



**MATHEUS DE PAULA REIS**

**USO DA BACITRACINA DE ZINCO E DO  
SULFATO DE COLISTINA COMO  
MELHORADORES DO DESEMPENHO DE  
FRANGOS DE CORTE**

**LAVRAS – MG**

**2011**

**MATHEUS DE PAULA REIS**

**USO DA BACITRACINA DE ZINCO E DO SULFATO DE COLISTINA  
COMO MELHORADORES DO DESEMPENHO DE FRANGOS DE  
CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para obtenção do título de Mestre.

Dr. Paulo Borges Rodrigues  
Orientador

Dr. Vinícius de Souza Cantarelli  
Dr. Édison José Fassani  
Coorientadores

**LAVRAS – MG**

**2011**

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

Reis, Matheus de Paula.

Uso da bacitracina de zinco e do sulfato de colistina como  
melhoradores de desempenho de frangos de corte / Matheus de  
Paula Reis. – Lavras : UFLA, 2011.

67 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Bibliografia.

1. Avicultura. 2. Aditivo zootécnico. 3. Nutrição avícola. 4.  
Antimicrobiano. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.513

**MATHEUS DE PAULA REIS**

**USO DA BACITRACINA DE ZINCO E DO SULFATO DE COLISTINA  
COMO MELHORADORES DO DESEMPENHO DE FRANGOS DE  
CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 16 de fevereiro de 2011

Dr. Edison José Fassani                      UFLA

Dr. Vinícius de Souza Cantarelli        UFLA

Dr. Renato Ribeiro de Lima              UFLA

Dr. Paulo Borges Rodrigues - UFLA

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2011**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras e ao colegiado do Curso de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

A minha mãe por todo amor, compreensão, amizade, paciência e fé sem as quais esta etapa da minha vida seria extremamente difícil. Aos meus irmãos, que apesar da distância estão sempre presentes, me apoiando e me encorajando a seguir em frente. A minha tia Antônia, por sua paciência e vontade de ajudar e me ver crescer como a um de seus filhos. Ao meu tio Zé Roberto que se tornou um grande amigo em minha jornada na cidade de Lavras.

Aos meus amigos Antônio Amandio Pinto Garcia Junior, Camila Meneghetti, Diego Vicente da Costa e Vicente de Luca, sempre presentes na minha vida em Lavras, me ajudando, apoiando e aconselhando a cada passo, como verdadeiros amigos. A república Mata Burro e seus respectivos integrantes pelas amizades consolidadas, alegrias e tristezas compartilhadas sem esquecer da enorme hospitalidade sempre que preciso.

Ao Professor Paulo Borges Rodrigues, pela dedicação como orientador ensinando e orientando tanto o lado profissional como pessoal.

Aos estudantes Gustavo, Leonardo, Antônio, Camila, Eduardo, Verônica, Leticia e Renatinha que contribuíram efetivamente para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo período de concessão da bolsa de estudos.

Ao Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícola (NECTA) e todos os seus integrantes.

Aos professores, funcionários e alunos do Departamento de Zootecnia, em especial meus orientadores durante meus estudos na pós-graduação: Paulo Borges Rodrigues, Antônio Gilberto Bertechini, Vinícius de Souza Cantarelli, Édison José Fassani e Renato Ribeiro Lima.

## RESUMO

O uso de antimicrobianos melhoradores de desempenho na produção de frangos de corte foi fonte de muita polêmica nos últimos anos. O Brasil como terceiro maior produtor de frangos de corte do mundo determinou limites para a utilização destes compostos. Objetivou-se com o presente trabalho determinar o efeito da utilização da bacitracina de zinco ou sulfato de colistina, dentro dos níveis recomendados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), em dietas para frangos de corte sobre o desempenho das aves criadas de 1 a 42 dias de idade. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos, distribuídos em 10 repetições de 25 pintos machos de corte da linhagem Cobb 500<sup>®</sup>, totalizando 1500 aves. Os tratamentos experimentais foram constituídos de cinco níveis de inclusão de bacitracina de zinco (0, 10, 25, 40 e 55 ppm) e um nível de inclusão de sulfato de colistina (10 ppm nas fases pré-inicial e inicial; 5 ppm nas fases de crescimento e final até os 39 dias idade, quando houve a retirada da colistina). As variáveis analisadas foram consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Para o período total de criação avaliou-se também a viabilidade e o índice de eficiência produtiva dos frangos de corte. Não houve efeito significativo ( $p>0,05$ ) para as aves que receberam o sulfato de colistina em comparação com a média das aves que receberam bacitracina de zinco para nenhuma das variáveis analisadas, portanto, a utilização de antimicrobianos com distintas formas de ação, não apresentou diferenças significativas no desempenho animal, demonstrando igualdade entre a média dos tratamentos com bacitracina e o sulfato de colistina. A bacitracina de zinco foi eficiente como beneficiador do desempenho de frangos de corte criados no período de um a 21, um a 35 e um a 42 dias. Para o período de 1 a 21 dias, o uso da bacitracina de zinco resultou em menor consumo de ração e maior ganho de peso das aves quando comparado ao tratamento sem o antimicrobiano. No geral a melhor conversão alimentar foi obtida quando se adicionou 55 ppm de bacitracina de zinco na ração de frangos de corte, justificado pelo melhor aproveitamento de nutrientes pelas aves.

Palavras-chave: Melhorador de desempenho. Aditivo zootécnico. Antimicrobiano. Frango de corte

## ABSTRACT

The use of antimicrobial growth promoters for broilers has been a subject of controversy over the past few years. Brazil as the world's third largest producer of broilers has established limits to the use of those compounds. The main objective of this study was to verify the effect of the use of zinc bacitracin and colistin sulfate, within the levels recommended by the Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (MAPA), in broiler diets for the performance of birds from 1 to 42 days old. We used a randomized design with six treatments in 10 replications of 25 male chicks from Cobb cut 500<sup>®</sup>, totaling 1500 birds. The treatments consisted of five inclusion levels of zinc bacitracin (0, 10, 25, 40 and 55 ppm) and one inclusion level of colistin sulfate (10 ppm in the pre-initial and initial stages, 5 ppm in the growth and final stages, until 39 days old, when we stopped the use of colistin). The variables studied were feed intake, weight gain and feed conversion. For the breeding period as a whole, this study also evaluated the viability and productive efficiency index of broilers. There was no significant effect ( $p > 0.05$ ) considering the birds which received colistin sulfate if compared with the average of the birds fed with zinc bacitracin for any of the variables studied. Therefore, the use of antimicrobials, with different types of action, showed no significant difference in animal performance, demonstrating similarities between the average of treatments consisting of bacitracin and of colistin sulfate. Zinc bacitracin was effective as growth promoter of broilers reared during 1 to 21, 1 to 35 and 1 to 42 days. For the period of 1 to 21 days, the use of zinc bacitracin resulted in lower feed intake and greater weight gain of birds, when compared to the treatment without the antibiotic. In general, the best feed conversion was obtained when 55 ppm of zinc bacitracin was added to the feed of broilers, on account of the better use of nutrients by the birds.

Keywords: Growth promoter. Additive. Antimicrobial. Broiler.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1	Produção de frangos de corte no Brasil .....	10
2.2	Antimicrobianos.....	11
2.3	Descoberta dos antimicrobianos.....	11
2.4	Começo da utilização dos antimicrobianos na alimentação animal.....	13
2.5	Antimicrobianos melhoradores de desempenho (AMD).....	14
2.6	Modo de ação dos AMDs.....	17
2.7	Adequação do uso dos AMDs .....	22
2.8	Bacitracina e colistina.....	23
<b>3</b>	<b>MATERIAL E METODOS .....</b>	<b>27</b>
3.1	Local e período de realização do experimento .....	27
3.2	Instalação, aves e manejo .....	27
3.3	Delineamento experimental e tratamentos .....	28
3.4	Rações experimentais .....	29
3.5	Manejo experimental.....	31
3.6	Variáveis estudadas .....	32
3.6.1	Desempenho.....	32
3.6.2	Índice de eficiência produtiva (IEP).....	33
3.7	Análise estatística .....	33
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
4.1	Sulfato de colistina.....	35
4.2	Bacitracina de zinco.....	36
4.2.1	Fase pré-inicial .....	36
4.2.2	Fase inicial .....	37
4.2.3	Fase de crescimento .....	41
4.2.4	Fase final.....	44
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>
	<b>ANEXO.....</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte passou por fortes transformações nas últimas décadas, obtendo melhora na eficiência de produção, bem como o produto carne. Os grandes avanços aliados a um clima propício à prática desta atividade, tornou o Brasil o terceiro maior produtor (atrás dos Estados Unidos e da China) e o maior exportador de frangos de corte do mundo. De acordo com o relatório anual 2009/2010 da Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos (ABEF, 2010), 40% de toda a carne de frango exportada no mundo em 2010, tiveram procedência no Brasil. Esta consolidação de grande produtor de carne de frango é reflexo de um sistema eficaz de nutrição, manejo, genética e ambiente, gerando uma proteína animal de qualidade e acessível à maioria dos consumidores.

Para alcançar altos índices de produção, tornando seu produto competitivo, o produtor de frangos de corte tem a sua disposição vários produtos comercializados para este fim. Os antimicrobianos melhoradores de desempenho (AMD) são ingredientes classificados como aditivos zootécnicos e sua adição nas dietas de frangos de corte, tende a melhorar a eficiência e o desempenho animal.

Entretanto, o uso dos antimicrobianos com o intuito de promover a melhoria no desempenho animal tem sido contestado, principalmente pelos países da Comunidade Européia (CE), nos quais a pressão dos consumidores por produtos livres de antimicrobianos é forte. Esta proibição está relacionada a diversos fatores, entre eles pode-se citar a seleção de microorganismos resistentes, porém, a falta de trabalhos comprovando os danos que este problema causa à saúde dos seres humanos, gera dúvida quanto à prática de proibição destes aditivos. Além disso, o seu banimento como melhoradores de desempenho foi acompanhado pela queda na eficiência de produção bem como

no aumento do uso dos antibióticos na forma terapêutica. Portanto, a proibição pode não ser a melhor resposta ao controle da utilização destes compostos. A aplicação de forma correta e em níveis adequados pode viabilizar o uso destes aditivos, minimizando os prejuízos e aumentando os lucros do produtor, sem causar riscos à saúde humana.

No Brasil, o uso de antimicrobianos melhoradores de desempenho é permitido e feito dentro de normas estipuladas pelo ministério da agricultura pecuária e abastecimento (MAPA). Estas normas entraram em vigor a partir de 2004, no qual uma das principais mudanças, foi a definição de níveis máximos para utilização de cada antimicrobiano, o que levou as empresas que comercializam este aditivo a se adequarem às novas regras. Portanto, existe uma carência por estudos que determinem o melhor nível de utilização dentro dos limites estipulados.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da utilização de diferentes níveis, dentro dos limites recomendados pelo ministério da agricultura, de bacitracina de zinco, sobre o desempenho das aves nas diferentes fases de criação. Pretendeu-se ainda estudar o efeito do sulfato de colistina, em comparação com a média dos níveis de bacitracina de zinco, em dietas para frangos de corte.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Produção de frangos de corte no Brasil**

No início dos anos 90, o consumo da carne de frango no Brasil era de 13 kg/habitante ano. Em pouco tempo, o Brasil passou por grandes mudanças em sua economia, concomitantemente houve o aumento na eficiência de produção e adoção de novas tecnologias fazendo da carne de frango a proteína animal mais barata do mercado, o que gerou grande demanda por este produto. Em 2010, o consumo foi de aproximadamente 42 kg/habitante ano (AVISITE, 2010), registrando um aumento de mais de 300% em 20 anos.

