

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DESEMPENHO E MORFOLOGIA INTESTINAL DE  
FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM DIETAS  
CONTENDO NUCLEOTÍDEOS

Autora: Juliana Cantos Faveri

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Alice Eiko Murakami

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Agosto-2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DESEMPENHO E MORFOLOGIA INTESTINAL DE  
FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM DIETAS  
CONTENDO NUCLEOTÍDEOS

Autora: Juliana Cantos Faveri

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Alice Eiko Murakami

“Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração: Produção Animal”.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Agosto – 2011

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da UFBA**

Faveri, Juliana Cantos.  
Desempenho e morfologia intestinal de frangos de corte suplementados com dietas contendo nucleotídeos / Juliana Cantos Faveri. - 2011.  
78 f. : il.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alice Eiko Murakami.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, 2011.

1. Frango de corte. 2. Morfologia. 3. Nitrogênio no organismo. I. Murakami, Alice Eiko.  
II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDD - 636.513  
CDU - 636.5



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**DESEMPENHO E MORFOLOGIA INTESTINAL DE  
FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM  
DIETAS CONTENDO NUCLEOTÍDEOS**

Autora: Juliana Cantos Faveri  
Orientadora: Profª Drª Alice Eiko Murakami

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 08 de agosto de 2011.

Profª Drª Tatiana Carlesso  
dos Santos

Profª Drª Maria de Lourdes  
Mendes Vicentini Paulino

Drª Cristiane Regina do Amaral  
Duarte

A Deus, pelo conforto quando necessitei, por secar minhas lágrimas e aplaudir minhas alegrias, e por Ele ser o responsável por tantas dádivas que me são concedidas!

Aos meus pais, Laercio Antonio Faveri e Clélia Márcia Cantos Faveri, por me darem a vida, pela luta e humildade, pela sabedoria em tão singelas palavras, pelo amor e por serem exemplo do que é uma família de verdade.

Ao meu irmão, Rodrigo Richard Cantos Faveri, por ser meu melhor amigo, meu irmão de alma e coração, por ser essa pessoa extraordinária que tanto admiro e confio.

Ao meu esposo, Ossival Lolato Ribeiro, pelo seu amor, pelo companheirismo durante todos esses anos, que contribuiu para eu traçar o caminho que percorri e que hoje me faz feliz.

A meus queridos amigos, Danielle, Daniel, Mirian e Carlos e Pe. Paulo Felipe, por me apoiarem, e me darem a energia para cumprir minhas metas.

**DEDICO**

*“ O Senhor é meu pastor, nada me faltará  
Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente  
em águas tranqüilas  
Refrigera a minha alma, guia-me pelas veredas da  
justiça, por amor ao seu nome  
Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte,  
não temerei mal algum, porque tu estás comigo, a tua  
vara e o teu cajado me consolam  
Preparas a mesa perante mim na presença dos meus  
inimigos, unges a minha cabeça com óleo, o meu cálice  
transborda  
Certamente que a bondade e a misericórdia me  
seguirão todos os dias da minha vida, e habitarei na  
casa do Senhor por longos dias ”*

*Salmo 22*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá, por ter possibilitado condições para a realização de meus estudos e do presente trabalho.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alice Eiko Murakami, pela orientação, ensinamentos, amizade e confiança, bem como pelo privilégio de ter sido sua orientada.

Aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPZ), pela dedicação e ensinamentos proporcionados, em especial à Prof<sup>a</sup>. Tatiana Carlesso dos Santos e à Prof<sup>a</sup>. Simara Marcato.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

A University of Missouri, Columbia, Missouri - EUA, por ter disponibilizado condições para realização de parte do meu projeto, em especial ao Prof. Dr. David Ledoux. Aos grandes amigos Lucy, Daniel, Thaís, Rafael, Marina, Guilherme e Mariana, Ben, Lindsay, Brian e Roxane, por terem sido minha família e amigos tão verdadeiros!! Aos amigos Alexandra, Karoline, Andressa, Thaís, Karla, Celma, Mariana, Mayra, Camilo, Fernando, Rafael, Ana Flávia, Cíntia, Cristiane e Fábio, pela ajuda na condução dos experimentos e pela amizade.

A toda minha família Cantos, Faveri, Lolato e Ribeiro e aos amigos que me ajudaram a construir os pilares da minha vida. A todas as pessoas que confiaram em mim e contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**JULIANA CANTOS FAVERI**, filha de Laércio Antonio Faveri e Clélia Márcia Cantos Faveri, nasceu em São Bernardo do Campo, Estado de São Paulo, no dia 11 de novembro de 1983.

Em dezembro de 2008, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Em fevereiro de 2009, ingressou no Programa de Pós - graduação em Zootecnia, em nível de mestrado, na área de concentração Produção e Nutrição de Não-Ruminantes, da Universidade Estadual de Maringá – UEM, realizando estudos na área de Avicultura, sendo que em 08 de agosto de 2011, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.



