1997.

JIN, L. Z.; HO, Y. W. et al. Growth performance, intestinal microbial populations, and serum cholesterol of broilers fed diets Lactobacillus cultures. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 9, p. 1259-1265, Sept. 1998.

JONG, E. V.; LEBOUTE, E. M.; CIOCCA, M. L. S.; PENZ, A. M. Uso de avoparcina e virginiamicina como promotores de crescimento em rações para frango de corte. 1- Efeito sobre desempenho produtivo e utilização da energia da ração. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 14, n. 5, p. 529-535, set./out. 1985.

JUNQUEIRA, L. C. U.; JUNQUEIRA, L. M. M. S. **Técnicas básicas de citologia e histologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1983. 123 p.

KANASHIRO, A. M. I.; BOTTINO, J. A.; FERREIRA, F.; CASTRO, A. G. M.; FERREIRA, A. J. P. Influência da administração contínua de probiótico a frangos de corte sobre atividades enzimáticas séricas e concentração de colesterol sérico. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 68, n. 2, p. 11-17, 2001.

KANIAWATI, S.; SKINER, J.; WALDROUP, P. et al. Effects of feeding organic acids to broilers on performance and salmonellae colonization of the ceca and or contamination of the carcass. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 159, 1992. Supplement, 1.

KAWAGISHI, H.; INAKI, R.; KANAO, T.; MIZUNO, T. Fractionation and antitumor activity of the water in soluble residue of *Agaricus blazei* fruiting bodies. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v. 186, n. 2, p. 267-273, Mar. 1989.

KEITH, B. R. MAURER, L. SPEARS, P. A.; ORNDORFF, P. E. Receptor-binding of type 1 pili effects bladder colonization by a clinical isolate of *Escherichia coli*. **Infection Immunity**, Washington, v. 53, n 3, p. 693-696, Sept. 1986.

KIRCHGESSNER, M.; ROTH, F. X. Fumaric acid as a feed additive in pig nutrition. **Pig News Information**, Wallingford, v. 3, p. 259, 1982.

KLASING, K. C.; LAURIN, D. E.; PENG, R. K.; FRY, D. M. Immunologically mediated growth depression in chicks: influence of feed intake, corticosterone and interleukin-1. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 117, n. 9, p. 1629-1637, Sept. 1987.

KOCH, A. L. Evolution of antibiotic resistance gene function. **Microbiology Review**, Amsterdam, v. 45, n. 2, p. 355-378, 1981.

KOSAZA, M. Probiotics for animal use in Japan. **Revisal Scientific Technology L'ofisse International Epizootic**, Tokyo, v. 8, n. 2, p. 517-531, 1989.

KRINKE, A. L.; JAMROZ, D. Effects of feed antibiotic avorparcin on organ morphology in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p. 705-710, June 1996.

KROGFELT, K. A. Bacterial adhesion: genetics, biogenesis, and role in pathogenesis of fimbrial adhesions of *Escherichia coli*. **Review Infection Disease**, Chicago, v. 13, n. 4, p. 721-735, July/Aug. 1991.

KUBENA, L. F.; BYRD, J. A.; YOUNG, C. R.; CORRIER, D. E. Effects of tannic acid on cecal volatile fatty acids and susceptibility to *Salmonella typhimurium* colonization in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 1293-1298, Sept. 2001.

KUMPRECHT, I.; ZOBAC, P.; SISKE, . A.; SEFTON, E.; SPRING, P. Effect of dietary mannanoligosaccharide level on liveweight and feed efficiency of broilers. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NON-DIGESTIBLE OLIGOSSACHARIDES, 1997, Wageningen. **Proceedings**. . . Wageningen, N. L: Graduate School VLAG, 1997. p. 144.

LANCINI, J. B. Fatores exógenos na função gastrointestinal, aditivos. In: FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA. **Fisiologia da digestão e absorção das aves**. Campinas: APINCO, 1994. p. 99-126.

LEANDRO, N. S. M.; FIRMINO, G.; STRIGHINI, J. H.; SCHAITI, M.; TIBERY, E.; GODOI, F. Utilização de probióticos em frangos de corte com peso baixo na primeira semana de vida. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 35, 2001. Suplemento 3.

LEEDLE, J. Intestinal microbiology – action mechanisms. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2000, Campinas. **Anais**. . . Campinas: CBNA, 2000a. p. 1-14.

LEEDLE, J. Probiotics and DFMs – mode of action in the gastrointestinal tract. In: SIMPOSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2000, Campinas. **Anais**. . .Campinas: CBNA, 2000b. p. 25-40

LILY, D. M.; STILWELL, R. H. Probiotics: growth promoting factors produced by microorganism. **Science**, London, v. 147, p. 747-748, 1965.

LODDI, M. M.; GONZALES, E.; TAKITA, T. S.; MENDES, A. A.; ROÇA, R. O. Adição de probiótico e antibiótico como promotor de crescimento para frangos de corte. Características de carcaça. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. **Anais**. . . Campinas: APINCO, 1998. p. 31.

LODDI, M. M.; GONZALES, E.; TAKITA, T. S.; MENDES, A. A.; ROÇA, R. O. Uso de probiótico e antibiótico sobre o desempenho, rendimento e a qualidade de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1124-1131, jul./ago. 2000.

LODDI, M. M.; ARIKI, J.; MORAES, V. M. B., TUCCI, F. M.; OBA, A.; KISHIBE, R. Utilização de probióticos, prebióticos e a associação destes em dietas iniciais de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais**. . . Piracicaba:SBZ, 2001. 3p. CD-ROOM.

LODDI, M. M.; TUCCI, F. M.; HANNAS, M. I.; SATO, R. N.; KISHIBE, R.; MORAES, V. M. B.; ARIKI, J. Probióticos, mananoligossacarídeos, ácidos orgânicos em dietas de frangos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Pernambuco. **Anais**. . . Pernambuco: SBZ, 2002. 3 p. CD-ROM.

LONGO, F. A. **Estudo do metabolismo energético e do crescimento em frangos de corte**. 2000. 76 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

LOTGERING, F.K. Avoparcina - promotor de crescimento. In: CURSO TÉCNICO DE ATUALIZAÇÃO AVÍCOLA, 1989, São Paulo, v.3. **Anais**. . . São Paulo, 1989. p.51-60.

MACARI, M. Mecanismos de proliferação e reparação da mucosa gastrointestinal em aves. In: SIMPÓSIO DE COCCIDIOSE E ENTERITE, 1995, Campinas. **Anais**. . .Campinas, 1995.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 296 p.

MACKIE, R. Gut environment and evolution of mutualistic fermentative digestion. **Gastrointestinal microbiology**. ed. New York: International Thompson Publishing, 1997. p. 13-38.

MACNAB, J. M. The avian caeca: A review. **World's Poultry Science Journal**, Wellingford, v. 29, n. 3, p. 251-263, Sept. 1973.

MAIORKA, A. **Efeitos da idade da matriz, do jejum, da energia da ração e da glutamina sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal e atividade enzimática do pâncreas de pintos de corte**. 2002. 103 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

MARCH, B. E. The host and its microflora: An ecological unit. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 49, n. 3, p. 857-867, Sept. 1979.

MASTELLER, E. L.; THOMPSON, C. B. B. cell development in the chicken. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 7, p. 998-1011, July 1994.

MAROUNEK, M.; SUCHORSKA, O.; SAVKA, O. Effect of substrate and feed antibiotics on in vitro production of volatile fatty acids and methane in caecal contents of chickens. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 80, n. 3/4, p. 223-230, Aug. 1999.

MARUTA, K. Probióticos e seus benefícios. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1993, Santos. **Anais. . . Santos: APINCO**, 1993. p. 203-219.

MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. G. **Nutrição animal**. 3. ed. Rio de Janeiro, 1984. 736 p.

MEAD, G. C. **Microbial ecology of the digestive tract**. In: WORLD'S POULTRY SCIENCE CONGRESS. CD-ROM. Montreal, Canadá: WPSA, 2000. 8 p.