Para suprir essa demanda, o Brasil tornou-se um dos maiores produtores de frango de corte garantindo quantidade e qualidade. Segundo a Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos (ABEF, 2010), o Brasil, os Estados Unidos da América (EUA) e a China encerraram o ano de 2010 como os maiores produtores mundiais de carne de frango. O Brasil ocupa, atualmente, o terceiro lugar no ranking dos produtores mundiais de frango de corte com aproximadamente 15% da produção mundial.

A produção avícola nacional vem se destacando também no mercado internacional, sendo que atualmente cerca de 40% da carne exportada no mundo tem origem no Brasil. De acordo com o MAPA (2010), a taxa de crescimento da produção da carne de frango deve alcançar 4,22%, anualmente, nas exportações, com expansão prevista em 5,62% ao ano, o que deve manter o Brasil na liderança mundial em exportação de carne de frango.

O Brasil se consolidou na posição de exportador mundial de carne de frango, devido ao crescimento da produção associado aos preços competitivos no mercado internacional. Mendes e Saldanha (2004), afirmaram que um conjunto de técnicas relacionadas ao manejo, nutrição, vacinas e equipamentos,

contribuem para fazer da produção avícola brasileira uma atividade econômica com índices de produtividade equivalentes aos observados nos países mais desenvolvidos do mundo. Porém, para a obtenção de alta produtividade alguns aditivos zootécnicos têm sido usados como melhoradores de desempenho, entre eles, os antimicrobianos.

## **2.2 Antimicrobianos**

Os antimicrobianos vêm sendo utilizados a cerca de 50 anos tanto na medicina humana como na produção de animais domésticos. Ao longo dos anos, este composto foi motivo de muitas críticas, que levaram a proibição de seu uso como melhorador de desempenho em muitos países. Porém, muitos questionamentos ainda são feitos com relação a essas medidas.

Estudos indicam que o uso de antimicrobianos para fins terapêuticos aumentaram na Europa, bem como a utilização de anticoccidianos antibióticos (CASTANON, 2007). Outro fato encontrado frequentemente na literatura é a depleção do desempenho animal. Vários autores descrevem que a razão para estes fatos foi a proibição dos antimicrobianos utilizados como melhoradores de desempenho (CASTANON, 2007; DIBNER; RICHARDS, 2005; JONES; RICKE, 2003). Em contrapartida, Casewell et al. (2003) cita que a proibição reduziu o uso de antimicrobiano no mundo. A revisão a seguir aborda os diversos temas relacionados aos antimicrobianos na produção animal.

## **2.3 Descoberta dos antimicrobianos**

Na quimioterapia moderna, alguns pesquisadores citam o alemão Paul Ehrlich como o pioneiro dos estudos com antimicrobiano (JONES; RICKE,

2003). Em 1909, após anos de trabalho, Ehrlich produziu um composto que chamou de Salvarsan ou composto 606, decorrente de seu experimento número 606. Salvarsan foi o primeiro composto químico documentado, utilizado para cura de doenças humanas (SUMMERS, 1998). Por seu pioneirismo, Ehrlich obteve sucesso, mas também muitos problemas relacionados aos efeitos negativos com o uso do composto.

Inspirado pelo sucesso de Ehrlich, Gerhard Domagk (médico alemão e pacifista) descobriu em 1932 que um corante vermelho chamado de Rubrum Prontosil (RP) protegeu ratos e coelhos da infecção por estreptococos e estafilococos. Testes posteriores com humanos provaram a eficácia do composto. A descoberta da atividade antibacteriana do RP foi oficializada por Domagk em 1935 com a publicação do trabalho "Uma Contribuição à Quimioterapia das Infecções Bacterianas", no qual foi descrita a atividade biológica da *p*-sulfamidocrisoidina (Prontosil Rubrum®). O crédito por essa descoberta deu a Domagk o prêmio Nobel de Medicina em 1939 (BORGES et al., 2005).

Segundo Jones e Ricke (2003), Alexander Fleming, um bacteriologista Inglês, motivado por suas experiências e insucessos de cura dos combatentes da primeira guerra mundial, realizou estudos a fim de descobrir métodos para minimizar ou até mesmo erradicar com os microorganismos que causavam doenças e infecções nos seres humanos. Inicialmente, Fleming descobriu que alguns fluídos corporais e outros materiais tinham a capacidade de inibir o crescimento dos microorganismos, o qual chamou de lisozima. No entanto, a lisozima obteve resultado apenas com bactérias pouco virulentas. Em 1928, Fleming observou que colônias de fungos inibiram o crescimento dos estafilococos em placas de ágar e descreveu as propriedades do composto que chamou de penicilina (WONG, 2010). Quando relatou suas descobertas em uma revista científica, um ano depois, o trabalho foi descartado e definido apenas

como uma curiosidade de laboratório, possivelmente por Fleming não ter produzido um extrato purificado de penicilina nem ao menos um extrato bruto suficiente para realizar testes em animais (JONES; RICHE, 2003). Anos mais tarde, dois pesquisadores, Ernst Chain e Howard Florey, aceleraram o desenvolvimento comercial da penicilina com a produção em quantidades suficientes para testes e posterior utilização clínica. Em 1945, o Prêmio Nobel de Medicina foi dividido entre Fleming, Chain e Florey.

Os antimicrobianos são ferramentas poderosas, mas estão sob constantes controvérsias e conflitos que acompanharam a fama desses compostos. O desenvolvimento dos antimicrobianos foi marcado por ataques pessoais e intrigas políticas. Problemas que continuam até os dias de hoje.

#### **2.4 Começo da utilização dos antimicrobianos na alimentação animal**

Segundo Jones e Riche (2003), é impossível discutir a história dos antimicrobianos na alimentação animal, sem mencionar os trabalhos de pesquisa com a vitamina B12. Jukes (1972) relatou que durante a década de 1940 os avanços da genética, da habitação, nutrição e sistemas de comercialização permitiram uma rápida expansão da produção de aves nos EUA. O aumento no número de animais gerou maior demanda de ração, e consequentemente, pelos ingredientes que a compõe. Alguns desses ingredientes não tinham oferta suficiente a fim de suprir a demanda. Portanto, tornou-se necessária a utilização de ingredientes substitutos. A escassez das fontes de proteína animal resultou em um aumento da utilização de fontes de proteína vegetal, particularmente o farelo de soja. A proteína animal contém uma substância, até aquele momento não identificada, denominada fator de proteína animal (FPA), que se acreditava ser necessária para o correto balanceamento das rações para aves. A carência de

fontes de proteína animal e o consequente uso de proteína vegetal, foram um grande estímulo aos pesquisadores para determinar a natureza da FPA.

De acordo com Jukes (1972), em 1948, o FPA foi isolado e identificado como a vitamina B12. Entretanto, pesquisas posteriores demonstraram melhores resultados das fontes não purificadas de vitamina B12 com relação ao desempenho dos animais, concluindo que outras substâncias como micélio de certos fungos, foram mais potentes como promotores de crescimento na dieta de frangos de corte do que a própria vitamina B12 (HILL; BRANION, 1950; JACOBS et al., 1954; SWENSON, 1951). O composto promotor de crescimento presente nos fungos era um antimicrobiano.

De acordo com Castanon (2007), os primeiros pesquisadores a mostrar que a inclusão de antibióticos na dieta de frangos de corte causam melhoras no desempenho das aves foram Moore et al. (1946). Posteriormente, um número grande de pesquisadores, vem documentando o efeito dos antimicrobianos como promotor de crescimento para suínos e aves (BRENNAN et al., 2003; ENGBERG et al., 2000; GROSCHKE; EVANS, 1950; HUYGHEBAERT; DE GROOTE, 1997; MILES et al., 2006; MOTL et al., 2005; SANTOS et al., 2008; STOKSTAD; JUKES, 1950;).

## **2.5 Antimicrobianos melhoradores de desempenho (AMD)**

A quantidade de aditivos utilizados com o intuito de melhorar o desempenho animal é muito ampla. Esse termo inclui diversas substâncias como determinados suplementos vitamínicos, pró-vitaminas, minerais; substâncias auxiliares, tais como antioxidantes, emulsificantes, flavorisantes; agentes para prevenir doenças como coccidiostáticos; além de outras drogas como antimicrobianos, probióticos e enzimas. Sob o ponto de vista legislativo, no

Brasil, os AMDs se enquadram como aditivos zootécnicos, que por conceito, segundo o MAPA (IN 13, Anexo I, item 3.5.1.d), retrata aditivos zootécnicos como “toda substância utilizada para influir positivamente na melhoria do desempenho dos animais”. Nesse grupo estão a bacitracina, sulfato de colistina, glavomicina, avilamicina, enramicina, entre outros.

Jones e Ricke (2003) citam que nos EUA existem um total de 32 compostos antimicrobianos aprovados para uso na alimentação de frangos de corte, sem receita médica veterinária. Quinze compostos estão relacionados com o tratamento da coccidiose, 11 como promotores de crescimento, e seis para outros fins. No Brasil, de acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) existem 12 antimicrobianos autorizados para utilização na produção de frangos de corte, com a função de aumentar a taxa de ganho de peso e melhorar a eficiência alimentar (Tabela 1).

De acordo com Castanon (2007), muitos antimicrobianos já foram utilizados para promover melhoras no desempenho dos animais e grande parte foi proibida para este fim, pois seu uso, mesmo em baixas dosagens, ou tendem a selecionar bactérias resistentes, ou são tóxicos para os animais, ou podem gerar resíduos nos tecidos animais tornando o produto animal um risco para o consumo humano.

Conforme exposto por Jones e Ricke (2003), de 1985 até 1999, o uso de antimicrobiano aumentou consideravelmente. Esse aumento pode estar relacionado com a proibição do seu uso como melhorador de desempenho, gerando elevação do número de doenças causadas por bactérias, levando a um aumento do uso de antimicrobianos na forma terapêutica. Porém, segundo Casewell et al. (2003), a proibição dos AMDs tem impulsionado a diminuição do seu uso em todo o mundo. Dados contraditórios a esse respeito são frequentemente encontrados na literatura. Porém, o uso excessivo de antimicrobianos talvez não esteja relacionado aos melhoradores de desempenho,

pois segundo o instituto de saúde animal (Animal Health Institute, 2010), entre os anos de 1997 e 2005, o uso dos AMDs diminuiu cerca de 30%. Em contrapartida, o uso terapêutico dos antimicrobianos aumentou 135% neste mesmo período.

Tabela 1 Antimicrobianos melhoradores de desempenho autorizados, no Brasil, para Frangos de corte e seus níveis recomendados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

<b>Antimicrobiano</b>	<b>Fase de uso</b>	<b>Nível recomendado</b>
Avilamicina		2,5 a 10
Bacitracina metileno disalicilato		4 a 55
Bacitracina de zinco		4 a 55
Colistina (sulfato de)	Pré-inicial ou inicial	2 a 10
	Crescimento ou final	2 a 5
	Inicial	20
Clorexidina (cloridrato de)	Crescimento	15
	Terminação	10
Enramicina	Pré-inicial, inicial ou crescimento	5 a 10
	Final	3 a 5
Espiramicina		5
Flavomicina (flavofosfolipol ou bambermicina)		1 a 2
Halquinol (clorohidroxiquinolina)		15 a 30
Lincomicina		2,2 a 4,4
Tilosina (fosfato ou tartarato de)		4 a 55
Virginamicina		5,5 a 16,5

Fonte: Adaptado do MAPA (2008)

A comunidade europeia relata proibições no uso de antibióticos desde a década de 70, fazendo as últimas restrições em meados de 2006 (CASTANON,

2007). Apesar da proibição na comunidade europeia, alguns AMDs ainda são liberados e amplamente utilizados por outros países produtores, como é o caso do Brasil, Estados Unidos e China, que estão entre os maiores produtores e exportadores de carne de frango do mundo.