## ÍNDICE

	<b>Página</b>
RESUMO .....	1
PALAVRAS-CHAVE .....	2
ABSTRACT .....	3
KEYWORDS .....	4
INTRODUÇÃO .....	5
Revisão Bibliográfica .....	6
1.    Nucleotídeos .....	6
2.    Proteína Ideal .....	12
3.    Excreção de Nitrogênio .....	17
REFERÊNCIAS .....	21
OBJETIVOS GERAIS .....	26
II – Efeito do nucleotídeo no desempenho e morfologia da mucosa intestinal de frangos de corte de 01 a 21 dias de idade, em diferentes níveis proteicos .....	27
RESUMO .....	27
PALAVRAS-CHAVE .....	27
II - Effect of nucleotides on the performance and morphology of the intestinal mucosa of broilers from 01 to 21 days of age, at different protein levels .....	28
ABSTRACT .....	28
INTRODUÇÃO .....	29
MATERIAL E MÉTODOS .....	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
CONCLUSÃO .....	41
REFERÊNCIAS .....	41
III – Desempenho e morfologia intestinal de frangos de corte na fase de crescimento, com e sem adição de nucleotídeos na dieta, em diferentes níveis proteicos .....	44
RESUMO .....	44
PALAVRAS-CHAVE: .....	44
III – Performance and morphology of the intestinal mucosa of broilers during growth, with or without nucleotides, at different protein levels .....	45
ABSTRACT .....	45

INTRODUÇÃO.....	46
MATERIAL E MÉTODOS .....	47
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	51
CONCLUSÃO.....	63
REFERÊNCIAS.....	63

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
TABELA 1. RELAÇÃO AMINOÁCIDO/LISINA (%) UTILIZADA PARA ESTIMAR AS EXIGÊNCIAS DE AMINOÁCIDOS DE FRANGOS DE CORTE. ....	14
TABELA 2. COMPOSIÇÃO E VALORES CALCULADOS DAS RAÇÕES PARA A FASE INICIAL (01-21 DIAS DE IDADE). ....	32
TABELA 3. VALORES MÉDIOS DE PESO VIVO (PV), GANHO DE PESO (GP), CONSUMO DE RAÇÃO (CR) E CONVERSÃO ALIMENTAR (CA) DE FRANGOS DE CORTE, AOS 21 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA E NUCLEOTÍDEOS. ....	34
TABELA 4. PESO RELATIVO DO COMPRIMENTO DO INTESTINO DELGADO E DOS ÓRGÃOS DO TRATO GASTRINTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE COM 21 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA E NUCLEOTÍDEOS. ....	36
TABELA 5. ALTURA DAS VILOSIDADES (AV) ( $\mu\text{M}$ ), PROFUNDIDADE DAS CRIPTAS (PC) ( $\mu\text{M}$ ) E RELAÇÃO VILO:CRIPTA (AV:PC), DE FRANGOS DE CORTE AOS 21 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA, COM OU SEM ADIÇÃO DE NUCLEOTÍDEO. ....	38
TABELA 6. CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO ILEAL (%) DE ACORDO COM AS DIETAS EXPERIMENTAIS E SUAS INTERAÇÕES, EM FRANGOS DE CORTE AOS 21 DIAS DE IDADE. ....	40
TABELA 7. COMPOSIÇÃO E VALORES CALCULADOS DAS RAÇÕES PARA A FASE CRESCIMENTO (21-42 DIAS DE IDADE). ....	48
TABELA 8. PESO VIVO, GANHO DE PESO, CONSUMO E CONVERSÃO ALIMENTAR DE FRANGOS DE CORTE, AOS 42 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS	

CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL, COM NUCLEOTÍDEOS, COMPARADOS COM A DIETA-CONTROLE POSITIVO .....	54
TABELA 9. PESO VIVO, GANHO DE PESO, CONSUMO E CONVERSÃO ALIMENTAR DE FRANGOS DE CORTE, AOS 42 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL, COM NUCLEOTÍDEO, COMPARADOS COM A DIETA-CONTROLE NEGATIVO .....	55
TABELA 10. VALORES MÉDIOS DO COMPRIMENTO DO INTESTINO DELGADO E DOS ÓRGÃOS DO TRATO GASTRINTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE COM 35 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL, COM OU SEM ADIÇÃO DE NUCLEOTÍDEOS .....	59
TABELA 11. ALTURA DAS VILOSIDADES (AV) ( $\mu\text{m}$ ), PROFUNDIDADE DAS CRIPTAS (PC) ( $\mu\text{m}$ ) E RELAÇÃO VILO:CRIPTA (AV:PC), DOS SEGMENTOS DO INTESTINO DELGADO DE FRANGOS DE CORTE, AOS 35 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL, COM NUCLEOTÍDEO, COMPARADOS COM A DIETA-CONTROLE NEGATIVO <sup>1</sup> .....	60
TABELA 12. ALTURA DAS VILOSIDADES (AV) ( $\mu\text{m}$ ), PROFUNDIDADE DAS CRIPTAS (PC) ( $\mu\text{m}$ ) E RELAÇÃO VILO:CRIPTA (AV:PC) DOS SEGMENTOS DO INTESTINO DELGADO DE FRANGOS DE CORTE, AOS 35 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL, COM NUCLEOTÍDEO, COMPARADOS COM A DIETA-CONTROLE POSITIVO <sup>1</sup> .....	61
TABELA 13. VALORES PERCENTUAIS MÉDIOS DE RENDIMENTO DE CARÇA E CORTES NOBRES, DE FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL, COM OU SEM ADIÇÃO DE NUCLEOTÍDEOS .....	62