MENDONÇA JÚNIOR, et al. Efeito da adição dos óleos de canola e de soja na ração sobre os níveis lipídicos plasmáticos e desempenho de galinhas poedeiras. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 3., 1995, Piracicaba. **Anais. . . Piracicaba: ESALQ**, 1995. p. 354.

MENTEN, J. F. M. Aditivos alternativos na nutrição de aves: probióticos e prebióticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10., 2001, Porto Alegre, RS. **Anais. . . Porto Alegre: ABRAVES**, 2001. p. 364-373.

MILES, R. D. Manipulation of the microflora of the gastrointestinal tract: natural ways to prevent colonization by pathogens. In: LYONS, T. P. (Ed.). **Biotechnology in the feed industry**: proceedings of Alltech's ninth annual symposium. Nicholasville Technical, 1993. p. 133-150.

MILTENBURG, G. Extratos herbais como substitutos de antimicrobianos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2000, Campinas. **Anais. . .** Campinas: CBNA, 2000. p. 87-100

MITSUOKA, T.; HIDAKA, H.; EIDA, T. Effect of oligosaccharides on intestinal microflora. **Die Nahrung**, Deerfield Beach, v. 31, n. 5/6, p. 427-436, 1987.

MIZUNO, T. Kawariharatake, *Agaricus blazei*: medicinal and dietary effects. **Food Reviews International**, New York, v. 11, n. 1, p. 167-172, 1995.

MIZUNO, T.; HAGIWARA, T.; NAKAMURA, T. et al. Antitumor activity and some properties of water soluble polysaccharides from 'Himematsutake', the fruiting body of *Agaricus blazei murill*. **Agricultural Biological Chemistry**, Tokyo, v. 54, n. 11, p. 2889-2896, Nov. 1990.

MIZUNO, T.; MORIMOTO, M.; MINATO, K.; TSUCHIDA, H. Polysaccharides from *Agaricus blazei* stimulate lymphocyte T-cell subsets in mice. **Bioscience Biotechnology Biochemistry**, Tokyo, v. 62, n. 3, p. 434-437, Mar. 1998.

MODLER, H. W.; MCKELLAR, R. C.; YAGUCHI, M. Bifidobacteria and bifidogenic factors. **Canadian Institute Food Science Technology Journal**, Ottawa, v. 23, n. 1, p. 29-41, Feb. 1990.

MOHAN, B.; KADIRVEL, R.; NATARAJAN, A.; BHASKARAN, M. Effect of probiotic supplementation on growth, nitrogen utilization and serum cholesterol in broilers. **British Poultry Science**, Cambridge, v. 37, n. 2, p. 395-401, May 1996.

MOL, O.; OUDEGA, B. Molecular and structural aspects of fimbriae biosynthesis and assembly in *Escherichia coli*. **Microbiology Reviews**, Amsterdam, v. 19, n. 1, p. 25-52, Oct. 1996.

MONTES, A. J.; PUGH, D. G. The use of probiotics in food animal practice. **Veterinary Medical**, Lenexa, v. 88, n. 3, p. 282-228, Mar. 1993.

MORAIS, S. C. D. **Avaliação do desempenho e colesterol sérico e muscular de frangos de corte alimentados com níveis crescentes de citrato cúprico na dieta**. 1999. 79 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

MORAIS, S. C. D.; MENTEN, J. F. M.; BRAINER, M. M. A.; VALE, M. M. Altos níveis dietéticos de cobre no desempenho e no colesterol sérico e muscular de frangos de corte. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 1-5, jan./mar. 2001.

MORAN, E. T. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through prenatal development. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 115, n. 5, p. 665, May 1985.

MORAN JR., E. T. Starch digestion in fowl. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, n. 7, p. 1257-1267, July 1982.

MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; GARÇA, R. G.; ALMEIDA, I. C. L.; JÚNIOR, J. G. C. Efeito do uso de probiótico sobre o desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais. . .** Piracicaba: SBZ, 2001. 5 p. CD-ROM

MUIR, L. A. Mode of action of exogenous substances on animal growth: an overview. **Journal Animal of Science**, Champaign, v. 61, p. 154-180, 1985. Supplement, 2.

MURATA, L. S. **Efeitos de fontes de óleo sobre o desempenho e o perfil lipídico dos ovos e sangue de poedeiras comerciais**. 1998. 67 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

NAKAZAWA, M.; HARITAMI, M.; SUGIMOTO, C. KASHIWAZAKI, M. Colonization os enterotoxigenic *Escherichia coli* exhibiting mannose-sensitive hemagglutination to the small intestine of piglets. **Microbiology Immunology**, Tokyo, v. 30, n. 5, p. 485-489, 1986.

NURMI, E.; RANTLA, M. New aspects of Salmonella infection in broiler production. **Nature**, London, v. 241, n. 5386, p. 210-211, Jan. 1973.

OFEK, I.; MIRELMAN, D.; SHARON, N. Adherence of *E. coli* to human mucosal cells mediated by mannose receptors. **Nature**, London, v. 265, n. 5595, p. 623-625, Feb. 1977.

OLAH, I.; GLICK, B. The number and size of the follicular epithelium and follicles in the bursa fo Fabricius. **Poultry Science**, Champaign, v. 57, n. 5, p. 1445-1450, Sept. 1978.

OLIVEIRA, P. B. et al. Influência de fatores antinutricionais de alguns alimentos sobre o desempenho e o epitélio intestinal de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1998, Campinas. **Anais. . .** Campinas: APINCO, 1998. p. 25.

OMETO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 425 p.

ORBAN, J. I.; PATTERSON, J. A.; SUTTON, A. L.; RICHARDS, G. N. Effect of sucrose thermal oligosaccharide caramel, dietary vitamin-mineral level, and brooding temperature on growth and intestinal bacterial populations of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 3, p. 482-490, Mar. 1997.

OWINGS, W. J.; REINOLDS, D. L.; HASIAK, R. J. et al. Influence of dietary supplementation with *Streptococcus faecium M-74* on broiler body weight, feed conversion, carcass characteristics and intestinal microbial colonization. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 6, p. 1257-1264, June 1990.

PARKS, C. W.; GRIMES, P. R.; FERKET, P. R.; FAIRCHILD, A. S. The case for mannanoligosaccharides in poultry diets. An alternative to growth promotant antibiotics? In: BIOTECHNOLOGY IN FEED INDUSTRY OF ANNUAL SYMPOSIUM, 16., 2000, Nottingham. **Proceedings of Alltech...** Nottingham, UK: Nottingham University Press, 2000. p. 45-59.

PARKS, R. B. Probiotics, the other half of the antibiotics story. **Animal of Nutrition Health**, Bureaux, v. 29, p. 48, 1974.

PARLAMENTO EUROPEU. Comissão do Meio Ambiente, da Saúde Pública e da Política do Consumidor. **Proposta de recomendação do Conselho relativa à utilização prudente de agentes antimicrobianos na medicina humana.** (COM(2001) 333 – C5-0411/2001 – 2001/2164(COS)). [s. l. : s. n.], 2001. 18 p. (Projecto de relatório).

PARTANEN, K. H.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, Wallingford, v. 12, n. 1, p. 117-145, June 1999.

PATTEN, J. D.; WALDRROUP, P. W. Use of organic acids in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, n. 8, p. 1178-1182, Aug. 1988.

PEDROSO, A. A.; MENTEN, J. F. M.; LONGO, F. A.; RACCANICI, A. M. C.; SORBARA, J. O. B.; GAIOTTO, J. B. Desempenho de frangos de corte recebendo ração suplementada com aditivos microbianos e criados em baterias ou em galpão convencional. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais. . .** Recife: SBZ, 2002. 4 p. CD-ROM.

PELCZAR JÚNIOR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRUG, N R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Makron books do Brasil, 1996. 517 p.

PELICANO, E. R. E.; SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; OBA, A.; NORKUS, E. A.; KODAWARA, L. M.; LIMA, T. M. A. Rendimento de carcaça e qualidade de carne de peito de frangos alimentados com dietas contendo diferentes princípios ativos de probióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais. . .** Recife: SBZ, 2002. 5 p. CD-ROM.