O principal fator responsável pela proibição destes aditivos é a seleção de microorganismos resistentes, que por sua vez podem transmitir genes de resistência a outras bactérias, afetando assim a saúde humana. Por outro lado, a seleção de microorganismos resistentes só é possível devido a mutações genéticas. As mutações genéticas são espontâneas e consideradas aleatórias e afetam genes não-específicos a uma frequência de  $10^{-5}$  a  $10^{-10}$  por divisão celular (LOPES; OLVERA, 2008). Portanto, um efeito negativo dos antibióticos é a seleção de bactérias que sofreram mutação genética e se tornaram resistentes, mas não devido a ação dos antibióticos. Assim, a presença dos antibacterianos inibe ou mata as bactérias sensíveis, mas não afeta os poucos indivíduos que tenham adquirido um alelo resistente devido a uma mutação espontânea. Estes organismos são aqueles que mantêm sua replicação e, portanto, continuam com o processo de infecção do animal.

De acordo com Lopes e Olvera (2008), a seleção de microorganismos resistentes varia de acordo com o antimicrobiano utilizado. Assim, o recomendado é a utilização de compostos que proporcionem uma menor chance de seleção destes microorganismos.

## **2.6 Modo de ação dos AMDs**

Os AMDs são utilizados a mais de 50 anos, porém, seu mecanismo de ação ainda é motivo de muita discussão. Existem várias formas de ação descritas

na literatura, sendo que a atuação conjunta dos vários mecanismos pode ocorrer e de fato melhorar o desempenho dos animais.

De acordo com Dibner e Richards (2005), o modo de ação deve ser focado no trato gastrointestinal, considerando que os AMDs são de pouca ou nenhuma absorção. Visek (1978) relata que aves suplementadas com AMD na fase embrionária não apresentaram melhora no desenvolvimento, sugerindo que estes aditivos não atuam diretamente nos tecidos dos animais. Portanto, vários autores consideram que a ação dos antimicrobianos se dá no lúmen intestinal, modificando seletivamente a microbiota intestinal (BAURHOO et al., 2009; BRENNAN et al., 2003; ENGBERG et al., 2000; HUYGHEBAERT; DE GROOTE, 1997; SIMS et al., 2004; WALDROUP et al., 1993).

Posterior à confirmação de que os antibióticos orais não possuem efeito como melhorador de desempenho em animais isentos de germes (COATES et al., 1955; COATES et al., 1963), os estudos do mecanismo de ação dos AMDs concentraram-se nas interações entre o antimicrobiano e a microbiota do intestino dos animais. Portanto, entre os efeitos diretos dos AMDs pode-se citar a diminuição na concorrência por nutrientes e redução de metabólitos tóxicos liberados pelos microorganismos, responsáveis pela depleção do crescimento (ENGBERG et al., 2000). Um dos efeitos observados na adição dos AMDs é a redução na espessura da parede intestinal (VISEK, 1978), fato observado também em animais livres de germes. Frankel (1994 citado por DIBNER; RICHARDS, 2005), sugere que a ausência ou diminuição de ácidos graxos de cadeia curta derivada da fermentação microbiana pode levar a menor produção de muco pelas células intestinais, diminuindo sua espessura. A redução da parede intestinal tem sido usada para explicar a maior digestibilidade de nutrientes, observada em animais alimentados com dietas contendo AMDs (BAURHOO; FERKET; ZHAO, 2009; FRANTI et al., 1972; JUKES, 1972).

A microbiota intestinal está direta ou indiretamente relacionada ao desenvolvimento animal. Ela contribui para uma manutenção positiva da homeostase, competindo por nutrientes e sítios de adesão. A adesão da microbiota patogênica está relacionada ao seu desenvolvimento no organismo hospedeiro. A proliferação de agentes patogênicos no intestino muitas vezes resulta em respostas inflamatórias que causam perdas de produtividade, aumento da mortalidade e maior contaminação dos produtos avícolas (BAURHOO; FERKET; ZHAO, 2009). Uma microbiota intestinal equilibrada pode dificultar a adesão e o consequente desenvolvimento de microorganismos patógenos.

Outro benefício associado à microbiota intestinal é a produção de compostos que posteriormente são aproveitados pelo hospedeiro como, aminoácidos e vitaminas (DIBNER; RICHARDS, 2005). De acordo com Engberg et al. (2000), o uso de antimicrobiano também melhorou a atividade de algumas enzimas (amilase pancreática, quimiotripsina e lipase pancreática), refletindo em melhor desempenho dos animais.

Apesar dos benefícios da microbiota intestinal, a sua simples presença também representa um custo ao animal, pois ela também se alimenta dos nutrientes presentes na dieta. Essa relação, ou competição, pode diminuir a disponibilidade de nutrientes e energia para o hospedeiro. De acordo com Huyghebaert e De Groote (1997), parte do nitrogênio protéico consumido pelo animal é perdida pela conversão microbiana em amônia ou assimilação de aminoácido para síntese protéica microbiana. O maior *turnover* das células epiteliais, devido à presença da microbiota intestinal, aumenta a demanda por energia e nitrogênio do hospedeiro. Em suínos estima-se que aproximadamente 6 % de toda energia fornecida na dieta é perdida pelo consumo de glicose pela microbiota do intestino delgado (VERVAEKE et al., 1979).

O consumo de carboidratos pela microbiota, além de significar perda direta de energia para o hospedeiro, também resulta em maior presença de ácido

lático no trato intestinal, prejudicando o processo de absorção de nutrientes por causar aumento no trânsito intestinal (GASKINS et al., 2002). Portanto, outro mecanismo de ação dos AMDs proposto é a modulação seletiva da microbiota, melhorando o aproveitamento de nutrientes e energia pelo hospedeiro. A utilização dos AMDs contribui para o crescimento de populações bacterianas benéficas, estimulando a diminuição das bactérias que competem com o hospedeiro por nutrientes (ENGBERG et al., 2000; HUYGHEBAERT; DE GROOTE, 1997). O AMD melhora a retenção do nitrogênio em frangos de corte e galinhas poedeiras (HUYGHEBAERT; DE GROOTE, 1997), melhorando a eficiência de utilização de nitrogênio em até 4,6% (GASKINS; COLLIER; ANDERSON, 2002). De acordo com Engberg et al. (2000), os AMDs podem reduzir também a produção de ácidos graxos voláteis e ácido lático, que representam, direta ou indiretamente, perda potencial de energia.

Os compostos tóxicos, produzidos pela microbiota do trato intestinal, também podem promover queda na taxa de crescimento. De acordo com Visek (1978), estes compostos podem ser: amônia, algumas aminas, indóis e fenóis; produzidos a partir da hidrólise de uréia ou a partir da deaminação ou descarboxilação de aminoácidos (DIBNER; RICHARDS, 2005; GASKINS; COLLIER; ANDERSON, 2002). Estes compostos estão relacionados com o espessamento da parede intestinal, isto gera conseqüente diminuição na absorção de nutrientes, além de maior demanda de energia pelo aumento do *turnover* celular (DIBNER; RICHARDS, 2005). Huyghebaert e De Groote (1997), verificaram que aves alimentadas com bacitracina de zinco melhoraram o aproveitamento do nitrogênio, diminuindo a deaminação e descarboxilação de aminoácidos, gerando um melhor aproveitamento dos nutrientes, direcionando-os para outras partes do tecido hospedeiro e contribuindo na melhora do desempenho animal.

Dashkevicz e Feighner (1989), através de estudos com microorganismos em placas de petre, demonstraram a capacidade de algumas bactérias em catalisar a hidrólise dos sais biliares, sugerindo que a biotransformação desses sais pela microbiota do trato intestinal diminui a digestão e absorção de lipídeos, culminando na depleção do crescimento. Os sais biliares são sintetizados no fígado, a partir do colesterol, e após sua liberação no intestino possui a função de promover a emulsificação dos lipídeos, possibilitando sua melhor digestão. Entretanto, ao serem liberados no intestino, os sais biliares sofrem ação da microbiota, podendo ser desconjugados e/ou desidroxilados (ENGBERG et al., 2000), comprometendo toda a digestão e absorção dos lipídeos. Além disso, a biotransformação dos sais biliares podem produzir compostos tóxicos para o hospedeiro (DASHKEVICZ; FEIGHNER, 1989), resultando em irritação da parede intestinal e consequente diminuição nos mecanismos de absorção. A utilização de AMD pode controlar o crescimento da população microbiana minimizando os efeitos negativos na digestão lipídica (ENGBERG et al., 2000).

Outro problema identificado na produção de frangos de corte é a enterite necrótica (EN). Essa doença está associada à inflamação da parede intestinal culminando em diminuição na digestão e absorção de nutrientes, podendo levar à morte do animal. A liberação de toxinas pelo *Clostridium perfringens* é a principal causa da EN. O *C. perfringens* é uma bactéria gran-positiva presente nos alimentos, nos solos e também nas fezes dos animais e humanos, estando presente também nas camas de frangos de corte. De acordo com Palliyeguru, Rose e Mackenzie (2010), a EN causa maiores prejuízos na forma subclínica, devido à falta de sinais clínicos evidentes. Van Der Sluis (2000 citado por PALLIYEGURU; ROSE; MACKENZIE, 2010), relata que o prejuízo causado pela EN anualmente nos Estados Unidos é de 2,6 bilhões de dólares. Portanto, os AMDs são utilizados também na prevenção a surtos de EN e no controle dos casos clínicos.

A ação dos AMDs está relacionada também ao grau de higiene do ambiente, pois a composição da microbiota intestinal está diretamente relacionada à composição microbiana do ambiente no qual os animais são criados. Assim, frangos criados em condições higiênico sanitárias adequadas tendem a não responder ao uso dos AMDs (DIBNER; RICHARDS, 2005; ENGBERG et al., 2000; TRALDI et al., 2007), semelhante ao que ocorre com animais livres de germes.

A microbiota intestinal está diretamente relacionada ao crescimento animal e, portanto, o uso dos AMDs com a finalidade de controlar e otimizar esta microbiota é justificado. Porém, seu uso abusivo pode representar riscos à saúde humana (BONNET et al., 2009). Diante do exposto, o estudo dos corretos níveis de aplicação dos AMDs torna-se essencial para a criação de frangos no Brasil, considerando-se que a maior parte de sua produção ainda é feito com o uso dos AMDs.

## **2.7 Adequação do uso dos AMDs**

De acordo com o discutido anteriormente, a partir da década de 70, os AMDs começaram a ser proibidos na Europa, e no atual cenário da avicultura mundial, a sua proibição se restringe principalmente aos países da Comunidade Européia, entretanto, os países que continuam a usar este aditivo, estipularam normas para controlar o uso exagerado deste composto.

No Brasil, o MAPA a partir de 2004 estipulou novas normas para a utilização dos AMDs e segundo a Instrução Normativa nº 13 (anexo I, item 2.1. f) de 30 de novembro de 2004, os aditivos zootécnicos devem “ser utilizado na quantidade estritamente necessária à obtenção do efeito desejado, respeitada a concentração máxima que vier a ser fixada”. Portanto, a partir desta data todos

os antimicrobianos utilizados como melhoradores de desempenho no Brasil deve ser utilizado dentro dos limites estipulados pelo MAPA.