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
FIGURA 1. ESTRUTURA MOLECULAR DE UM NUCLEOTÍDEO.....	7
FIGURA 2. EFEITO DA PROTEÍNA BRUTA NA ALTURA DAS VILOSIDADES NO JEJUNO DE AVES COM 21 DIAS.....	39
FIGURA 3. EFEITO DA ADIÇÃO DE NUCLEOTÍDEOS NA ALTURA DAS VILOSIDADES NO ÍLEO DE AVE COM 21 DIAS.....	39
FIGURA 4. CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO ILEAL EM RELAÇÃO À PROTEÍNA BRUTA DA DIETA.....	40
FIGURA 5. CONSUMO DE RAÇÃO (G) DOS FRANGOS DE CORTE, NO PERÍODO ENTRE 20 A 27 DIAS, CONFORME OS NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL DA DIETA. ....	56
FIGURA 6. CONSUMO DE RAÇÃO (G) DOS FRANGOS DE CORTE, NO PERÍODO ENTRE 20 A 35 DIAS, CONFORME OS NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL DA DIETA. ....	56
FIGURA 7. CONSUMO DE RAÇÃO (G) DOS FRANGOS DE CORTE, NO PERÍODO ENTRE 20 A 42 DIAS, CONFORME OS NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL DA DIETA. ....	56
FIGURA 8. CONVERSÃO ALIMENTAR (G/G) DOS FRANGOS DE CORTE, NO PERÍODO ENTRE 20 A 27 DIAS, CONFORME OS NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL DA DIETA. ....	56
FIGURA 9. CONVERSÃO ALIMENTAR (G/G) DOS FRANGOS DE CORTE, NO PERÍODO ENTRE 20 A 35 DIAS, CONFORME OS NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL DA DIETA. ....	56
FIGURA 10. CONVERSÃO ALIMENTAR (G/G) DOS FRANGOS DE CORTE, NO PERÍODO ENTRE 20 A 42 DIAS, CONFORME OS NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL DA DIETA.....	56
FIGURA 11. RELAÇÃO VILO:CRIPTA NA PORÇÃO DUODENAL DE FRANGOS DE CORTE COM 35 DIAS DE IDADE. ....	58
FIGURA 12. ALTURA DAS VILOS NA PORÇÃO DUODENAL DE FRANGOS DE CORTE COM 35 DIAS DE IDADE .....	59

FIGURA 13. PROFUNDIDADE DE CRIPTA NA PORÇÃO DUODENAL DE FRANGOS DE CORTE  
COM 35 DIAS DE IDADE. .... 59

## RESUMO

Foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de avaliar o efeito da suplementação dietética de nucleotídeos e de níveis de lisina digestível sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e o desenvolvimento do trato gastrointestinal em frangos de corte. No experimento 1, foram utilizados 1.350 frangos de corte machos, de 01 a 21 dias de idade, da linhagem Ross 780. Usou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, sendo três níveis de proteína bruta (PB) (18%, 20% e 22%), três níveis de nucleotídeos (0%, 0,1% e 0,2%) e cinco repetições, distribuídos em 45 boxes (1,85 m<sup>2</sup>), de 30 aves cada. Não foi verificada interação ( $P \geq 0,05$ ) da proteína bruta, com os níveis de nucleotídeos para as variáveis: peso vivo (g), comprimento do intestino (cm) e os pesos relativos ao peso vivo com o intestino, a bolsa cloacal e o fígado. Observaram-se efeito linear decrescente da PB para altura das vilosidades no jejuno e efeito linear do nucleotídeo para altura das vilosidades no íleo. Houve redução na concentração de nitrogênio ileal, atingindo o mínimo com 19,31% de PB. No experimento 2, com aves de 21 a 42 dias de idade, foram utilizados 868 pintos de cortes machos da linhagem Cobb. Em um delineamento inteiramente casualizado, as dietas foram controle com alta proteína e baixa proteína, com 18,86% e 16,80% de proteína bruta, respectivamente, ambas sem nucleotídeos, respeitando a exigência de 1,062% de lisina digestível, e cinco tratamentos com adição de 0,5 kg de nucleotídeos/ton de ração, com diferentes níveis de lisina digestível: 1,262%, 1,162%, 1,062%, 0,962% e 0,862%, todos formulados com base na dieta de baixa proteína (16,80%), com quatro repetições cada. O consumo alimentar (g) diminuiu linearmente ( $P \leq 0,05$ ) no período de 20 a 27, de 20 a 35 e de 20 a 42 dias de idade, que aumentando os níveis de lisina digestível na dieta, observou-se diminuição no consumo de ração ( $P \leq 0,05$ ). A conversão alimentar teve efeito quadrático ( $P \leq 0,05$ ) para as aves do período de 20 a 27, de 20 a 35 e de 20 a 42 dias de idade, diminuindo à medida que os níveis de lisina digestível aumentaram, atingindo o mínimo com 1,119; 1,187 e 1,132% de lisina digestível, para os períodos de 20 a 27; 20 a 35 e 20 a 42 dias de idade, respectivamente. A dieta com 1,062% de lisina digestível não diferiu do controle negativo, para altura das vilosidades e profundidade de cripta, no duodeno. Os resultados encontrados foram