PENSACK, J. M.; WANG, G. T.; SIMKINS, K. L. Avoparcin – a growth promoting feed antibiotic for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, p. 1009-1012, 1982.

PENZ JR. A. M. Hipoteses que justificam el uso de acidos organicos em las dietas para aves y cerdos. **Avicultura Profesional**, Athens, v. 9, n. 1, p. 46-51, 1991.

PENZ JR. A. M.; SILVA, A. B.; RODRIGUES, O. Ácidos orgânicos na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos. **Anais. . .** Campinas: FACTA, 1993. p. 111-119.

PERDOK, I. H. Substituto dos antibióticos: uma análise das tendências mundiais. In: SEMINÁRIO TOP PIGS, 1., 2000, Águas de Lindóia. **Anais. . .** Águas de Lindóia, 2000. p. 45-54.

PESTI, G. M.; BAKALLI, R. I. Studies on the effect of feeding cupric sulfate pentahydrate to laying hens on egg cholesterol content. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 1540-1545, 1998.

PETTIGREW, J. E. Bio-Mos effects on pig performance: a review. In: BIOTECHNOLOGY IN FEED INDUSTRY OF ANNUAL SYMPOSIUM, 16., 2000, Nottingham. **Proceedings of Alltech. . .** Nottingham, UK: Nottingham University Press, 2000. p. 31-44.

PONNIAH, S.; ENDRES, R. O.; HASTY, D. L.; ABRAHAM, S. M. Fragmentation of *Escherichia coli* type 1 fimbriae expose cryptic D-manose-binding sites. **Journal of Bacteriology**, v. 173, p. 4195-4202, 1991.

QUERHI, M. A.; EDENS, F. W.; HAVENSTEIN, G. B. Immune system dysfunction during exposure to poult enteritis and mortality syndrome agents. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p. 564-569, 1997.

RAO, D. S.; McCracken, K. J. Energy: protein interactions in growing boars of high genetic potential for lean growth. 1-Effects on growth, carcass characteristics and organ weights. **Animal Production**, v. 54, n. 1, p. 75-82, 1992.

REECE, R. L. Review of adverse effects of chemotherapeutic agents in poultry. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, v. 44, n. 3, p. 193-216, 1988.

ROBERFROID, M. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. **Critical Reviews in Food Science Nutrition**, Boca Raton, v. 33, n. 3, p. 103-148, 1993.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. Departamento de zootecnia, 2000. 141 p.

RUNHO, R. C.; SAKAMURA, N. K.; KUANA, S.; BANZATTO, D.; JUNQUEIRA, O. M.; STRINGHINI, J. H. Uso de ácido orgânico (ácido fumárico) nas rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1183-1191, nov./dez. 1997.

SAITO, E.; TAKANO, Y.; ROWLAND, I. Effects of soybean oligosaccharides on the human gut microflora in vitro culture. **Microbial Ecology in Health and Diseases**, Oslo, v. 5, p. 105-110, 1992.

SAKAMURA, N. K. Uso de soja integral na alimentação de aves. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas. **Anais**. . .Campinas, 1996.

SALANITRO, J. P.; BLAKE, I. G.; MUIRHEAD, P. A.; MAGLIO, M.; GOODMAN, J. R. Bacteria isolated from the duodenum, ileum and cecum of young chicks. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 35, n. 4, p. 782-790, 1978.

SALMINEN, S.; DEIGHTON, M.; GORBACH, S. Lactic acid bacteria in health and disease. In: SALMINEN, S.; VON WRIGHT, A. (Ed.). **Lactic acid bacteria**, New York: Marcel Dekker, 1993. p. 199-225.

SANTIN, E. et al. Efeito de diferentes níveis de parede celular *Saccharomyces cerevisiae* no desempenho e mucosa intestinal de frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 36, n. 2, p. 37, 2000.

SANTOS, E. C.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F.; RODRIGUES, P. B.; DIAS, E. S.; TORRES, D. M. SANTOS, A. V.; GIACOMETTI, R. A. Uso de aditivos beneficiadores de crescimento sobre o desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais. . .** Recife: SBZ, 2002a. 4 p. CD-ROM.

SANTOS, E. C.; TEIXEIRA, A. S.; DIAS, E. S.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F.; RODRIGUES, P. B.; TORRES, D. M. SANTOS, A. V.; GIACOMETTI, R. A. Efeitos dos aditivos beneficiadores de crescimento sobre bactérias totais, pH intestinal e pH das rações de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais. . .** Recife: SBZ, 2002b. 4 p. CD-ROM.

SANTOS, E. C.; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F.; RODRIGUES, P. B.; DIAS, E. S.; TORRES, D. M. SANTOS, A. V.; GIACOMETTI, R. A. Uso de aditivos beneficiadores de crescimento sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais. . .** Recife: SBZ, 2002c. 4 p. CD-ROM.

SAVAGE, D. C. Microbial ecology of the gastrointestinal tract. **Annual Reviews of Microbiology**, Palo alto, v. 31, p. 107-133, 1977.

SAVAGE, T. F.; COTTER, P. F. ZAKRZEWSKA, E. I. The effect of feeding a mannan oligosaccharide on immunoglobulins, plasma IgG and bile IgG of Wrolstad MW male turkeys. **Poultry Science**, Champaign, Champaign, v. 75, p. 43-145, 1996. Supplement, 1.

SAVAGE, T. F.; ZAKREWSKA, E. I.; ANDREASEN, J. R. The effects of feeding mannan oligosaccharide supplemented diets to poult on performance and the morphology of the small intestine. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p. 139, 1997. Supplement, 1.

SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; NETO, G. T.; TROVÓ, K. V. P.; MEDEIROS, A. A.; LODDI, M. M. Uso de probióticos para frangos de corte: avaliação de desempenho zootécnico em aves inoculadas com *Clostridium perfringens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais. . .** Recife: SBZ, 2002. 4 p. CD-ROM.

SCHWARZ, K. K. **Substituição de antimicrobianos por probióticos e prebióticos na alimentação de frangos de corte.** 2002. 46 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Paraná, Paraná.

SERRANO, P. P. **Desempenho, parâmetros sanguíneos, perfil graxo e conteúdo de colesterol na carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes de ácidos graxos.** 2002. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

SHAPIRO, F.; MAHAGNA, M.; NIR, I. Stuting syndrome in broiler: effect of glucose or maltose supplementation on digestive organs, intestinal disaccharidases, and some blood metabolites. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 369-380, Feb. 1997.

SILVA, A. V. F. **Efeitos da restrição alimentar precoce e da glutamina no desempenho e na mucosa intestinal em frangos.** 2001. 77 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

SILVA, E. N. Antibióticos intestinais naturais:bacteriocinas. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2000, Campinas. **Anais. . .** Campinas: CABN, 2000. p. 15024.

SILVA, E. N. **Probióticos em rações para frangos de corte.** 1999. 66 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SIMÕES, D. A.; LANA, G. R. Q.; FIALHO, E. T.; RODRIGUES, P. B.; BASTOS, E. C. G.; SILVA JR, R. G. C.; SUASSUNA, A.; LIMA, L. C. M. Farelo de palma como substituto do milho em rações para frangos de corte: desempenho produtivo e viscosidade da digesta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais. . .** Recife: SBZ, 2002. 5 p. CD-ROM.

SIMON, G. L.; GORBBACH, S. L. Intestinal flora in health and disease. **Gastroenterology**, Philadelphia, v. 86, n. 1, p. 174-193, 1984.

SIMON, V. A. Imunodepressão: conceito e implicações na criação de frangos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2000, Campinas. **Anais.** . . Campinas: CBNA, 2000. p. 65-76.

SLOMINSKI, W.; CAMPBELL, L. D.; GUENTER, W. Oligosaccharides in canola meal and their effect monstarch polysaccharide digestibility and true metabolizable energy in poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 1, p. 156-162, Jan. 1994.