Apesar dos limites estipulados, fica a critério do formulador, qual nível utilizar, e dependendo do antimicrobiano, este nível pode variar bastante, como por exemplo, a bacitracina de zinco, com o limite máximo recomendado de 55 ppm. Ao adotar o limite máximo o formulador pode fornecer doses acima do necessário para proporcionar a melhoria no desempenho animal, gerando uma ração com maior custo. Portanto, o conhecimento do melhor nível de utilização pode ser essencial para produção eficiente e de baixo custo.

Diante do exposto, e considerando a falta de pesquisas neste sentido, propõe-se o estudo dos AMDs, a fim de determinar o melhor nível de utilização, minimizando custos de produção.

## **2.8 Bacitracina e colistina**

Conforme já descrito, alguns antimicrobianos possuem ação comprovada como melhoradores de desempenho e dentro do grupo dos antimicrobianos autorizados para esse fim está a bacitracina. Atualmente são encontradas duas formas principais de bacitracina, sendo elas a bacitracina metileno disalicilato e a bacitracina de zinco. A principal diferença entre os dois compostos é o sítio de atuação no intestino. Neste estudo será dado maior enfoque à bacitracina de zinco.

De acordo com Snoke e Cornell (1965), a bacitracina de zinco é um antimicrobiano polipeptídico, produzido pelo *Bacillus licheniformis*, sendo uma mistura de vários componentes com a função principal de causar a lise da célula bacteriana. É um antimicrobiano de amplo espectro, porém, sua ação se concentra nos microorganismos gran positivos. A bacitracina age impedindo a

síntese do peptidoglicano, principal composto constituinte da parede celular de bactérias gran-positivas, tornando a célula osmosensível, possibilitando a entrada de íons, que por sua vez causam a lise da célula (SNOKE; CORNELL, 1965).

Na produção de frangos de corte, a utilização da bacitracina visa o controle da EN, através da diminuição *C. perfringens*. Engberg et al. (2000), verificaram que a administração de 20 mg de bacitracina de zinco diminuiu a contagem de *C. perfringens*, com relação ao controle. Os mesmos resultados foram obtidos por Sims et al. (2004), em experimentos com perus no qual foram utilizados 55 mg de bacitracina. A diminuição do *C. perfringens* pode resultar em melhor desempenho animal e melhora na viabilidade de criação, devido à diminuição dos danos à parede intestinal, proporcionando melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta.

Engberg et al. (2000), verificaram ainda que a administração da bacitracina de zinco melhorou o peso médio dos frangos de 1 a 28 e de 1 a 42 dias de idade, não havendo diferença para o consumo de ração e para conversão alimentar. Brennan et al. (2003), utilizando 55 ppm de bacitracina verificaram aumento médio de ganho de peso no período de 1 a 14 e 1 a 21 dias de idade das aves em relação ao controle sem bacitracina. Houve também aumento no consumo de ração nos períodos de 1 a 14, 1 a 21 e 1 a 40 dias. O aumento no consumo de ração no período de 1 a 40 dias não foi acompanhado pelo aumento no ganho de peso, o que pode ter sido responsável pela piora na conversão alimentar das aves neste mesmo período. Verificou-se ainda diminuição da mortalidade no período de 1 a 21 dias.

Franco et al. (2006), trabalhando com frangos de corte, utilizaram 20 ppm de bacitracina de 1 a 21 dias e 60 ppm de 22 a 42 dias de idade das aves. Esses autores verificaram melhora na conversão alimentar em ambos os períodos, quando comparado a dieta controle. Em contrapartida, Santos et al.

(2008), estudando o desempenho animal com a inclusão de bacitracina e alternativos aos antimicrobianos, não verificaram diferença significativa para nenhuma das variáveis de desempenho analisadas. Contreras-Castillo et al. (2008), observaram maior consumo de ração (11,17%) e pior conversão alimentar (5,26%) de aves suplementadas com bacitracina de zinco (50 ppm) no período de 1 a 40 dias de idade, em relação às aves sem suplementação (0 ppm). Esses resultados demonstram que, apesar de muito estudada, a bacitracina ainda é fonte de muita polêmica, e seus reais efeitos no desempenho animal devem ser melhor elucidados.

Outro antibiótico comumente utilizado na produção de frangos de corte como AMD é o sulfato de colistina. De acordo com Lopes e Olvera (2008), a colistina ou polimixina E é um antimicrobiano polipeptídico derivado do *Bacillus colistinus*, tendo sua atividade destacada contra *Pseudomona sp.*, *Salmonella sp.*, *E. coli* e *Proteus sp.* São compostos hidrossolúveis, estáveis em pH ácido, mas em pH alcalino se decompõem facilmente. Sua ação se dá principalmente em bactérias gram negativas, pois atuam na membrana das bactérias e não na parede celular. Acredita-se que sua atuação na membrana celular bacteriana acarreta alterações no equilíbrio de íons e líquidos da célula, podendo causar a lise da bactéria (LOPES; OLVERA, 2008). Bozorgmehri Fard (2004) verificou melhora de 14% no ganho de peso e 8% na conversão alimentar em frangos de corte quando utilizaram 100g de sulfato de colistina (1.200.000 UI/ton de ração). Entretanto, Rocha et al. (2010), não observaram efeito positivo no desempenho de frangos de corte, ao suplementarem 10ppm de colistina associado com 10ppm de avilamicina, nos períodos de 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade das aves.

Os AMDs são estudados há décadas e seus efeitos no desempenho de frangos de corte ainda são motivos de muitas contradições. Isso se deve também ao fato de que o ambiente interfere diretamente no resultado dos AMDs. Assim,

durante a condução do experimento, os cuidados com o ambiente devem ser detalhados. A indicação do melhor nível de utilização de cada AMD está diretamente relacionada à contaminação do ambiente, sendo necessários mais estudos na determinação do melhor nível de utilização destes AMDs, associando os estudos às realidades de campo, evitando perdas na produção e consequentemente, gerando melhor eficiência de produção para o produtor.

### **3 MATERIAL E METODOS**

#### **3.1 Local e período de realização do experimento**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em galpão de alvenaria convencional, construído no sentido leste-oeste, com dimensões de 100x6m e cortinas laterais ajustáveis para controle da ventilação do ambiente. O experimento foi executado no período de outubro a novembro de 2010.

O município de Lavras localiza-se na região Sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 910 metros, tendo como coordenadas geográficas 21°14' de latitude Sul e 45° de longitude Oeste de Greenwich.

#### **3.2 Instalação, aves e manejo**

Foram utilizados 1500 pintos, machos de um dia, da linhagem Cobb-500<sup>®</sup>, provenientes de incubatório comercial, sendo distribuídos em 60 boxes com dimensões de 1,50 X 2,00 m cada, totalizando 8 aves/m<sup>2</sup>. O boxe (parcela experimental) foi preparado com sistema de aquecimento com lâmpada incandescente de 200W, bebedouro pendular e comedouro tubular.

Após chegada os animais, os mesmos foram sexados e pesados individualmente para posterior distribuição nas unidades experimentais. Este processo garantiu melhor homogeneidade das parcelas, contribuindo significativamente para a diminuição do coeficiente de variação inicial dentro dos tratamentos.

O piso do boxe foi forrado com cama reutilizada, obtida de galpão comercial, localizado na cidade de Barbacena, sul do estado de Minas Gerais. A

cama foi utilizada por quatro lotes de criação, em que cada lote possuiu 35.000 frangos de corte. Após a saída de cada lote de frango a cama passava por um processo de “reutilização”. Este processo consistia em queima superficial da cama com “vassoura de fogo”, para eliminação das penas. Logo em seguida a cama foi “amontoadada” com posterior cobertura de lona para possibilitar a fermentação microbiana durante 8 dias. O processo de fermentação microbiana reduz o pH da cama e contribui para a eliminação de microorganismos, incluindo os patogênicos. Após a saída do quarto lote estes processos não foram realizados e a cama foi utilizada no experimento no intuito de provocar uma possível contaminação microbiana do ambiente (desafio), aproximando o ensaio experimental da realidade de campo. Porém, não se realizou análise microbiológica da cama que pudesse comprovar tal efeito.

A ração e a água foram fornecidas à vontade, e a luz durante 24 horas diárias, entre luz natural e artificial. As temperaturas máximas e mínimas no galpão foram registradas diariamente com a utilização de um termômetro.

### **3.3 Delineamento experimental e tratamentos**

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos distribuídos em 10 repetições de 25 pintos machos de corte da linhagem Cobb 500<sup>®</sup>, totalizando 1500 aves. Os tratamentos experimentais foram constituídos por cinco níveis de inclusão de bacitracina de zinco (0, 10, 25, 40 e 55 ppm) e um nível de inclusão de sulfato de colistina (10 ppm nas fases pré-inicial e inicial; 5 ppm nas fases de crescimento e final até os 39 dias; a partir desta idade houve a retirada da colistina).

### **3.4 Rações experimentais**

As rações experimentais (Tabela 2) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, sendo isonutrientes para cada fase experimental, de acordo com as recomendações nutricionais das Tabelas Brasileiras de Suínos e Aves (ROSTAGNO et al., 2005). Foi adotado um programa alimentar com quatro fases, pré- inicial (1-7 dias), inicial (8-21 dias), crescimento (22-35 dias) e final (36-42 dias). Como fonte dos antimicrobianos utilizou-se bacitracina de zinco 15% e o sulfato de colistina 8%, conforme descrito na tabela 3.

As rações foram suplementadas com 90 ppm de lasalocida (Avatec) como anticoccidiano, com exceção da fase final de criação, na qual houve a retirada do produto.

Tabela 2 Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações experimentais (sem antimicrobiano) nas quatro fases de criação.

Ingredientes	Fase de criação (dias)			
	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42
Milho	53,745	57,882	60,700	64,250
Farelo de soja	38,850	35,330	31,800	28,164
Óleo de soja	2,920	2,800	3,743	4,000
Fosfato bicálcico	1,990	1,915	1,700	1,553
Calcário calcítico	0,893	0,805	0,810	0,769
Sal comum iodado	0,516	0,493	0,450	0,443
Suplemento mineral <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,120
Suplemento vitamínico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,120
DL-metionina 99	0,340	0,235	0,250	0,220
L-lisina HCL 99	0,284	0,155	0,170	0,203
L-treonina 98	0,112	0,035	0,027	0,047
Cloreto de colina 60%	0,050	0,050	0,040	0,020
Lasalocida <sup>3</sup>	0,060	0,060	0,060	0,000
Bacitracina de zinco	0,000	0,000	0,000	0,000
Sulfato de colistina	0,000	0,000	0,000	0,000
Caulim	0,040	0,040	0,050	0,090
<b>TOTAL</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>
Energia metabolizável (kcal/kg)	2950	3000	3100	3150
Proteína bruta (%)	22,04	20,79	19,41	18,03
Lisina digestível (%)	1,33	1,146	1,073	1,017
Metionina+cistina digestível (%)	0,944	0,814	0,773	0,732
Treonina digestível (%)	0,865	0,745	0,697	0,661
Cálcio (%)	0,939	0,884	0,824	0,763
Fósforo disponível (%)	0,47	0,442	0,411	0,38
Sódio (%)	0,223	0,214	0,205	0,194

<sup>1</sup> Enriquecimento por kg de ração: Vitamina A – 12.000 UI, Vit.D – 2.200, Vit E – 30 mg, Vit K – 2,5 mg, Niacina – 53 mg, Ácido fólico – 1,0 mg, Ácido pantotênico – 13 mg, Biotina – 110 µg, Vit B1 – 2,2 mg, Vit B2 – 6 mg, Vit B6 – 3,3 mg, Vit B12 – 16 µg e Selênio – 0,25 mg.