ocasionados pela melhora na integridade intestinal das aves. A suplementação de nucleotídeos auxiliou a baixa proteína na dieta.

**PALAVRAS-CHAVE:** frango de corte, morfologia intestinal, nucleotídeos, proteína ideal



## ABSTRACT

Two experiments were conducted to evaluate the effect of dietary nucleotide supplementation and levels of digestible lysine on performance, carcass yield and development of the gastrointestinal tract in broilers. In Experiment 1, 1,350 male Ross 780 chicks were used, 1 to 21 days of age, distributed in 45 boxes (1.85 m<sup>2</sup>) with 30 birds each. The animals were fed with three levels of crude protein (CP) (18%, 20% and 22%), three levels of nucleotides (0%, 0.1% and 0.2%) and five replications, in a completely randomized design with a 3x3 factorial arrangement. No significant ( $P \geq 0.05$ ) results were found for the interaction of crude protein (%) with the concentration of nucleotides (%) for the variables: weight (g), intestine length (cm) and relative weight of the body weight (%) with the intestine, liver and bolsa cloacalis. There was a linear decrease of CP ( $P \leq 0.05$ ) for the villus height in the jejunum ( $\hat{Y}=1123.89 - 16.785x$ ;  $R^2=0.65$ ) and linear increase of the nucleotides in villus height in the ileum ( $\hat{Y} = 584.44+426.708x$ ;  $R^2 = 0.52$ ). There was a decrease in ileal nitrogen concentration, reaching a minimum with 19.31% CP ( $\hat{Y}= 22.65-2.12x + 0.055x^2$ ;  $R^2=0.61$ ). In experiment 2, 868 male Cobb broilers were used, 21 to 42 days of age, distributed in negative and positive controls, with 18.80% and 16.86% crude protein respectively, both without nucleotides, and meeting the requirement of 1.062% digestible lysine. Using the low-protein diet, five treatments were devised with the addition of 0.5 kg of nucleotides/ton of feed, with different levels of digestible lysine (1.262%, 1.162%, 1.062%, 0.962% and 0.862%), with four replications each, in a completely randomized design. Feed intake (g) decreased linearly ( $P \leq 0.05$ ) in the period from 20 to 27, 20 to 35, and 20 to 42 days of age; feed intake decreased by increasing levels of lysine in the diet. Feed-to-gain ratio showed a quadratic effect ( $P \leq 0.05$ ) for birds of the period from 20 to 27, 20 to 35 and 20 to 42 days of age, decreasing as levels of digestible lysine increased, with minimum levels reaching 1.119%, 1.187% and 1.132% digestible lysine, respectively. The diet with 1.062% of lysine did not differ ( $P > 0.05$ ) from the negative control for villus height and crypt depth in the duodenum. The results were caused by the improvement in the gut integrity of the birds. Nucleotide supplementation helped the low-protein diet.

**KEYWORDS:** broilers, ideal protein, intestinal morphology, nucleotide

## INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa hoje os primeiro e segundo lugares no ranking de exportadores e produtores de carne de frango, respectivamente (ABEF, 2010). Para tanto, é preciso que o país corresponda aos desafios impostos pelo mercado consumidor, em que se incluem responsabilidades como segurança alimentar e ambiental.

A produção de carne está passando por grandes mudanças pela restrição ao uso de antibióticos nas rações animais, por estes representarem serem fatores de risco para a saúde da população, pois permite a existência tanto de resíduos na carne, leite e ovos, quanto por induzirem à resistência cruzada de bactérias patogênicas (Rossi et al., 2007). Portanto, são necessários estudos com produtos alternativos à suplementação de antibióticos, que possam manter os índices de produtividade alcançados até o momento, juntamente com a saúde dos animais.