SKINNER, J. T.; IZAT, A. L.; WALDROUP, P. W. Fumaric acid estances performance of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 6, p. 1444-1447, June 1991.

SMITH, H. W. Antibiotic-resistant bacteria in animals: The dangers to human health. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, v. 31, n. 2, p. 104-115, June 1975.

SPRING, P.; PIRVULESCU, M. Mannan oligosaccharide: Its logical role as natural feed additive for piglets. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY ANNUAL SYMPOSIUM, 13., 1998, Norttingham. **Proceedings.** . . Norttingham: Norttingham University Press, 1998. p 553.

SPRING, P.; WENK, C.; DAWSON, A.; NEWMAN, K. E. The effect of dietary mannan oligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of *Salmonella*-challenged broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 2, 205-211, Feb. 2000.

SPRING, P.; WENK, C.; DAWSON, K. A.; NEWMAN, K. E. Effect of mannan oligosaccharide on different cecal parameters and on cecal concentration on enteric bacteria in challenged broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, (Submitted for publication), 1999.

STEWART, C. S.; HILLMAN, K.; MAXWELL, F.; KELLY, D.; KING, E. P. Recent advances in probiosis in pigs: observations on the microbiology of the pig gut. In: GARSSWORTHY, P. C.; COLE, D. J. A. (Ed.). **Recent Advances in Animal Nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, 1993. p. 197-220.

ST-ONGE, M. P.; FARNWORTH, E. R.; JONES, P. J. H. Consumption of fermented and nofermented dairy products effects cholesterol concentrations and metabolism. **Animal Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 71, p. 674-681, 2000.

STURKIE, P. D. **Avian physiology**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1965. 766 p.

STUTZ, M. W.; LAWTON, G. C. Effects of diet and antimicrobials on growth, feed efficiency, intestinal *Clostridium perfringens*, and ileal weight of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, n. 10, p. 2036-2042, Oct. 1984.

STVIHUS, B.; EDVARDEN, D. H.; BEDFORD, M. R.; GULLORD, M. Effect of methods of analysis and heat treatment on viscosity of wheat, barley and oats. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 88, n. 1/2, p. 11-12, Nov. 2000.

SWENSON, M. J.; REECE, O. W. **Dukes-fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856 p.

TANNOCK, G. W. Studies of the intestinal microflora: a prerequisite for the development of probiotics. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 8, n. 5/6, p. 527-533, May/June 1998.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. 4. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 402 p.

TEIXEIRA, A. S.; SANTOS, E. C.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; RODRIGUES, P. B.; DIAS, E. S.; TORRES, D. M.; SANTOS, E. C.; SANTOS, A. V.; GIACOMETTI, R. A. Efeito do período de fornecimento de antibióticos sobre o desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002, Recife. **Anais**. . . Recife: SBZ, 2002. 4 p. CD-ROM.

VANBELLE, M.; TELLER, E.; FOCANT, M. Probiotics in animal nutrition: a review. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 40, n. 7, p. 543-567, July 1990.

VARGAS JÚNIOR, J. G.; TOLEDO, R. S.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; ROCHA, D. P. Uso de probióticos, prebióticos e antibióticos em rações de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais**. . . Piracicaba:SBZ, 2001. 3p. CD-ROOM.

VARGAS JÚNIOR, J. G.; TOLEDO, R. S.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; OLIVEIRA, J. E.; CARVALHO, D. C. O. Características de carcaça de frango de corte submetidos a rações contendo probióticos, prebióticos e antibióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 3 p. CD-ROM.

WISEK, W. J. The mode of growth promotion by antibiotics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 46, n. 5, p. 1447-1469, May 1978.

VIVEIROS, A.; BRENES, A.; PIZARRO, M.; CASTANO, M. Effect of enzyme supplementation of a diet based on barley, and autoclave treatment, on apparent digestibility, growth performance and gut morphology of broilers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 48, n. 3/4, p. 237-251, Aug. 1994.

VOGT, V. H.; MATTHES, S.; HARNISCH, S. The effect of organic acids in the rations on the performance of broilers and laying hens. **Archiv fur Geflugelkunde**, Stuttgart, v. 45, n. 5, p. 221-232, 1981.

WALDROUP, A. L.; SKINNER, J. T.; HIERHOLZER, R. E.; WALDROUP, P. W. An evaluation of fructooligosaccharide in diets for broiler chickens and affects on salmonellae contamination of carcass. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 4, p. 643-650, Apr. 1993.

WALDROUP, P. W.; SKINNER, J. T.; IZAT, A. T. Fumaric acid enhance performance of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 6, p. 1444-1447, June 1991.

WALTON, J. R. Modo de accion y aspectos de seguridade de los agentes promotes del crecimiento. **Avicultura Profesional**, Athens, v. 7, n. 3, p. 101-106, Mar. 1990.

WEGENER, H. C.; AARESTRUP, F. M.; JENSEN, L. B.; HAMMERUM, A. M.; BAGER, F. Use of antimicrobial growth promoters in feed animals and *Enterococcus faecium* resistance to therapeutic antimicrobial drugs in Europe. **Emerging Infectious Diseases**, Copenhagen, v. 5, n. 3, 1999.

WILLIAMS, B. A.; VAN OSCH, L. J. M.; KWAKKEL, R. P. Fermentation characteristics of the caecal content of broiler chickens fed fine and coarse particle diets. **British Poultry Science**, Cambridge, v. 38, p. 41-42S, 1997.

WOLKE, L. F.; FLEMMING, J. S.; MIRA, R. T. Utilização do probiótico *Bacillus natto* como promotor de crescimento na alimentação de frangos de corte. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 103-107, 1996.

YASAR, S.; FORBES, J. M. Viscosity of digesta in crop, proventriculus and intestines of broilers with water and guar gum addition to the diet. **British Poultry of Science**, Cambridge, v. 8, p. S44-45, 1997.

YAZAWA, K.; TAMURA, Z. Search for sugar sources for selective increase of bifidobacteria. **Bifidobacteria Microflora**, Tokyo, v. 1, p. 39-44, 1982.

ZEHAVA, U.; YAEL, N.; DAVID, S. Posthatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy and light strain chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 1622-1629, Oct. 1995.

ZUANON, J. A. S.; FONSECA, J. B.; ROSTAGNO, H. S. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo antibióticos e probióticos adicionados isoladamente, associados ou em uso sequencial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 994-998, set./out. 1998a.

ZUANON, J. A. S.; FONSECA, J. B.; ROSTAGNO, H. S. et al. Efeito de promotores de crescimento sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 999-1005, set./out. 1998b.

ANEXOS

| ANEXO A - EXPERIMENTO I | | Página |
|--------------------------------|---|---------------|
| TABELA 1A | Temperatura média, mínima, máxima e amplitude no período do Experimento I..... | 214 |
| TABELA 2A | Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar no período de 1 a 40 dias de idade..... | 214 |
| TABELA 3A | Quadrados médios da análise de variância para a viabilidade, peso ao abate e características de carcaça no período de 1 a 40 dias de idade..... | 215 |
| TABELA 4A | Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de peito, coxa e sobrecoxa no período de 1 a 40 dias de idade..... | 215 |
| TABELA 5A | Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de gordura abdominal, pH do duodeno e cecos no período de 1 a 40 dias de idade..... | 216 |
| TABELA 6A | Quadrados médios da análise de variância para a contagem total de bactérias do intestino e cecos, altura de vilosidade do duodeno período de 1 a 40 dias de idade..... | 216 |
| TABELA 7A | Quadrados médios da análise de variância para a profundidade de cripta do duodeno, altura de vilosidade e profundidade de cripta do jejuno período de 1 a 40 dias de idade..... | 217 |
| TABELA 8A | Quadros médios da análise de variância para viscosidade intestinal e colesterol total sérico no período de 1 a 40 dias de idade..... | 217 |
| TABELA 9A | Quadrados médios da análise de variância para o comprimento e peso do intestino no período de 1 a 40 dias de idade..... | 218 |
| TABELA 10A | Quadrados médios da análise de variância para o ácido acético, propiônico e butírico no período de 1 a 40 dias de idade..... | 218 |