<sup>2</sup> Enriquecimento de microminerais por kg de ração: Ferro – 50 mg, Cobre 8,5 mg, Zinco – 70 mg, Manganês – 75 mg, Iodo – 1,5 mg e Cobalto – 0,2 mg.

<sup>3</sup> Avatec 15%.

Tabela 3 Descrição dos tratamentos de acordo com a inclusão de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

Tratamento	Bacitracina de zinco (ppm) <sup>1</sup>	Sulfato de colistina (ppm) <sup>2/3</sup>
T1	0	0
T2	10	0
T3	25	0
T4	40	0
T5	55	0
T6	0	10 / 5

<sup>1</sup> Bacitracina de zinco 15%, com inclusão de 66,67; 166,67; 266,67 e 366,67 gramas por tonelada de ração, em substituição ao caulim (inerte) da ração controle, correspondendo aos níveis de 10; 25; 40 e 55 ppm, respectivamente.

<sup>2</sup> Sulfato de colistina 8%, com inclusão de 125 gramas por tonelada de ração nas fases pré-inicial e inicial e 62,5 gramas por tonelada de ração nas fases de crescimento e final, em substituição ao caulim (inerte) da ração controle.

<sup>3</sup> Após 39º dia de idade das aves houve a retirada do sulfato de colistina da ração.

### 3.5 Manejo experimental

Os tratamentos foram sorteados para cada parcela experimental e a dieta e a água foram fornecidas ad libitum durante todo o experimento. Os bebedouros foram lavados apenas duas vezes por semana, com o objetivo de proporcionar maior desafio ambiental às aves.

As temperaturas (máxima e mínima) registradas durante o período experimental se encontram na Tabela 4.

Tabela 4 Temperatura ambiente registradas durante o ensaio de desempenho.

Semana	Temperatura (C°)	
	Mínima	máxima
1 <sup>a</sup>	26	36
2 <sup>a</sup>	25	36
3 <sup>a</sup>	19	34
4 <sup>a</sup>	18	37
5 <sup>a</sup>	19	34
6 <sup>a</sup>	20	35

O controle do consumo de ração foi realizado com a pesagem das sobras em cada período. A mortalidade foi monitorada diariamente para cálculo da viabilidade de criação e posterior correção do consumo de ração, da conversão alimentar e cálculo do índice de eficiência produtiva.

### 3.6 Variáveis estudadas

#### 3.6.1 Desempenho

No 1º, 7º, 21º, 35º e 42º dias de idade das aves, as sobras de ração e as aves foram pesadas para avaliação do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar nos períodos correspondentes a: 1 a 7; 1 a 21; 1 a 36 e 1 a 42 dias de idade. Através da monitoração diária da mortalidade das aves, efetuou-se o estudo da viabilidade, compreendendo o período total de criação.

### 3.6.2 Índice de eficiência produtiva (IEP)

Para o cálculo do índice de eficiência produtiva foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{IEP} = \frac{\text{Peso médio aos 42 dias (kg)} \times \text{viabilidade (\%)} \times 100}{\text{Idade das aves (dias)} \times \text{Conversão alimentar}}$$

### 3.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, no qual foi aplicado o teste F, por meio do software Sistema de Análise de Variância para dados balanceados (SISVAR), descrito por Ferreira (2000). O modelo estatístico considerado adotado está apresentado a seguir:

$$y_{ij} = \mu + t_i + e(i)j$$

em que:

$y_{ij}$  = valor observado na variável analisada, quando submetido ao tratamento  $i$ , na repetição  $j$ , com  $j = 1, 2, \dots, 10$ ;

$\mu$  = constante inerente a cada observação;

$t_i$  = efeito do tratamento  $i$ , sendo  $i = 1, 2, \dots, 6$ ;

$e(i)j$  = erro aleatório, associado a cada observação  $y_{ij}$ , sendo  $e(i)j \sim N(0, \sigma^2)$ .

O efeito dos tratamentos, quando significativo, foi desdobrado em dois: um contraste para verificar o efeito médio dos dois antimicrobianos e estudo do efeito da adição dos diferentes níveis de bacitracina de zinco.

O contraste foi definido por:

$$Y = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 - 5m_6,$$

em que  $Y$  é um contraste e  $m_i$  é a média do tratamento  $i$ , com  $i = 1, 2, \dots, 6$ , conforme definido na Tabela 3. Para análise do contraste foi utilizado o teste de scheffé ao nível de 5% de probabilidade.

Uma vez observada diferença significativa entre os cinco níveis de inclusão de bacitracina, foi realizada análise de regressão.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Sulfato de colistina

Ao se comparar o antimicrobiano sulfato de colistina com a média dos tratamentos com bacitracina de zinco, não foi observada diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os contrastes para nenhuma das variáveis estudadas (Tabela 5).

Tabela 5 Probabilidade exata de Scheffé para o contraste entre sulfato de colistina e a média dos níveis de bacitracina de zinco para as variáveis consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade (Viabil.) e índice de eficiência produtiva (IEP) dos frangos de corte, em todas as fases de criação.

<b>PERÍODO DE CRIAÇÃO</b>	<b>CR (g/ave)</b>	<b>GP (g/ave)</b>	<b>CA (g/g)</b>	<b>Viabil. (%)</b>	<b>IEP</b>
Pré-inicial (1-7dias)	1,00 ns	1,00 ns	1,00 ns	-	-
Inicial (1-21 dias)	0,134 ns	0,914 ns	0,815 ns	-	-
Crescimento (1-35 dias)	0,743 ns	0,998 ns	0,827 ns	-	-
Final (1-42 dias)	0,377 ns	0,435 ns	1,00 ns	0,985 ns	0,704 ns

ns – contraste não significativo ( $p>0,05$ ) pelo teste de Scheffé ( $\alpha= 5\%$ )

Conforme observado na tabela 8, o sulfato de colistina, apesar de atuar em bactérias gran-negativas, em média, não se diferenciou do antimicrobiano bacitracina de zinco, que atua, principalmente, em bactérias gran-positivas. Apesar da comparação do contraste não ter sido significativo, o sulfato de colistina foi comparado com a média dos valores de bacitracina de zinco, e este por sua vez, foi calculado a partir dos valores de todos os tratamentos com níveis de inclusão deste antimicrobiano. Portanto, os baixos níveis de inclusão de

bacitracina, contribuíram com a diminuição da média geral deste antimicrobiano, o que pode ter ocasionado a não diferencia deste contraste.

## **4.2 Bacitracina de zinco**

### **4.2.1 Fase pré-inicial**

No período de um a sete dias de idade (Tabela 6), os resultados de desempenho (consumo de ração – CR, ganho de peso – GP e conversão alimentar – CA) mostraram não haver efeito ( $p>0,05$ ) dos níveis de bacitracina na ração sobre nenhuma das características avaliadas. Este resultado já era esperado, considerando a baixa concentração de microorganismos durante a fase pré-inicial, pois segundo Dibner e Richards (2005), os animais nascem isentos de microbiota intestinal e começam a adquiri-la exatamente após a eclosão. Portanto, a importância do uso dos AMDs na fase pré-inicial pode estar relacionada a uma seleção de microorganismos menos agressivos ao hospedeiro, porém, o efeito sobre o desempenho das aves começa a ser observado após a fase pré-inicial de criação. Resultados semelhantes ao do presente trabalho foram encontrados por Alp et al. (1999), utilizando 100 ppm de bacitracina na ração no mesmo período de criação.

Tabela 6 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) dos frangos de corte na fase de 1 a 7 dias, submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco.

<b>Tratamentos<sup>1</sup></b>	<b>CR (g/ave)<sup>1</sup></b>	<b>GP (g/ave)<sup>1</sup></b>	<b>CA (g/g)<sup>1</sup></b>
T1 – 0 ppm Bac. Zn	137,3	131,2	1,04
T2 – 10 ppm Bac. Zn	136,9	134,2	1,01
T3 – 25 ppm Bac. Zn	133,0	130,4	1,02
T4 – 40 ppm Bac. Zn	137,5	133,9	1,02
T5 – 55 ppm Bac. Zn	135,1	131,4	1,03
CV %	3,58	3,78	2,52

<sup>1</sup>Médias de todos os tratamentos são semelhantes pelo teste de F a 5% de probabilidade

#### 4.2.2 Fase inicial

Avaliando o desempenho das aves no período de um a vinte e um dias, foi observado efeito significativo dos níveis de bacitracina de zinco na ração para todas as variáveis estudadas ( $p < 0,05$ ) (Tabela 7).

Tabela 7 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) dos frangos de corte na fase de 1 a 21 dias, submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco.

<b>Tratamentos</b>	<b>CR (g/ave)<sup>1</sup></b>	<b>GP (g/ave)<sup>2</sup></b>	<b>CA (g/g)<sup>1</sup></b>
T1 – 0 ppm Bac. Zn	1295	896	1,44
T2 – 10 ppm Bac. Zn	1297	915	1,41
T3 – 25 ppm Bac. Zn	1285	907	1,41
T4 – 40 ppm Bac. Zn	1297	929	1,39
T5 – 55 ppm Bac. Zn	1264	899	1,40
CV %	1,94	2,31	2,09

<sup>1</sup>Efeito linear ( $p < 0,05$ ) / <sup>2</sup>Efeito quadrático ( $p < 0,05$ )

Para a variável consumo de ração observou-se resposta linear decrescente ( $p < 0,05$ ) (Gráfico 1), com menor consumo (1264 g/ave) quando se utilizou 55 ppm de bacitracina de zinco. O maior consumo de ração foi estimado para a dieta com 0 ppm de bacitracina, correspondendo a um aumento estimado em 2,4% no consumo, quando a bacitracina não é adicionada à ração. Portanto, pela resposta linear obtida, as aves que receberam ração com bacitracina de zinco apresentaram um menor consumo no período de 1 a 21 dias.

Franco, Pedroso e Grigoletti (2006), não observaram diferença ao utilizar 20 ppm de bacitracina no mesmo período de criação. Porém, ao utilizar a bacitracina em associação com levedura, os mesmos autores observaram uma diminuição no consumo de ração, sem explicação aparente. Similar aos resultados obtidos no presente experimento, Sims et al. (2004), observaram diminuição no consumo de ração, ao fornecer 55 ppm de bacitracina na ração de perus.

Contrário aos resultados observados neste estudo, Brennan et al. (2003) observaram aumento no consumo de ração em frangos que receberam dietas com 55 ppm de bacitracina, no mesmo período de criação.

A grande variação de resultados encontrados na literatura pode estar associada à provável diferença na contaminação do ambiente no qual as pesquisas são realizadas, influenciando no perfil microbiológico e, consequentemente, nas respostas observadas.