Pelo seu papel na manutenção da saúde intestinal, os nucleotídeos dietéticos podem agir como uma alternativa aos antibióticos na alimentação de animais jovens (Mateo et al., 2004). Os nucleotídeos participam da divisão celular, do crescimento da célula e da modulação do sistema imunológico. Além disso, podem ajudar na manutenção da saúde intestinal, reduzindo a incidência de doenças entéricas (Turner et al., 2001).

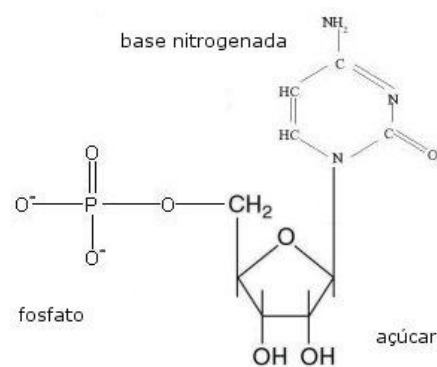
Sendo o metabolismo de nucleotídeos o responsável pela liberação de bases nitrogenadas e expressão gênica, a suplementação dos mesmos de forma sintética pode ser uma alternativa interessante ao encurtar o processo de transcrição da informação para produção de carne, ovos e leite, por exemplo. Sendo assim, pelo metabolismo de

nucleotídeo estar envolvido com a transcrição gênica, pode-se argumentar uma possível relação entre o requerimento de proteína para o animal e a suplementação de nucleotídeos, ou seja, é possível avaliar a porcentagem de proteína contida na ração, sendo esta o principal fator de encarecimento das mesmas, com base no conceito de proteína ideal, em que a suplementação de aminoácidos digestíveis é feita de forma a fornecer um balanceamento ótimo destes aminoácidos, sem excesso ou deficiência.

## **Revisão Bibliográfica**

### **1. Nucleotídeos**

Os nucleotídeos são compostos por uma base nitrogenada (purina ou pirimidina), uma pentose e um ou mais grupos fosfatos (Lehninger et al., 2010) (Figura 1). A pentose pode ser a ribose para o RNA ou a 2-desoxiribose para o DNA. Quando os nucleotídeos são ligados por via fosfodiester, formando uma cadeia linear, passam a ser ácidos nucleicos, que exercem a função de armazenamento e transmissão da expressão gênica. Os nucleotídeos participam de vários processos bioquímicos essenciais para o funcionamento do organismo, além de fornecer energia na forma de ATP e por serem reguladores fisiológicos (Lehninger et al., 2010).



**Figura 1.** Estrutura molecular de um nucleotídeo.

Fonte: [www.biomol.org/wp-content/glossario/nucleotideo.htm](http://www.biomol.org/wp-content/glossario/nucleotideo.htm)

Os nucleotídeos não são considerados essenciais ao organismo, pois quando catabolizados para forma de nucleosídeos, ou seja, quando seu grupo fosfato é ausente, este entra na célula e nela podem ocorrer dois processos distintos: no primeiro, o organismo utiliza aminoácidos como precursores para formação “via de novo” dos nucleotídeos; o segundo processo pode ocorrer a partir da degradação de aminoácidos e nucleotídeos da dieta, a via de salvamento (Lenninger et al. 2010).

Tecidos que apresentam rápida divisão mitótica, como o cérebro, eritrócitos, medula óssea, mucosa intestinal e linfócitos são dependentes da “via de novo”, pois sua síntese de nucleotídeos é deficiente e não-proporcional à alta demanda de ácidos nucleicos que necessitam para atender a rápida divisão mitótica (Westwood, 1999).

#### *Absorção dos nucleotídeos*

Os nucleotídeos para serem absorvidos precisam ser hidrolisados, pois apenas nucleosídeos, bases e pequenos nucleotídeos são absorvidos pelas células. Para que isto ocorra, os nucleotídeos, na forma de nucleoproteínas, sofrem a ação de proteases no primeiro momento, os ácidos nucleicos sofrem hidrólise parcial no estômago e posteriormente, ação de nucleases e fosfoesterases pancreáticas até formar os nucleosídeos (Mateo & Stein, 2004).

Os nucleotídeos são os principais meios para que purinas e pirimidinas sejam absorvidas pelas células do tecido epitelial. Este processo se inicia no citoplasma dos hepatócitos, e estão presentes enzimas para síntese de purinas e pirimidinas. Porém, tanto a síntese destas bases quanto a síntese de nucleotídeos requerem alto custo metabólico e necessitam de grande quantidade de energia na forma de ATP (Salati et al., 1984; Uauy, 1989).