ANEXO B – EXPERIMENTO II

| | | |
|------------|---|-----|
| TABELA 1B | Temperatura média, mínima, máxima e amplitude no período do Experimento II..... | 219 |
| TABELA 2B | Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar no período de 1 a 21 dias de idade..... | 219 |
| TABELA 3B | Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar no período de 1 a 42 dias de idade..... | 219 |
| TABELA 4B | Quadrados médios da análise de variância para eficiência alimentar, viabilidade e peso ao abate no período de 1 a 42 dias de idade..... | 220 |
| TABELA 5B | Quadrados médios da análise de variância para as características de carcaça, rendimento de peito e coxa no período de 1 a 42 dias de idade..... | 220 |
| TABELA 6B | Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de sobrecoxa, asa e gordura abdominal no período de 1 a 42 dias de idade..... | 220 |
| TABELA 7B | Quadrados médios da análise de variância para o pH do ínglúvio, duodeno e cecos no período de 1 a 42 dias de idade..... | 221 |
| TABELA 8B | Quadrados médios da análise de variância para a contagem total de bactérias do intestino e cecos, e isolados <i>Escherichia coli</i> do duodeno no período de 1 a 42 dias de idade..... | 221 |
| TABELA 9B | Quadrados médios da análise de variância para os isolados de <i>Salmonella sp</i> , <i>Clostridium sp</i> e <i>Lactobacillus sp</i> do duodeno no período de 1 a 42 dias de idade..... | 221 |
| TABELA 10B | Quadrados médios da análise de variância para os isolados de <i>Bacillus sp</i> do duodeno, <i>Escherichia coli</i> e <i>Salmonella sp</i> do jejuno no período de 1 a 42 dias de idade..... | 222 |
| TABELA 11B | Quadrados médios da análise de variância para os isolados de <i>Clostridium sp</i> , <i>Lactobacillus sp</i> e <i>Bacillus sp</i> do jejuno no período de 1 a 42 dias de idade..... | 222 |
| TABELA 12B | Quadrados médios da análise de variância para os isolados de <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella sp</i> e <i>Clostridium sp</i> dos cecos no período de 1 a 42 dias no período de 1 a 42 dias de idade..... | 222 |

| | | |
|------------|--|-----|
| TABELA 13B | Quadrados médios da análise de variância para os isolados de <i>Lactobacillus sp</i> , <i>Bacillus sp</i> dos cecos no período de 1 a 42 dias, altura de vilosidade do duodeno no período de 1 a 21 dias de idade..... | 223 |
| TABELA 14B | Quadrados médios da análise de variância para profundidade de cripta, relação vilo:cripta do duodeno e altura da vilosidade do jejuno no período de 1 a 21 dias de idade..... | 223 |
| TABELA 15B | Quadrados médios da análise de variância para profundidade de cripta, relação vilo:cripta do jejuno no período de 1 a 21 dias, altura de vilosidade do duodeno no período de 1 a 42 dias de idade..... | 223 |
| TABELA 16B | Quadrados médios da análise de variância para profundidade de cripta, relação vilo:cripta do duodeno e altura de vilosidade do jejuno no período de 1 a 42 dias de idade..... | 224 |
| TABELA 17B | Quadrados médios da análise de variância para profundidade de cripta, relação vilo:cripta do jejuno e viscosidade intestinal no período de 1 a 42 dias de idade..... | 224 |
| TABELA 18B | Quadrados médios da análise de variância para o colesterol sérico total, comprimento e peso do intestino no período de 1 a 42 dias de idade..... | 224 |
| TABELA 19B | Quadrados médios da análise de variância para o peso relativo do intestino, ácido acético e propiônico dos cecos no período de 1 a 42 dias de idade..... | 225 |
| TABELA 20B | Quadrados médios da análise de variância para o ácido butírico dos cecos, peso do timo e baço no período de 1 a 21 dias de idade..... | 225 |
| TABELA 21B | Quadrados médios da análise de variância para o peso do timo e baço no período de 1 a 42 dias e tamanho da bursa de fabricius no período de 1 a 21 dias de idade..... | 225 |
| TABELA 22B | Quadrados médios da análise de variância para o peso da bursa de fabricius no período de 1 a 21 dias. Peso e tamanho da bursa de fabricius no período de 1 a 42 dias de idade..... | 226 |

TABELA 1A. Temperaturas máximas, mínimas e médias durante o período do experimento I.

| PERÍODOS | TEMPERATURAS (°C) | | | |
|--------------|-------------------|--------|-------|-----------|
| | MAXIMA | MINIMA | MEDIA | AMPLITUDE |
| 01 a 07 dias | 32,93 | 19,27 | 6,10 | 13,66 |
| 08 a 14 dias | 31,75 | 20,56 | 26,15 | 11,19 |
| 15 a 21 dias | 31,49 | 21,89 | 26,69 | 9,60 |
| 22 a 28 dias | 31,21 | 21,50 | 26,35 | 9,71 |
| 29 a 35 dias | 30,25 | 19,53 | 24,89 | 10,72 |
| 36 a 42 dias | 33,14 | 23,21 | 28,17 | 9,93 |
| 01 a 42 dias | 31,79 | 20,99 | 26,39 | 10,80 |

TABELA 2A Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar no período de 1 a 40 dias de idade.

| FONTE DE VARIAÇÃO | GL | CONSUMO DE RAÇÃO | GANHO DE PESO | CONVERSÃO ALIMENTAR |
|-------------------|----|------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Período | 4 | 25925.858333 ^{ns} | 24270.600000 ^{**} | 0.015669 ^{**} |
| Antibiótico | 1 | 27264.016667 ^{ns} | 2693.400000 ^{ns} | 0.001500 ^{ns} |
| Sexo | 1 | 1769196.816667 ^{**} | 588456.066667 ^{**} | 0.002407 ^{ns} |
| P x A | 4 | 16179.058333 ^{ns} | 1686.066667 ^{ns} | 0.001779 ^{ns} |
| P x S | 4 | 19446.191667 ^{ns} | 11520.066667 [*] | 0.001211 ^{ns} |
| A x S | 1 | 13530.016667 ^{ns} | 851.266667 ^{ns} | 0.001127 ^{ns} |
| P x A x S | 4 | 5108.391667 ^{ns} | 2165.933333 ^{ns} | 0.001281 ^{ns} |
| Erro | 40 | 15072.700000 | 4383.133333 | 0.001847 |
| CV(%) | | 3,38 | 3,37 | 2,33 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 3A Quadrados médios da análise de variância para a viabilidade, peso ao abate e rendimento de carcaça no período de 1 a 40 dias de idade.

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | VIABILIDADE | PESO AO ABATE | RENDIMENTO DE CARÇAÇA |
|-------------------------|-----------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Período | 4 | 30.266667 ^{ns} | 4173.083333 ^{ns} | 7.165082 ^{ns} |
| Antibiótico | 1 | 6.666667 ^{ns} | 70.416667 ^{ns} | 0.395282 ^{ns} |
| Sexo | 1 | 21.600000 ^{ns} | 12666434.81666 ^{**} | 7.611282 ^{ns} |
| P x A | 4 | 20.666667 ^{ns} | 4415.833333 ^{ns} | 3.416348 ^{ns} |
| P x S | 4 | 20.933333 ^{ns} | 33004.816667 [*] | 2.636640 ^{ns} |
| A x S | 1 | 6.666667 ^{ns} | 3792.150000 ^{ns} | 0.554882 ^{ns} |
| P x A x S | 4 | 3.333333 ^{ns} | 15334.566667 ^{ns} | 0.825957 ^{ns} |
| Erro | 40 | 17.600000 | 10899.000000 | 2.779382 |
| CV(%) | | 4,37 | 4,85 | 2,12 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 4A Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de peito, rendimento de coxa e rendimento de sobrecoxa no período de 1 a 40 dias de idade.