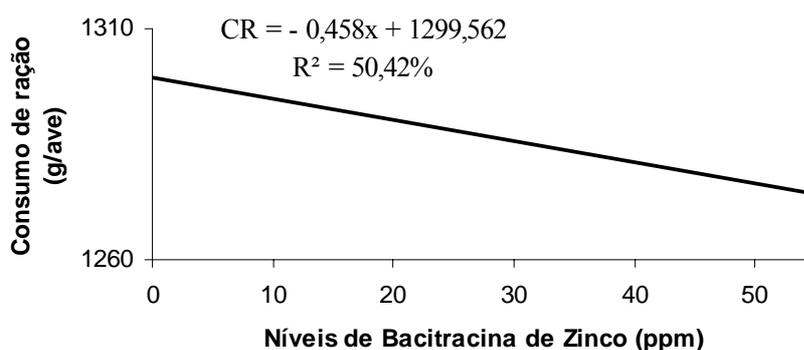


Gráfico 1 Consumo de ração, em função dos níveis de suplementação de bacitracina de zinco em dietas para frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias).

Analisando os níveis de bacitracina na ração para o ganho de peso (Gráfico 2), observou-se resposta quadrática ( $p < 0,05$ ), com estimativa de inclusão de 29,3 ppm para máximo ganho de peso (920 gramas), correspondendo a um aumento de aproximadamente 3% em relação as aves que não receberam bacitracina na ração (0 ppm). Os dados mostram que apesar da equação estimar maior consumo de ração para as aves que não receberam antimicrobiano, o maior consumo não foi suficiente para incrementar o ganho de peso.

Estes resultados estão de acordo com outros estudos (ENGBERG et al., 2000; BRENNAN et al., 2003) nos quais houve melhora no ganho de peso das aves, justificado pela diferença no perfil microbiológico do intestino delgado.

Em contrapartida, Franco, Pedroso e Grigoletti (2006) não observaram diferença no peso médio de aves suplementadas com 20 ppm de bacitracina na ração no mesmo período de criação.

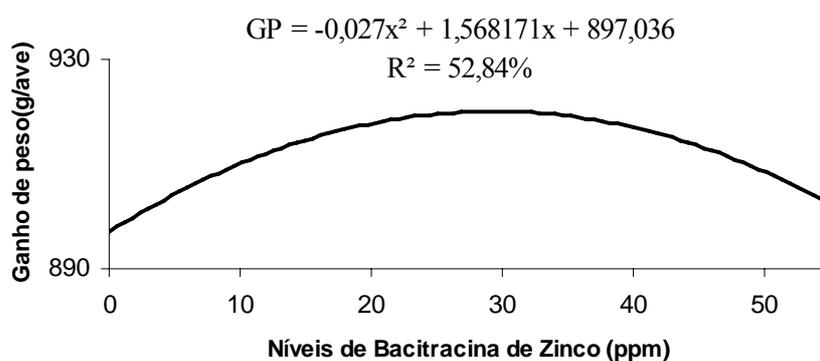


Gráfico 2 Ganho de peso, em função dos níveis de suplementação de bacitracina de zinco em dietas para frangos de corte na fase inicial.

Observou-se efeito positivo do uso de bacitracina de zinco na ração sobre a conversão alimentar das aves ( $p < 0,05$ ), com resposta linear dos níveis (Gráfico 3), verificando-se melhor conversão (1,40) quando se utilizou 55 ppm de bacitracina na ração. A maior conversão (1,44) verificada para as aves que não receberam bacitracina na ração ( $p < 0,05$ ), representou uma diferença de aproximadamente 3%, com relação às aves que receberam 55 ppm de bacitracina. Apesar do consumo diferenciado das aves que não receberam bacitracina, esta diferença não foi suficiente para uma expressiva diferença no ganho de peso, aumentando a conversão alimentar. Para os tratamentos com bacitracina, a diminuição no consumo de ração não foi acompanhada por expressiva queda no desempenho, ocasionando diminuição na conversão alimentar, demonstrando que a melhora na conversão alimentar foi devido a uma maior eficiência das aves em aproveitar os nutrientes da dieta.

Contrário aos resultados de consumo de ração e conversão alimentar obtidos no presente trabalho, Contreras-Castillo et al. (2008) notaram maior

consumo de ração com consequente melhora no ganho de peso das aves no período de 1 a 21 dias de idade, sem efeito sobre a conversão alimentar, quando receberam ração com bacitracina (50 ppm de 1 a 7 dias e 60 ppm de 8 a 21 dias de idade). Porém, Corrêa et al. (2003) não observaram resposta positiva do uso de bacitracina na ração, em relação ao tratamento controle sem inclusão do beneficiador de desempenho, quando avaliaram o período de 1 a 20 dias de idade, usando 20 ppm de bacitracina na ração das aves.

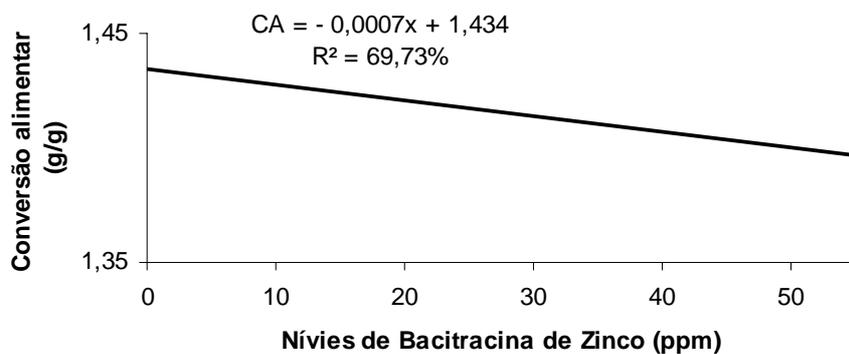


Gráfico 3 Conversão alimentar, em função dos níveis de suplementação de bacitracina de zinco em dietas para frangos de corte na fase inicial.

#### 4.2.3 Fase de crescimento

Pelos resultados do desempenho das aves no período de um a trinta e cinco dias de idade (Tabela 8), nota-se que, diferentemente dos resultados obtidos de 1 a 21 dias, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para o consumo de ração, demonstrando que a utilização de bacitracina de zinco, dentro

dos níveis recomendados pelo MAPA (4 a 55 ppm), não alterou o consumo de ração neste período avaliado.

Tabela 8 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) dos frangos de corte na fase de 1 a 35 dias, submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco ou colistina.

Tratamentos	CR (g/ave) <sup>1</sup>	GP (g/ave) <sup>2</sup>	CA (g/g) <sup>2</sup>
T1 – 0 ppm Bac. Zn	3624	2262	1,60
T2 – 10 ppm Bac. Zn	3633	2289	1,58
T3 – 25 ppm Bac. Zn	3632	2317	1,56
T4 – 40 ppm Bac. Zn	3603	2302	1,56
T5 – 55 ppm Bac. Zn	3591	2315	1,55
CV %	1,82	2,16	1,2

<sup>1</sup> Médias não diferem estatisticamente, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Efeito linear ( $p < 0,05$ ).

Observou-se o mesmo resultado para a variável ganho de peso, demonstrando que os diferentes níveis de bacitracina de zinco, não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para esta variável, acompanhando o resultado encontrado para consumo de ração. O mesmo resultado foi observado por Brennan et al. (2003), quando compararam o ganho de peso de aves que receberam bacitracina em relação ao tratamento controle (sem o antimicrobiano), e não verificaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para essa variável, no período de 1 a 35 dias de idade das aves.

Diferente do observado para o consumo de ração e para o ganho de peso, verificou-se melhor conversão alimentar para os tratamentos que receberam bacitracina de zinco (Gráfico 4), com melhor conversão para o nível de 55 ppm, representando uma melhora de 3,2% na conversão, em relação ao tratamento com 0 ppm de bacitracina. A menor conversão alimentar observada para as aves

que receberam bacitracina na ração pode ter ocorrido devido ao melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta, considerando que não se observou aumento significativo no consumo de ração e no ganho de peso.

Estes dados estes dados são similares aos observados por Franco, Pedroso e Grigoletti (2006), que ao utilizar 20 ppm de bacitracina de zinco na ração, verificaram melhora na conversão alimentar. Contudo, Engberg et al. (2000) não observaram diferença na conversão alimentar das aves com relação ao uso de antimicrobiano. Contrário a estes resultados, Brennan et al. (2003) verificaram piora na conversão alimentar de aves alimentadas com bacitracina.

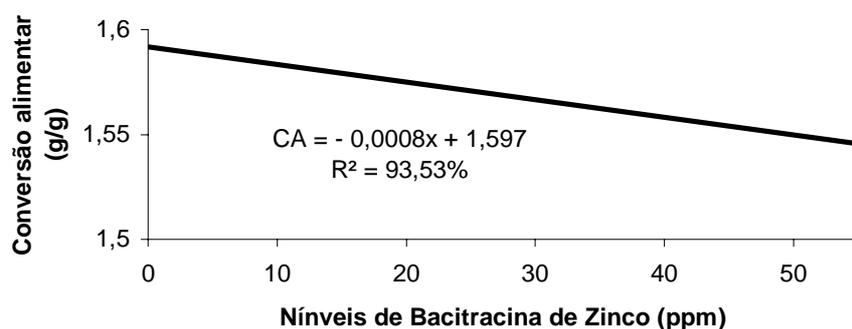


Gráfico 4 Conversão alimentar, em função dos níveis de suplementação de bacitracina de zinco em dietas para frangos de corte na fase de crescimento.

#### 4.2.4 Fase final

Os resultados obtidos no período total de criação estão demonstrados na Tabela 9.

Tabela 9 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade (Viabil.) e índice de eficiência produtiva (IEP) dos frangos de corte, na fase de 1 a 42 dias, submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco ou colistina.

Tratamentos	CR (g/ave) <sup>1</sup>	GP (g/ave) <sup>1</sup>	CA (g/g) <sup>2</sup>	Viabil. (%) <sup>1</sup>	IEP <sup>1</sup>
T1 – 0 ppm Bac. Zn	4950	2862	1,73	94,4	370,4
T2 – 10 ppm Bac. Zn	4976	2895	1,72	94,0	382,3
T3 – 25 ppm Bac. Zn	4939	2887	1,71	92,4	384,5
T4 – 40 ppm Bac. Zn	4864	2878	1,69	90,8	390,2
T5 – 55 ppm Bac. Zn	4916	2915	1,68	94,0	392,2
CV %	2,14	2,42	1,26	5,6	5,14

<sup>1</sup> Médias não diferem estatisticamente, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Efeito linear (p<0,01).

Contrário ao resultado obtido na fase inicial de criação, não foi observado resultado significativo (p>0,05) para o consumo de ração com a utilização da bacitracina. Para a variável ganho de peso, também não foram observadas diferenças significativas, demonstrando que, para o período total de criação (1 a 42 dias), a bacitracina de zinco não influenciou significativamente estas variáveis.

Entretanto, notou-se que a conversão alimentar das aves que receberam os diferentes níveis de bacitracina na ração, da mesma forma que o observado aos 21 e 35 dias, apresentou efeito linear (P<0,001), com uma melhor conversão

alimentar (1,68 g/g) na suplementação de 55 ppm de bacitracina (Gráfico 5), representando uma melhora de 2,5% na conversão alimentar em relação às aves que não receberam a bacitracina (0 ppm).

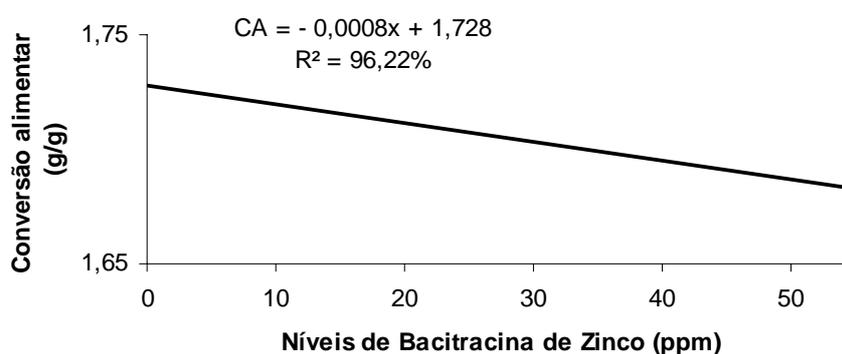


Gráfico 5 Conversão alimentar, em função dos níveis de suplementação de bacitracina de zinco em dietas para frangos de corte na fase final.