Passando pelos enterócitos, os nucleosídeos e nucleotídeos (via salvamento) entram na veia porta hepática, depois são carreados para os hepatócitos para posterior metabolismo. Quando no fígado serão liberados para o sistema circulatório e por fim, nos tecidos musculares. Os produtos do catabolismo das bases pirimidina,  $\beta$ -alanina e  $\beta$ -aminoisobutirato são posteriormente metabolizados em amônia, dióxido de carbono e acetil CoA (Lehninger et al., 2010).

#### *Efeito dos nucleotídeos na morfologia intestinal*

Para que os processos da digestão garantam o aproveitamento de todos os nutrientes providos da dieta, é necessário que o trato gastrintestinal (TGI) esteja saudável e em constante manutenção de sua mucosa pelos processos de descamação que ocorrem durante a digestão e também ao processo natural de maturação (Boleli et al., 2002). Nucleotídeos dietéticos aumentam o crescimento e a maturação das células epiteliais intestinais, conforme evidenciado pelo aumento da formação de proteína na mucosa, DNA, vilosidades no intestino delgado e aumento da taxa das enzimas maltase e lactase, além de também estimularem a diferenciação celular (Uauy et al., 1990; Carver, 1994; Sanderson e He, 1994).

É na primeira porção do intestino, no intestino delgado, que ocorre em quase sua totalidade, a digestão final do alimento e sua absorção. A parede do intestino é revestida pela mucosa intestinal, e nela encontram-se as vilosidades, que são projeções epiteliais digitiformes e as criptas de Lieberkuhn, estruturas semelhantes a glândulas, que se encontram na base das vilosidades. Tanto as vilosidades quanto as criptas possuem três tipos de células: os enterócitos, as células caliciformes e as células enteroendócrinas (Herdt; Cunningham, 2004).

Os enterócitos são células que respondem pela digestão final do alimento e pelo transporte transepitelial dos nutrientes a partir do lúmen. Estas células apresentam processo de maturação que ocorre durante a migração da cripta (base) para o ápice do vilão. Esta maturação está na dependência da síntese de proteínas estruturais, as quais são codificadas pelo genoma das células intestinais (Boleli et al., 2002).

As células caliciformes secretam glicoproteínas e sua função é proteger a mucosa intestinal da ação de enzimas digestivas durante a digestão dos alimentos. O último tipo de célula, as células enteroendócrinas produzem hormônios peptídicos, como a gastrina entérica, a secretina e a colecistoquinina, também produzem monoaminas biogênicas que participam na regulação da digestão, absorção e utilização dos nutrientes. A capacidade absorptiva dos vilões é proporcional ao número de células maduras e ao seu tamanho, sendo este dependente de processos mitóticos para deposição celular (Maiorka et al., 2002).

Embora o TGI esteja anatomicamente completo no estágio embrionário, ocorrem consideráveis alterações após a eclosão, com aumento na taxa de proliferação de enterócitos. Várias são as pesquisas que sugerem que a estimulação do TGI, por diferentes substratos logo após a eclosão, pode acelerar o seu desenvolvimento (Noy e

Pinchasov, 1993). Para o animal ter alto desempenho, precisa que seu organismo tenha rápida proliferação celular, este processo necessita da síntese de bases nitrogenadas, em que envolve tempo e energia. Sendo assim, a suplementação via oral de nucleotídeos torna-se um caminho interessante para a proliferação celular no organismo. Em função do papel que os nucleotídeos apresentam na manutenção da morfologia intestinal e maturação, sua presença na dieta parece ser necessária, principalmente, para a manutenção da estrutura e o crescimento do trato gastrintestinal.

Para comprovar o papel dos nucleotídeos na manutenção da mucosa intestinal, Zhang et al. (2005) trabalharam com frangos de corte aos 21 dias, usando como fonte o extrato de leveduras e, comprovaram que a suplementação com nucleotídeos foi benéfica propiciando maior altura das vilosidades e relação vilo:cripta na mucosa do íleo. Entretanto, Gao et al. (2008), mesmo não encontrando diferenças no ganho de peso e conversão alimentar das aves suplementadas, obtiveram maior altura das vilosidades no duodeno e jejuno. Efeitos semelhantes no trato gastrintestinal foram demonstrados em suínos (Lerner e Shamir, 2000) que, utilizando microscopia eletrônica, observaram aumento da densidade das vilosidades e profundidade de cripta.

De acordo com Abreu et al. (2010), não houve efeito na altura das vilosidades e profundidade das criptas, para os leitões desmamados submetidos a dietas contendo nucleotídeos, tendo efeito apenas para ganho de peso. Lopes et al. (2011) avaliaram o efeito de níveis crescentes de inclusão de levedura de cana-de-açúcar sobre a digestibilidade, desempenho, retenção corporal de nutrientes e o desenvolvimento morfométrico da mucosa intestinal de pintos de corte de um a oito dias e concluíram que a inclusão de levedura até 5% em dietas não afeta o desempenho zootécnico e proporciona melhor desenvolvimento da mucosa intestinal.