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | RENDIMENTO DE PEITO | RENDIMENTO DE COXA | RENDIMENTO DE SOBRECOXA |
|-------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Período | 4 | 1.659369 [*] | 1.073336 ^{ns} | 1.659369 [*] |
| Antibiótico | 1 | 0.077760 ^{ns} | 0.000667 ^{ns} | 0.077760 ^{ns} |
| Sexo | 1 | 26.136000 ^{**} | 22.106940 ^{**} | 26.136000 ^{**} |
| P x A | 4 | 1.703014 [*] | 0.669896 ^{ns} | 1.703014 [*] |
| P x S | 4 | 0.249221 ^{ns} | 0.717286 ^{ns} | 0.249221 ^{ns} |
| A x S | 1 | 0.028167 ^{ns} | 1.296540 ^{ns} | 0.028167 ^{ns} |
| P x A x S | 4 | 0.118529 ^{ns} | 0.867119 ^{ns} | 0.118529 ^{ns} |
| Erro | 40 | 0.584483 | 0.678310 | 0.584483 |
| CV(%) | | 3,44 | 6,59 | 5,55 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 5A Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de gordura abdominal, pH do duodeno e pH dos cecos no período de 1 a 40 dias de idade.

| FONTE DE VARIAÇÃO | GL | RENDIMENTO DE GORDURA | pH DO DUODENO | pH DOS CECOS |
|--------------------------|-----------|------------------------------|------------------------|------------------------|
| Período | 4 | 0.050439 ^{ns} | 0.062817 ^{**} | 0.543971 ^{**} |
| Antibiótico | 1 | 1.494682 ^{**} | 0.196082 ^{**} | 0.084375 ^{ns} |
| Sexo | 1 | 1.751042 ^{**} | 0.082882 [*] | 0.268002 ^{ns} |
| P x A | 4 | 0.135094 ^{ns} | 0.026982 ^{ns} | 0.172721 ^{ns} |
| P x S | 4 | 0.085621 ^{ns} | 0.026907 ^{ns} | 0.066148 ^{ns} |
| A x S | 1 | 0.038002 ^{ns} | 0.009882 ^{ns} | 0.008882 ^{ns} |
| P x A x S | 4 | 0.052989 ^{ns} | 0.039132 ^{ns} | 0.018011 ^{ns} |
| Erro | 40 | 0.074490 | 0.015982 | 0.090637 |
| CV(%) | | 17,19 | 2,14 | 4,55 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 6A Quadrados médios da análise de variância para a contagem total de bactérias do intestino, contagem total de bactérias dos cecos e altura de vilosidade do duodeno no período de 1 a 40 dias de idade.

| FONTE DE VARIAÇÃO | GL | BACTÉRIAS INTESTINO | BACTÉRIAS CECO | ALTURA DE VILOSIDADE |
|--------------------------|-----------|----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Período | 4 | 0.864843 ^{**} | 0.602111 ^{**} | 36359.641667 ^{**} |
| Antibiótico | 1 | 0.218890 ^{ns} | 0.116777 ^{ns} | 1601.666667 ^{ns} |
| Sexo | 1 | 0.631606 [*] | 0.591034 ^{**} | 240.000000 ^{ns} |
| P x A | 4 | 0.579573 ^{**} | 0.145792 [*] | 10520.291667 ^{ns} |
| P x S | 4 | 0.077025 ^{ns} | 0.227456 ^{**} | 123984.708333 ^{**} |
| A x S | 1 | 0.000256 ^{ns} | 0.037750 ^{ns} | 57784.066667 [*] |
| P x A x S | 4 | 0.088948 ^{ns} | 0.032709 ^{ns} | 9294.025000 ^{ns} |
| Erro | 40 | 0.087096 | 0.042660 | 8365.583333 |
| CV(%) | | 3,99 | 2,42 | 5,95 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 7A Quadrados médios da análise de variância para a profundidade da cripta do duodeno, altura de vilosidade e profundidade de cripta do jejuno no período de 1 a 40 dias de idade.

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | PROFUNDIDADE DE CRIPTA | ALTURA DE VILOSIDADE | PROFUNDIDADE DE CRIPTA |
|-------------------------|-----------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Período | 4 | 17750.625000 ** | 21998.233333 ** | 7066.358333 ** |
| Antibiótico | 1 | 1728.066667 ns | 16.016667 ns | 32480.266667 ** |
| Sexo | 1 | 2720.266667 ns | 36852.816667 ** | 540.000000 ns |
| P x A | 4 | 3417.358333 ns | 4855.433333 ns | 4522.641667 * |
| P x S | 4 | 2576.391667 ns | 24988.650000 ** | 5456.0416667 ** |
| A x S | 1 | 96.266667 ns | 23403.750000 * | 2829.066667 ns |
| P x A x S | 4 | 707.558333 ns | 7414.916667 ns | 2829.858333 ns |
| Erro | 40 | 2013.850000 | 4981.466667 | 1216.650000 |
| CV(%) | | 16,43 | 6,30 | 14,17 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 8A Quadrados médios da análise de variância para a viscosidade intestinal e colesterol total sérico do intestino no período de 1 a 40 dias de idade.

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | VISCOSIDADE INTESTINAL | COLESTEROL TOTAL SÉRICO |
|-------------------------|-----------|-------------------------------|--------------------------------|
| Período | 4 | 104.735000 ** | 1116.616368 ns |
| Antibiótico | 1 | 0.204167 ns | 33.033840 ns |
| Sexo | 1 | 10.004167 * | 149.341927 ns |
| P x A | 4 | 0.103333 ns | 1571.206532 ns |
| P x S | 4 | 19.581667 ** | 1092.614377 ns |
| A x S | 1 | 0.121500 * | 170.218727 ns |
| P x A x S | 4 | 0.027333 ns | 171.874693 ns |
| Erro | 40 | 1.709667 | 628.690210 |
| CV(%) | | 23,38 | 22,48 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 9A Quadrados médios da análise de variância para o comprimento do intestino e peso do intestino no período de 1 a 40 dias de idade.

| FONTE DE VARIAÇÃO | GL | COMPRIMENTO INTESTINO | PESO DO INTESTINO |
|--------------------------|-----------|------------------------------|--------------------------|
| Período | 4 | 2784.858333 ** | 637.141667 * |
| Antibiótico | 1 | 5115.266667 ** | 721.066667 * |
| Sexo | 1 | 707.266667 ** | 666.666667 ns |
| P x A | 4 | 1060.141667 ** | 277.941667 ns |
| P x S | 4 | 398.091667 ** | 380.541667 ns |
| A x S | 1 | 24.066667 ns | 96.266667 ns |
| P x A x S | 4 | 158.441667 ns | 205.808333 ns |
| Erro | 40 | 76.866667 | 171.200000 |
| CV(%) | | 5,14 | 12,01 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 10A Quadrados médios da análise de variância para a ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico no período de 1 a 40 dias de idade.

| FONTE DE VARIAÇÃO | GL | ÁCIDO ACÉTICO | ÁCIDO PROPIONICO | ÁCIDO BUTÍRICO |
|--------------------------|-----------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Período | 4 | 0.001826 | 0.000740 ns | 0.000382 |
| Antibiótico | 1 | 0.002148 ns | 0.001804 * | 0.000120 ns |
| Sexo | 1 | 0.002574 * | 0.000009 ns | 0.000034 ns |
| P x A | 4 | 0.005131 ** | 0.000576 ns | 0.000070 ns |
| P x S | 4 | 0.001226 ns | 0.000105 ns | 0.000306 * |
| A x S | 1 | 0.000687 ns | 0.000205 ns | 0.000018 ns |
| P x A x S | 4 | 0.001189 ns | 0.000105 ns | 0.000098 ns |
| Erro | 40 | 0.000535 | 0.000401 | 0.000104 |
| CV(%) | | 12,99 | 35,13 | 40,09 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 1B. Temperaturas máximas, mínimas e médias durante o período do experimento II.