Apesar de não haver diferença significativa no consumo de ração e no ganho de peso para este período, na fase inicial (1 a 21), verificou-se diferenças estatísticas para estas variáveis, o que pode ter sido responsável pela melhora na conversão alimentar no período total, demonstrando a importância da aplicação de bacitracina de zinco nos períodos iniciais de criação. Viola e Vieira (2007) observaram benefícios sobre a conversão alimentar na ausência de alterações no ganho de peso, como obtido neste estudo. Segundo os autores, esse fato denota a melhora na utilização de nutrientes a partir de uma mesma quantidade de alimento consumida, supondo que tenha havido redução em desafios microbiológicos pela ação dos antimicrobianos.

Com relação ao índice de eficiência produtiva, não foram encontradas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) para os níveis de bacitracina avaliados, mostrando que este índice pode ser pouco influenciado pela adição de antimicrobiano na dieta. Porém, o IEP está diretamente relacionado ao peso médio e a viabilidade aos 42 dias. Assim, a não significância destas duas variáveis tiveram forte influência nos resultados do IEP e apesar da conversão alimentar ter sido significativa ( $p<0,05$ ), a melhora nesta variável com o uso dos antimicrobianos não foi suficiente para ocasionar mudanças significativas no IEP.

Embora se tenha observado uma melhora percentual de aproximadamente 5,9% no IEP quando se compara a ração com 55 ppm de bacitracina e aquela sem suplementação (0 ppm). Diferente do obtido no presente estudo, Meurer et al. (2010) observaram que a adição de antimicrobiano e/ou probióticos promoveram melhora no IEP de frangos de corte.

Os resultados observados no presente experimento estão de acordo aos obtidos por Franco, Pedroso e Grigoletti (2006), que constataram uma melhora na conversão alimentar nas fases inicial (1 a 21 dias) e final (1 a 42 dias) ao utilizarem bacitracina (20 e 60 ppm) na alimentação das aves. Porém, mais recentemente, Contreras-Castillo et al. (2008) observaram maior consumo de ração (11,17%) e pior conversão alimentar (5,26%) de aves suplementadas com bacitracina de zinco (50 ppm) no período de 1 a 40 dias de idade, em relação às aves sem suplementação (0 ppm); percentuais esses não constatados pelos resultados encontrados no presente trabalho, onde a suplementação de até 55 ppm de bacitracina de zinco na ração, no período de 1 a 42 dias, resultou em uma melhora aproximada de 2,5% na conversão alimentar das aves.

De uma maneira geral, pelos resultados de desempenho encontrados, a bacitracina de zinco é eficiente em melhorar o desempenho das aves, semelhantemente ao observado por Engberg et al. (2000), Franco, Pedroso e

Grigoletti (2006) e Viola e Vieira (2007), embora contraditórios aos resultados de Brennan et al. (2003), que observaram piora na conversão alimentar ocasionado pelo aumento no consumo de ração, e Corrêa et al. (2003) que não encontraram efeito do uso da bacitracina de zinco em dietas de frangos de corte no período total de criação (1 a 40 dias de idade).

## **5 CONCLUSÕES**

A bacitracina de zinco foi eficiente em beneficiar o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos de corte criados no período de um a 21 dias de idade. No período de um a 35 e 1 a 42 dias a bacitracina de zinco é eficiente em melhorar a conversão alimentar das aves.

O sulfato de colistina não se diferenciou da média dos níveis de inclusão de bacitracina de zinco.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS (ABEF). **Relatório Anual 2009/2010**. Disponível em:

<[http://www.abef.com.br/noticias\\_portal/exibenoticia.php?notcodigo=2264](http://www.abef.com.br/noticias_portal/exibenoticia.php?notcodigo=2264)>.

Acesso em: 05 jan 2011.

ANIMAL HEALTH INSTITUTE. **Political Bans on Antibiotics are Counterproductive European Test Case: Increased Animal Disease, Mixed Human Health Benefit**. Disponível em:

<<http://www.ahi.org/files/Antibiotics%20in%20Livestock/H.%20Danish%20experience.pdf>>. Acesso em: 05 Dez. 2010.

ALP, M. et al. Effects of dietary supplementation with organic acids and zinc bacitracin on ileal microflora, pH and performance in broilers. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, Ankara, v. 23, n., p. 451-456. 1999.

AVISITE. **Estatística da disponibilidade interna da carne de frango, 2010**.

Disponível em:

<<http://www.avisite.com.br/economia/estatistica.asp?acao=disponibilidade>>.

Acesso em: 05 jan 2011.

BAURHOO, B.; FERKET, P.; ZHAO, X. Effects of diets containing different concentrations of mannanoligosaccharide or antibiotics on growth performance, intestinal development, cecal and litter microbial populations, and carcass parameters of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 11, p. 2262-2272, Nov. 2009.

BONNET, C. et al. Pathotype and Antibiotic Resistance Genes Distribution of Escherichia coli Isolates from Broiler Chickens Raised on Antimicrobial Supplemented Diets. **Applied and environmental microbiology**, Washington DC, v. 75, n. 22, p. 6955-6962, Nov. 2009.

BORGES, A. et al. Síntese de sulfadiazina e sulfadiazina de prata em escala semi-micro: prática experimental em síntese de fármacos. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 727-731, Abril. 2005.

BOZORGMEHRI FARD, M. H. The Effect of Colistin Sulfate in Feed on the Controlling of Salmonella enteritidis Contamination in a Broiler Farm. **Archives of Razi Institute**, New York, v. 58, n. 1, p. 105-110, Jan. 2004.

BRENNAN, J. et al. The efficacy of bacitracin methylene disalicylate when fed in combination with narasin in the management of necrotic enteritis in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 3, p. 360-363, Mar. 2003.

CASEWELL, M. et al. The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, Cambridge, v. 52, n. 2, p. 159-161, July. 2003.

CASTANON, J. History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 11, p. 2466-2471, Nov. 2007.

COATES, M.; DAVIES, M.; KON, S. The effect of antibiotics on the intestine of the chick. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 9, n. 01, p. 110-119, Jan. 1955.

COATES, M. E. et al. A comparison of the growth of chicks in the Gustafsson germ-free apparatus and in a conventional environment, with and without dietary supplements of penicillin. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 17, n. 01, p. 141-150, Mar. 1963.

CONTRERAS-CASTILLO, C. J. et al. Performance and carcass quality of broilers supplemented with antibiotics or probiotics. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 10, n. 4, p. 227-232, Abril. 2008.

CORRÊA, G. et al. Efeito de antibiótico e probióticos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 4, p. 467-473, Abril. 2003.

DASHKEVICZ, M. P.; FEIGHNER, S. D. Development of a differential medium for bile salt hydrolase-active *Lactobacillus* spp. **Applied and environmental microbiology**, Washington DC, v. 55, n. 1, p. 11-16, Jan. 1989.

DIBNER, J.; RICHARDS, J. Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode of action. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, n. 4, p. 634-643, April. 2005.

ENGBERG, R. M. et al. Effect of zinc bacitracin and salinomycin on intestinal microflora and performance of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 9, p. 1311-1319, Sep. 2000.

FRANCO, S. G.; PEDROSO, A. C.; GRIGOLETTI, C. Efeitos da inclusão de leveduras (*saccharomyces cerevisiae*) associados ou não a antibióticos na alimentação de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 2, p. 79-85, Abr./Jun. 2006.

FRANTI, C. et al. Antibiotic growth promotion: effects of zinc bacitracin and oxytetracycline on the digestive, circulatory, and excretory systems of New Hampshire cockerels. **Poultry Science**, Champaign, v. 51, n. 4, p. 1137-1145, April. 1972.

GASKINS, H.; COLLIER, C.; ANDERSON, D. Antibiotics as growth promotants: mode of action. **Animal Biotechnology**, London, v. 13, n. 1, p. 29-42, Jan. 2002.

GROSCHE, A.; EVANS, R. Effect of antibiotics, synthetic vitamins, vitamin Bu, and an APF supplement on chick growth. **Poultry Science**, Champaign, v. 29, p. 616-618. 1950.

HILL, D.; BRANION, H. The use of an animal protein factor supplement in a practical poultry ration. **Poultry Science**, Champaign, v. 29, p. 405-408. 1950.

HUYGHEBAERT, G.; DE GROOTE, G. The bioefficacy of zinc bacitracin in practical diets for broilers and laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 6, p. 849-856, Jun. 1997.

JACOBS, R. et al. An Unidentified Chick-Growth Factor Found in Litter. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 54, n. 3, p. 417-426, Marc. 1954.

JONES, F.; RICKE, S. Observations on the history of the development of antimicrobials and their use in poultry feeds. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 4, p. 613-617, April. 2003.

JUKES, T. H. Antibiotics in animal feeds and animal production. **Bioscience**, Washington, v. 22, n. 9, p. 526-534, Jan. 1972.

LOPES, H. S.; OLVERA, L. G. **Farmacología Clínica en Aves**. 3a. ed. Cidade do México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2008. 687 p.

MAPA. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-APA/pagina-inicial/animal/especies/aves>>. Acesso em: 10 agosto 2010.

MENDES, A. A.; SALDANHA, É. S. P. B. **A cadeia produtiva da carne de aves no Brasil**. In: Produção de frango de corte. 1a ed. Campinas:Facta. 2004. 356 p.

MEURER, R. F. P. et al. Evaluation of the use of probiotics in diets with or without growth promoters for broiler chicks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 12, p. 2687-2690, Dez. 2010.

MILES, R. et al. Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, n. 3, p. 476-485, Mar. 2006.

MOORE, P. et al. Use of sulfasuxidine, streptothricin, and streptomycin in nutritional studies with the chick. **Journal of Biological Chemistry**, Birmingham, v. 165, n. 2, p. 437-441, Feb. 1946.

MOTL, M.; FRITTS, C.; WALDROUP, P. Effects of intestinal modification by antibiotics and antibacterials on utilization of methionine sources by broiler chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 14, n. 1, p. 167-173, Jan. 2005.

PALLIYEGURU, M. W.; ROSE, S. P.; MACKENZIE, A. M. Effect of dietary protein concentrates on the incidence of subclinical necrotic enteritis and growth performance of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, n. 1, p. 34-43, Jan. 2010.

ROCHA, A. P. D.; ABREU, R. D.; MARQUES DA COSTA, M. C. Prebióticos, ácidos orgânicos e probióticos em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 3, p. 793-801, Jul/Set. 2010.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV. 2005. 186 p.

SANTOS, M. S. V. et al. Desempenho de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com probiótico ou promotor de crescimento. **Revista de Ciências Agrárias**, Manaus, v. 50, n.1, p. 95-105, Jun/Dez. 2008.

SIMS, M. D. et al. Effects of dietary mannan oligosaccharide, bacitracin methylene disalicylate, or both on the live performance and intestinal microbiology of turkeys. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 7, p. 1148-1154, Jul. 2004.