### *Nucleotídeos para aves*

Sobre a utilização de nucleotídeos em dietas de frangos de corte, muitos experimentos foram realizados para buscar uma resposta sobre a real eficiência desses para o desempenho animal, usando como fonte, componentes de parede celular vegetal ou produtos adquiridos por empresas.

Rutz et al. (2006) avaliaram o efeito da utilização de um extrato de levedura sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte, de um a 42 dias de idade e verificaram que o extrato de levedura, como fonte de nucleotídeos, demonstrou efeito benéfico no desempenho produtivo de frangos de corte, porém não foi observado efeito positivo sobre o rendimento de carcaça.

Com o objetivo de avaliar o efeito dos diferentes níveis de nucleotídeos sobre o desempenho de frangos de corte alimentados com probióticos, Bruno (2009) utilizou frangos machos da linhagem Ross 308, criados até 42 dias de idade, com dietas contendo seis diferentes níveis de nucleotídeos. Os autores obtiveram efeito positivo no peso corporal e na conversão alimentar das aves testadas, comprovando a eficiência do uso de nucleotídeos nas dietas de frangos de corte.

Silva et al. (2009) avaliaram o desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas e alimentados na fase pré-inicial com ração contendo ou não extrato de leveduras e/ou prebiótico e concluíram que a utilização de extrato de leveduras na ração pré-inicial tem efeito benéfico sobre a conversão alimentar de aves aos 21 dias de idade.

Sakamoto (2009) avaliou a influência da glutamina e nucleotídeos nas dietas de frangos de corte, considerando o desempenho, desenvolvimento e atividade enzimática da mucosa intestinal. Foram avaliados os efeitos de três fontes de ação trófica (L-Gln,

Aminogut e nucleotídeos) associadas à vacinação contra coccidiose, sobre o desempenho do intestino delgado e algumas respostas imunes das aves. Houve efeito negativo da vacinação sobre o desempenho e a morfometria da mucosa intestinal, ao final do período experimental, em que a glutamina e os nucleotídeos mostraram-se eficientes em recuperar perdas epiteliais da mucosa intestinal das aves desafiadas.

Pelícia et al. (2007) avaliaram o efeito da suplementação com nucleotídeos na dieta de frangos de corte sobre o desempenho, rendimento de carcaça e de partes e na morfologia da mucosa do intestino delgado. Os nucleotídeos adicionados à dieta não influenciaram o rendimento de carcaça e partes e na morfologia intestinal aos 42 dias de idade. No entanto, em níveis de 0,05%, os nucleotídeos favoreceram o desempenho dos frangos não diferindo dos animais criados com dieta convencional, com antibióticos promotores de crescimento.

Avaliando os nucleotídeos como potenciais promotores do crescimento de leitões recém-desmamados, por meio de estudos da morfometria de órgãos, histologia do epitélio intestinal e desempenho dos animais, Garcia (2007) não observou efeito dos níveis de nucleotídeos sobre o ganho de peso diário e consumo de ração durante os períodos de experimentação.

## **2. Proteína Ideal**

Os monogástricos adquirem os aminoácidos essenciais por meio da dieta, que juntamente com os aminoácidos não-essenciais são necessários para a síntese de proteínas (Jones et al., 2003). São considerados essenciais ou não-essenciais, de acordo com o critério empregado na conceituação, tais como: espécie, crescimento e certas condições fisiológicas. O aumento da excreção de nitrogênio propicia a ocorrência de

problemas sanitários, a diminuição do desempenho resultando em perdas econômicas, visto que os alimentos proteicos são os ingredientes mais onerosos das rações (Bertechini, 2006).

Na formulação de uma ração para aves e suínos, por muitos anos, usa-se o conceito de proteína bruta, ou seja, o valor de nitrogênio multiplicado pelo fator de conversão de 6,25, porém as dietas acabavam por ter uma quantidade de aminoácidos muito superior ao requerido pelos animais. A produção de aminoácidos sintéticos ofereceu aos nutricionistas a oportunidade de formular rações com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades dos animais.

Os valores de aminoácidos digestíveis dos ingredientes comumente usados estão descritos em tabelas de composição de alimentos, como o *Nutricional Requirement of Poultry* e o Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. A disponibilidade de aminoácidos sintéticos e o conhecimento da digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos favoreceram o surgimento do conceito de proteína ideal, referente a dietas que possuem o perfil de aminoácidos nas proporções exatas da necessidade absoluta de todos os aminoácidos requeridos para a manutenção e deposição máxima de proteína corporal (Bertechini, 2006).

O conceito de proteína ideal (Tabela 1) baseia-se no fornecimento de um balanço ótimo de aminoácidos essenciais, junto com nitrogênio suficiente para a síntese de aminoácidos não-essenciais (Araujo et al., 2001). Neste conceito tendo como base a proteína ideal, todos os aminoácidos são expressos em quantidades ideais tendo um aminoácido como referência, ou seja, um ou o mais limitante para o desenvolvimento do animal.