| PERÍODOS | TEMPERATURAS (°C) | | | |
|--------------|-------------------|--------|-------|-----------|
| | MAXIMA | MINIMA | MEDIA | AMPLITUDE |
| 01 a 07 dias | 33,22 | 19,50 | 26,36 | 13,72 |
| 08 a 14 dias | 32,17 | 21,12 | 26,64 | 11,05 |
| 15 a 21 dias | 31,25 | 20,87 | 26,06 | 10,38 |
| 22 a 28 dias | 32,75 | 21,55 | 27,15 | 11,20 |
| 29 a 35 dias | 31,86 | 20,13 | 25,99 | 11,73 |
| 36 a 42 dias | 32,48 | 22,35 | 27,41 | 10,13 |
| 01 a 42 dias | 32,28 | 20,92 | 26,60 | 11,36 |

TABELA 2B Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar no período de 1 a 21 dias de idade.

| FONTE DE VARIACÃO | GL | CONSUMO DE RAÇÃO | GANHO DE PESO | CONVERSÃO ALIMENTAR |
|-------------------|----|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| Aditivo | 6 | 4278.559524 ^{ns} | 3979.494048 [*] | 0.001499 ^{ns} |
| Sexo | 1 | 35703.500000 ^{**} | 34402.571429 ^{**} | 0.008750 ^{**} |
| A x S | 6 | 533.666667 ^{ns} | 1177.446429 ^{ns} | 0.001713 ^{ns} |
| Erro | 42 | 2155.440476 | 1641.369048 | 0.001127 |
| CV(%) | | 4,44 | 5,20 | 2,51 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 3B Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIACÃO | GL | CONSUMO DE RAÇÃO | GANHO DE PESO | CONVERSÃO ALIMENTAR |
|-------------------|----|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Aditivo | 6 | 31837.077381 ^{ns} | 14817.833333 ^{ns} | 0.022178 ^{**} |
| Sexo | 1 | 892840.017857 ^{**} | 644143.500000 ^{**} | 0.061779 ^{**} |
| A x S | 6 | 37847.351190 ^{ns} | 3527.583333 ^{ns} | 0.004741 ^{ns} |
| Erro | 42 | 26430.291667 | 11895.238095 | 0.002992 |
| CV(%) | | 3,64 | 4,66 | 2,87 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 4B Quadrados médios da análise de variância para a eficiência alimentar, viabilidade e peso ao abate no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIAÇÃO | GL | EFICIÊNCIA ALIMENTAR | VIABILIDADE | PESO AO ABATE |
|-------------------|----|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Aditivo | 6 | 0.002435 ** | 16.654762 ^{ns} | 58200.613095 ^{ns} |
| Sexo | 1 | 0.005402 ** | 60.071429 * | 985005.87500 ** |
| A x S | 6 | 0.000685 ^{ns} | 8.488095 ^{ns} | 80760.208333 * |
| Erro | 42 | 0.000364 | 12.773810 | 28748.160714 |
| CV(%) | | 3,65 | 3,68 | 6,98 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 5B Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de carcaça, rendimento de peito e rendimento de coxa no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIAÇÃO | GL | RENDIMENTO CARCAÇA | RENDIMENTO PEITO | RENDIMENTO COXA |
|-------------------|----|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Aditivo | 6 | 31.768288 * | 5.669686 * | 1.678286 ^{ns} |
| Sexo | 1 | 43.278445 ^{ns} | 0.413145 ^{ns} | 8.572228 ** |
| A x S | 6 | 17.287920 ^{ns} | 2.282870 ^{ns} | 1.421196 ^{ns} |
| Erro | 42 | 11.587965 | 2.419564 | 0.767742 |
| CV(%) | | 4,76 | 4,92 | 6,21 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 6B Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de sobrecoxa, asa e gordura abdominal no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIAÇÃO | GL | RENDIMENTO SOBRECOXA | RENDIMENTO ASA | RENDIMENTO GORDURA |
|-------------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Aditivo | 6 | 3.395838 ** | 1.054266 ^{ns} | 0.395620 ^{ns} |
| Sexo | 1 | 2.545779 ^{ns} | 0.006645 ^{ns} | 5.215502 ** |
| A x S | 6 | 0.592549 ^{ns} | 0.896445 ^{ns} | 0.199281 ^{ns} |
| Erro | 42 | 0.955279 | 0.678861 | 0.226966 |
| CV(%) | | 6,40 | 7,61 | 22,14 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 7B Quadrados médios da análise de variância para o pH do Inglúvio, duodeno e cecos no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIACÃO | GL | pH DO INGLÚVIO | pH DO DUODENO | pH DOS CECOS |
|-------------------|----|----------------|---------------|--------------|
| Aditivo | 6 | 0.902966 ** | 0.094395 ** | 0.108612 * |
| Sexo | 1 | 0.369688 ** | 0.037545 ns | 0.576114 ** |
| A x S | 6 | 0.367529 ** | 0.055386 * | 0.184556 ** |
| Erro | 42 | 0.040803 | 0.020008 | 0.035055 |
| CV(%) | | 4,30 | 2,27 | 2,83 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 8B Quadrados médios da análise de variância para a contagem total de bactérias do intestino e cecos, e *Escherichia coli* do duodeno no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIACÃO | GL | BACTÉRIAS INTESTINO | BACTÉRIAS CECOS | <i>Escherichia coli</i> |
|-------------------|----|---------------------|-----------------|-------------------------|
| Aditivo | 6 | 2.307947 ** | 4.131654 ** | 1.151678 ** |
| Sexo | 1 | 0.002263 ns | 0.050160 ns | 5.143824 ** |
| A x S | 6 | 0.047390 ns | 0.025435 ns | 0.222586 ** |
| Erro | 42 | 0.054273 | 0.044855 | 0.006376 |
| CV(%) | | 2,93 | 2,55 | 1,98 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 9B Quadrados médios da análise de variância para a *Salmonella sp*, *Clostridium sp* e *Lactobacillus sp* do duodeno no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIACÃO | GL | <i>Salmonella sp</i> | <i>Clostridium sp</i> | <i>Lactobacillus sp</i> |
|-------------------|----|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Aditivo | 6 | 0.079228 ns | 0.101732 ** | 4.718992 ** |
| Sexo | 1 | 0.013983 ns | 0.000930 ns | 0.004048 ns |
| A x S | 6 | 0.109441 ns | 0.016303 ns | 3.794679 ** |
| Erro | 42 | 0.060724 | 0.018478 | 0.097596 |
| CV(%) | | 14,21 | 10,57 | 3,96 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 10B Quadrados médios da análise de variância para a *Bacillus sp* do duodeno, *Escherichia coli* e *Salmonella sp* do jejuno no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIAÇÃO | GL | Bacillus sp | Escherichia sp | Salmonella sp |
|-------------------|----|-------------|----------------|------------------------|
| Aditivo | 6 | 8.031714 ** | 1.153876 ** | 0.052853 ^{ns} |
| Sexo | 1 | 1.220196 * | 2.104125 ** | 0.095700 ^{ns} |
| A x S | 6 | 6.147212 ** | 0.623049 ** | 0.092565 ^{ns} |
| Erro | 42 | 0.193129 | 0.097130 | 0.083638 |
| CV(%) | | 10,48 | 7,51 | 15,90 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 11B Quadrados médios da análise de variância para a *Clostridium sp*, *Lactobacillus sp* e *Bacillus sp* do jejuno no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIAÇÃO | GL | Clostridium sp | Lactobacillus sp | Bacillus sp |
|-------------------|----|------------------------|------------------------|-------------|
| Aditivo | 6 | 0.131472 * | 3.800631 ** | 1.072368 ** |
| Sexo | 1 | 0.064940 ^{ns} | 0.485461 ^{ns} | 6.490611 ** |
| A x S | 6 | 0.025357 ^{ns} | 1.806606 ** | 5.778339 ** |
| Erro | 42 | 0.042301 | 0.189450 | 0.209925 |
| CV(%) | | 14,69 | 5,32 | 11,34 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 12B Quadrados médios da análise de variância para a *Escherichia coli*, *Salmonella sp* e *Clostridium sp* dos cecos no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIAÇÃO | GL | Escherichia col | Salmonella sp | Clostridium sp |
|-------------------|----|-----------------|---------------|----------------|
| Aditivo | 6 | 2.338800 ** | 1.961762 ** | 2.975400 ** |
| Sexo | 1 | 0.801696 ** | 1.427726 ** | 1.874503 ** |
| A x S | 6 | 2.668413 ** | 0.496193 ** | 2.985668 ** |
| Erro | 42 | 0.048624 | 0.010926 | 0.055824 |
| CV(%) | | 3,06 | 4,41 | 10,43 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 13B Quadrados médios da análise de variância para a *Lactobacillus sp*, *Bacillus sp* dos cecos de 1 a 42 dias e altura de vilosidade do duodeno no período de 1 a 21 dias de idade.