SNOKE, J. E.; CORNELL, N. Protoplast lysis and inhibition of growth of *Bacillus licheniformis* by bacitracin. **Journal of Bacteriology**, Washington DC, v. 89, n. 2, p. 415-420, Feb. 1965.

STOKSTAD, E.; JUKES, T. Growth-promoting effect of aureomycin on turkey poult. **Poultry Science**, Champaign, v. 29, p. 611-612. 1950.

SUMMERS, C. Microbe Hunters Revised. **International Microbiology**, New York, v. 1, n. 1, p. 65-68, March. 1998.

SWENSON, H. Effect of a vitamin B12 concentrate and liver meal on growth and feed efficiency of chicks fed an all plant protein ration. **Poultry Science**, Champaign, v. 30, p. 55-62. 1951.

TRALDI, A. B. et al. Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em cama nova ou reutilizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 3, p. 660-665, Março. 2007.

VERVAEKE, I. et al. Quantitative in vitro evaluation of the energy metabolism influenced by virginiamycin and spiramycin used as growth promoters in pig nutrition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 49, n. 3, p. 846-856, Marc. 1979.

VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 7, p. 1097-1104, Abril. 2007.

WISEK, W. The mode of growth promotion by antibiotics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 46, n. 5, p. 1447-1469, May. 1978.

WALDROUP, P. W.; CABEL, M. C.; ADAMS, M. H. Effects of zinc bacitracin fed in combination with monensin on weight gain and feed utilization of turkeys. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 2, n. 4, p. 356-360, April. 1993.

WONG, G. **Penicillin, the Wonder Drug**. Disponível em: <<http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/BOT135/Lect21b.htm>>. Acesso em: 12 Dez. 2010.

**ANEXO**

Tabela 1A	Análise de variância do consumo de ração no período de 1 a 7 dias de idade.....	58
Tabela 2A	Análise de variância do ganho de peso no período de 1 a 7 dias de idade.....	58
Tabela 3A	Análise de variância da conversão alimentar no período de 1 a 7 dias de idade.....	59
Tabela 4A	Análise de variância do consumo de ração no período de 1 a 21 dias de idade.....	59
Tabela 5A	Análise de variância da regressão e contraste entre os tipos de antimicrobianos, para o consumo de ração no período de 1 a 21 dias de idade.....	60
Tabela 6A	Análise de variância do ganho de peso no período de 1 a 21 dias de idade.....	60
Tabela 7A	Análise de variância da regressão e contraste entre os tipos de antimicrobianos, para o ganho de peso no período de 1 a 21 dias de idade das aves.....	61
Tabela 8A	Análise de variância da conversão alimentar no período de 1 a 21 dias de idade.....	61
Tabela 9A	Análise de variância da regressão e contraste entre os tipos de antimicrobianos, para a conversão alimentar no período de 1 a 21 dias de idade das aves.....	62
Tabela 10A	Análise de variância do consumo de ração no período de 1 a 35 dias de idade.....	62
Tabela 11A	Análise de variância do ganho de peso no período de 1 a 35 dias de idade.....	63

Tabela 12A	Análise de variância da conversão alimentar no período de 1 a 35 dias de idade.....	63
Tabela 13A	Análise de variância da regressão e contraste entre os tipos de antimicrobianos, para a conversão alimentar no período de 1 a 35 dias de idade das aves.....	64
Tabela 14A	Análise de variância do consumo de ração no período de 1 a 42 dias de idade.....	64
Tabela 15A	Análise de variância do ganho de peso no período de 1 a 42 dias de idade.....	65
Tabela 16A	Análise de variância da conversão alimentar no período de 1 a 42 dias de idade.....	65
Tabela 17A	Análise de variância da regressão e contraste entre os tipos de antimicrobianos, para a conversão alimentar no período de 1 a 42 dias de idade.....	66
Tabela 18A	Análise de variância da viabilidade de criação no período de 1 a 42 dias de idade.....	66
Tabela 19A	Análise de variância do índice de eficiência de produção no período de 1 a 42 dias de idade.....	67

Tabela 1A Análise de variância do consumo de ração no período de 1 a 7 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	145,733333	29,146667	1,230	0,3081
erro	54	1280,000000	23,703704		
Total corrigido	59	1425,733333			
CV (%) =	3,58				
Média geral:	135,9333333	Número de observações:	60		

Tabela 2A Análise de variância do ganho de peso no período de 1 a 7 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	119,933333	23,986667	0,962	0,4495
erro	54	1347,000000	24,944444		
Total corrigido	59	1466,933333			
CV (%) =	3,78				
Média geral:	132,1333333	Número de observações:	60		

Tabela 3A Análise de variância da conversão alimentar no período de 1 a 7 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	0,004331	0,000866	1,285	0,2840
erro	54	0,036404	0,000674		
Total corrigido	59	0,040735			
CV (%) =	2,52				
Média geral:	1,0295000	Número de observações:	60		

Tabela 4A Análise de variância do consumo de ração no período de 1 a 21 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	13673,883333	2734,776667	4,424	0,0019
erro	54	33378,300000	618,116667		
Total corrigido	59	47052,183333			
CV (%) =	2,52				
Média geral:	1,0295000	Número de observações:	60		

Tabela 5A Análise de variância da regressão, para o consumo de ração das dietas suplementadas com bacitracina de zinco e sulfato de colistina no período de 1 a 21 dias idade das aves.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bac. vs S. Colistina (bacitracina)	1 (4)	5486,963333 8186,920000	5486,963333 2046,730000	3,311	<b>p&lt;0,05</b>
Regressão 1º grau	1	4128,138274	4128,138274	6,679	<b>p&lt;0,05</b>
Desvio	3	4058,781726	1352,927242	2,188	p>0,05
Resíduo	54	33378,30000	618,1166667		
Total corrigido	59				
CV (%) =	1,94				
Média geral:	1283,3833333	Número de observações:	60		

Tabela 6A Análise de variância do ganho de peso no período de 1 a 21 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	7499,750000	1499,950000	3,404	0,0096
erro	54	23795,500000	440,657407		
Total corrigido	59	31295,250000			
CV (%) =	2,31				
Média geral:	907,7500000	Número de observações:	60		

Tabela 7A Análise de variância da regressão para o ganho de peso das dietas suplementadas com bacitracina de zinco e sulfato de colistina no período de 1 a 21 dias de idade das aves.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bac. vs S. Colistina (bacitracina)	1 (4)	648,270000 6851,48000	648,270000 1712,87000	3,887	<b>p&lt;0,050</b>
Regressão 1º grau	1	216,248528	216,248528	0,490	p>0,050
Regressão 2º grau	1	3404,398470	3404,398470	7,725	<b>p&lt;0,050</b>
Desvio	2	3230,833002	1615,416501	3,665	p>0,050
Resíduo	54	23795,50000	440,657407		
Total corrigido	59				
CV (%) =	2,31				
Média geral:	907,7500000	Número de observações:	60		

Tabela 8A Análise de variância da conversão alimentar no período de 1 a 21 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	0,014837	0,002967	3,381	0,0099
erro	54	0,047400	0,000878		
Total corrigido	59	0,062237			
CV (%) =	2,09				
Média geral:	1,4142500	Número de observações:	60		

Tabela 9A Análise de variância da regressão para a conversão alimentar das dietas suplementadas com bacitracina de zinco e sulfato de colistina no período de 1 a 21 dias de idade das aves.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bac. vs S. Colistina (bacitracina)	1 (4)	0,001951 0,012886	0,0019510 0,0032215	3,669	<b>p&lt;0,050</b>
Regressão 1º grau	1	0,008986	0,0089860	10,234	<b>p&lt;0,050</b>
Desvio	3	0,003900	0,0013000	1,480	p>0,050
Resíduo	54	0,047400	0,0008780		
Total corrigido	59				
CV (%) =	2,09				
Média geral:	1,4142500	Número de observações:	60		

Tabela 10A Análise de variância do consumo de ração no período de 1 a 35 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	25221,483330	5044,296667	1,173	0,3346
erro	54	232272,70000	4301,346296		
Total corrigido	59	257494,183333			
CV (%) =	1,82				
Média geral:	3610,3833333	Número de observações:	60		

Tabela 11A Análise de variância do ganho de peso no período de 1 a 35 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	20695,733333	4136,146667	1,684	0,1542
erro	54	132725,60000	2457,881481		
Total corrigido	59	153421,33333			
CV (%) =	2,16				
Média geral:	2295,666667	Número de observações:	60		

Tabela12A Análise de variância da conversão alimentar no período de 1 a 35 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	0,016151	0,003230	8,997	0,0000
erro	54	0,019387	0,000359		
Total corrigido	59	0,035538			
CV (%) =	1,20				
Média geral:	1,5730000	Número de observações:	60		

Tabela 13A Análise de variância da regressão para a conversão alimentar das dietas suplementadas com bacitracina de zinco e sulfato de colistina no período de 1 a 35 dias de idade das aves.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bac. vs S. Colistina (bacitracina)	1 (4)	0,000768 0,015383	0,00076800 0,00384575	10,712	<b>p&lt;0,050</b>
Regressão 1º grau	1	0,014387	0,01438700	40,075	<b>p&lt;0,050</b>
Desvio	3	0,000996	0,00033200	0,924	p>0,050
Resíduo	54	0,019387	0,00035900		
Total corrigido	59				
CV (%) =	1,20				
Média geral:	1,5730000	Número de observações:	60		

Tabela 14A Análise de variância do consumo de ração no período de 1 a 42 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	131034,733333	26206,946667	2,373	0,0511
erro	54	596391,200000	11044,281481		
Total corrigido	59	727425,933333			
CV (%) =	2,14				
Média geral:	4914,9666667	Número de observações:	60		

Tabela 15A Análise de variância do ganho de peso no período de 1 a 42 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	39273,883333	7854,776667	1,620	0,1703
erro	54	261748,700000	48473198148		
Total corrigido	59	301022,583333			
CV (%) = 2,42					
Média geral: 2878,416667    Número de observações: 60					

Tabela 16A Análise de variância da conversão alimentar no período de 1 a 42 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	0,013813	0,002763	5,925	0,0002
erro	54	0,025178	0,000466		
Total corrigido	59	0,038991			
CV (%) = 1,26					
Média geral: 1,7076833    Número de observações: 60					

Tabela 17A Análise de variância da conversão alimentar das dietas suplementadas com bacitracina de zinco e sulfato de colistina no período total (1 a 42 dias) de criação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bac. vs S. Colistina (bacitracina)	1 (4)	0,000058 0,013755	0,000058 0,00343875	7,379	<b>p&lt;0,050</b>
Regressão 1º grau	1	0,013235	0,013235	28,401	<b>p&lt;0,050</b>
Desvio	3	0,00052	0,000173	0,371	p>0,050
Resíduo	54	0,025178	0,000466		
Total corrigido	59				
CV (%) =	1,26				
Média geral:	1,7076833	Número de observações:	60		

Tabela 18A Análise de variância da viabilidade de criação no período de 1 a 42 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	34,400000	6,880000	0,383	0,8586
erro	54	971,200000	17,985185		
Total corrigido	59	1005,600000			
CV (%) =	4,52				
Média geral:	93,8000000	Número de observações:	60		

Tabela 19A Análise de variância do índice de eficiência de produção no período de 1 a 42 dias de idade dos frangos de corte submetidos às dietas contendo diferentes níveis de bacitracina de zinco e sulfato de colistina.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	4186,854833	837,370967	1,981	0,0962
erro	54	22825,871000	422,701315		
Total corrigido	59	27012,725833			
CV (%) =	5,38				
Média geral:	381,9083333	Número de observações:	60		