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | Lactobacillus sp | Bacillus sp | ALTURA VILOSIDADE |
|------------------|----|------------------------|-------------|----------------------------|
| Aditivo | 6 | 0.579890 ** | 7.194726 ** | 46417.309524 ^{ns} |
| Sexo | 1 | 0.162308 ^{ns} | 0.994508 ** | 259624.44642 ** |
| A x S | 6 | 0.401783 * | 8.144404 ** | 28229.404762 ^{ns} |
| Erro | 42 | 0.133649 | 0.090418 | 25377.434524 |
| CV(%) | | 3,97 | 8,05 | 12,86 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 14B Quadrados médios da análise de variância para a profundidade de cripta, relação vilo:cripta do duodeno e altura de vilosidade do jejuno no período de 1 a 21 dias de idade.

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | PROFUNDIDADE CRIPTA | RELACAO VILO:CRIPTA | ALTURA VILOSIDADE |
|------------------|----|---------------------------|---------------------|---------------------------|
| Aditivo | 6 | 2472.154762 * | 1.383517 | 50973.101190 *** |
| Sexo | 1 | 904.017857 ^{ns} | 13.182302 ** | 1727.160714 ^{ns} |
| A x S | 6 | 1051.059524 ^{ns} | 3.381614 * | 6484.577381 ^{ns} |
| Erro | 42 | 783.315476 | 1.2144248 | 6294.803571 |
| CV(%) | | 15,35 | 15,91 | 8,39 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 15B Quadrados médios da análise de variância para a profundidade de cripta, relação vilo:cripta do jejuno no período 1 a 21 dias, e altura de vilosidade do duodeno no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | PROFUNDIDADE CRIPTA | RELACAO VILO:CRIPTA | ALTURA VILOSIDADE |
|------------------|----|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| Aditivo | 6 | 2472.154762 * | 5.756378 *** | 58291.309524 * |
| Sexo | 1 | 904.017857 ^{ns} | 0.000457 | 308137.78571 ** |
| A x S | 6 | 1051.059524 ^{ns} | 2.817103 ** | 13002.285714 ^{ns} |
| Erro | 42 | 783.315476 | 0.785810 | 820601.500000 |
| CV(%) | | 16,51 | 15,91 | 7,87 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 16B Quadrados médios da análise de variância para a profundidade de cripta, relação vilosidade:cripta do duodeno e altura de vilosidade do jejuno no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIACÃO | GL | PROFUNDIDADE CRIPTA | RELACAO VILO:CRIPTA | ALTURA VILOSIDADE |
|--------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Aditivo | 6 | 10148.833333 ** | 4.938245 ** | 116846.72619 *** |
| Sexo | 1 | 787.500000 ns | 2.985445 | 836679.01785 ** |
| A x S | 6 | 3206.083333 ns | 1.640974 | 72225.309524 * |
| Erro | 42 | 2714.035714 | 1.233727 | 27663.517857 |
| CV(%) | | 20,45 | 15,41 | 13,08 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 17B Quadrados médios da análise de variância para a profundidade de cripta, relação vilosidade:cripta do jejuno e viscosidade intestinal no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIACÃO | GL | PROFUNDIDADE CRIPTA | RELACAO VILO:CRIPTA | VISCOSIDADE INTESTINAL |
|--------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Aditivo | 6 | 3574.910714 ns | 1.856762 | 100.952857 ** |
| Sexo | 1 | 2004.017857 ns | 7.577857 ** | 75.214464 ** |
| A x S | 6 | 1369.184524 ns | 0.736765 | 16.227381 ** |
| Erro | 42 | 2370.505952 | 0.986442 | 3.573155 |
| CV(%) | | 18,69 | 19,89 | 26,70 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 18B Quadrados médios da análise de variância para o colesterol total sérico, comprimento e peso do intestino no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIACÃO | GL | COLESTEROL SÉRICO | COMPRIMENTO INTESTINO | PESO INTESTINO |
|--------------------------|-----------|--------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Aditivo | 6 | 2494.309524 ** | 532.333333 ** | 0.537920 ns |
| Sexo | 1 | 1321.142057 ns | 144.642857 ns | 0.088233 ns |
| A x S | 6 | 1974.726190 ** | 872.642857 ** | 0.260025 * |
| Erro | 42 | 496.035714 | 128.988095 | 0.374959 |
| CV(%) | | 19,14 | 6,47 | 5,21 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 19B Quadrados médios da análise de variância para o peso relativo do intestino, ácido acético e ácido propiônico dos cecos no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | PESO RELATIVO INTESTINO | ACIDO ACÉTICO | ACIDO PROPIÔNICO |
|-------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Aditivo | 6 | 0.537920 ^{ns} | 0.186860 ^{**} | 0.002566 ^{**} |
| Sexo | 1 | 0.088233 ^{ns} | 0.126255 [*] | 0.003861 ^{**} |
| A x S | 6 | 0.260025 [*] | 0.015181 ^{ns} | 0.000651 ^{ns} |
| Erro | 42 | 0.374959 | 0.026624 | 0.000503 |
| CV(%) | | 11,94 | 38,03 | 34,68 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 20B Quadrados médios da análise de variância para o ácido butírico dos cecos, peso do timo e baço no período de 1 a 21 dias de idade.

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | ACIDO BUTIRICO | PESO DO TIMO | PESO DO BAÇO |
|-------------------------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Aditivo | 6 | 0.001103 ^{**} | 2.853373 ^{**} | 0.073873 ^{**} |
| Sexo | 1 | 0.000381 ^{ns} | 4.158350 ^{**} | 0.067902 [*] |
| A x S | 6 | 0.000644 [*] | 0.654108 ^{ns} | 0.058314 ^{**} |
| Erro | 42 | 0.000220 | 0.286820 | 0.016157 |
| CV(%) | | 27,72 | 9,09 | 14,09 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 21B Quadrados médios da análise de variância para o peso do timo e baço no período de 1 a 42 dias e tamanho da bursa de fabricius no período de 1 a 21 dias de idade.

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | PESO DO TIMO | PESO DO BAÇO | TAMANHO BURSA |
|-------------------------|-----------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Aditivo | 6 | 72.869177 ^{**} | 2.939025 ^{**} | 10.910714 ^{**} |
| Sexo | 1 | 9.405402 [*] | 0.887545 ^{ns} | 21.875000 ^{**} |
| A x S | 6 | 16.957452 ^{**} | 1.092640 ^{**} | 12.791667 ^{**} |
| Erro | 42 | 1.461315 | 0.278011 | 1.589286 |
| CV(%) | | 9,46 | 18,43 | 6,57 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

TABELA 22B Quadrados médios da análise de variância para o peso da bursa de fabricius no período de 1 a 21 dias e tamanho e peso da bursa de fabricius no período de 1 a 42 dias de idade.

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | PESO DA BURSA | TAMANHO BURSA | PESO DA BURSA |
|-------------------------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Aditivo | 6 | 0.566283 ** | 23.976190 ** | 4.123487 ** |
| Sexo | 1 | 0.149145 ns | 42.875000 ** | 1.846945 ns |
| A x S | 6 | 0.880153 ** | 5.416667 ns | 4.229124 ** |
| Erro | 42 | 0.132039 | 5.041667 | 0.998211 |
| CV(%) | | 14,57 | 8,31 | 16,07 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.