**Tabela 1.** Relação aminoácido/lisina (%) utilizada para estimar as exigências de aminoácidos de frangos de corte.

Aminoácidos	Idade, dias			
	1 - 21		22 - 42	
	Dig.	Total	Dig.	Total
Lisina	100	100	100	100
Metionina	39	39	40	40
Metionina + Cistina	71	71	72	72
Triptofano	16	16	17	17
Treonina	65	68	65	68
Arginina	105	102	105	102
Glicina + Serina	-	150	-	140
Valina	75	76	77	78
Isoleucina	65	66	67	68
Leucina	108	108	109	109
Histidina	36	36	36	36
Fenilalanina	63	63	63	63
Fenilalanina + Tirosina	115	114	115	114

Fonte: Adaptado de Rostagno et al. (2011)

A lisina é o segundo aminoácido limitante para frangos de corte, por isso estudá-la é extremamente importante. Este é o escolhido como aminoácido referência no conceito de proteína ideal, não apenas por ser o segundo aminoácido limitante, depois da metionina, mas também porque é de fácil análise laboratorial, participa intensamente da deposição de proteína corporal, tem exigência metabólica alta, não possui síntese endógena, não está envolvida nos processos metabólicos e está disponível comercialmente na forma sintética, pois é um aminoácido obtido por meio da fermentação de açúcar integral, ou seja, altamente disponível (Bertechini, 2006).

Vários são os fatores que influenciam sua exigência, como estresse, linhagem, sexo, ambiente térmico, estado sanitário, disponibilidade dos nutrientes, teor de proteína da ração, energia digestível e qualidade dos alimentos utilizados na formulação das rações (Lana et al., 2005). A otimização dos níveis dietéticos da ração melhora significativamente o desempenho dos animais como, ganho de peso, conversão alimentar e deposição de carne magra (Bertechini, 2006). Para que o animal possa

aproveitar os aminoácidos providos da dieta, ele necessitará de tempo e energia, a suplementação com aminoácidos sintéticos não necessita de todo o processo de catabolismo para serem utilizados, ou seja, são absorvidos muito mais rápido do que os aminoácidos da dieta (Longland, 1991).

Para estimar as exigências nutricionais de lisina digestível de frangos de corte machos de um a 42 dias de idade, Goulart et al. (2008) suplementaram uma ração basal deficiente em lisina contendo seis níveis de lisina digestível para cada fase de criação: pré-inicial, inicial e crescimento. Nas três fases, os autores verificaram efeito linear dos níveis de lisina digestível sobre o consumo de ração e efeito quadrático sobre o ganho de peso e a conversão alimentar, e citam que a deficiência de lisina diminuiu a taxa de crescimento e com isso aumentou a conversão alimentar.

Rodrigues et al. (2008) testaram diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (PB) em dietas para frangos de corte na fase inicial de criação. Observou-se comportamento linear do ganho de peso e conversão alimentar nas relações de lisina dentro dos níveis de PB estudados. No ensaio de metabolismo, as relações lisina digestível: proteína bruta apresentaram efeito linear sobre a excreção de nitrogênio (18,5% de PB) e efeito quadrático sobre o coeficiente de retenção de N (15,5% de PB). Além disso, os autores relatam que é possível diminuir os teores de PB nas rações sem afetar o desempenho das aves, diminuindo a excreção de nitrogênio.

Segundo Gomide et al. (2007), avaliando a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas, é possível reduzir o nível proteico da ração na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade) até 16% de PB, suplementada com aminoácidos e fitase, desde que a ração da fase inicial (1 a 21 dias de idade) seja formulada com níveis nutricionais recomendados pela literatura brasileira.

Neto et al. (2009) conduziram um experimento para demonstrar o efeito dos níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. Os níveis de lisina digestível influenciaram, entre as características de desempenho, apenas a conversão alimentar, que melhorou de forma linear de acordo com níveis de lisina da ração. Das características de carcaça e rendimento de cortes, apenas gordura abdominal aumentou de forma quadrática conforme os níveis de lisina.

Para determinar o desempenho de frangos de corte, sexados, submetidos a dietas formuladas pelos conceitos de proteína bruta *versus* proteína ideal, Mendoza et al. (2001) conduziram um experimento com duas dietas experimentais: a primeira foi baseada no conceito de proteína bruta segundo NRC (1994) e a outra dieta foi baseada no conceito de proteína bruta, segundo Han e Baker (1994). Os resultados obtidos indicaram que as aves alimentadas com aminoácidos digestíveis, no conceito de proteína ideal, proporcionaram melhores desempenhos biológico e econômico, em relação àquelas formuladas à base de PB.

Toledo et al. (2004), com o objetivo de avaliar a aplicação dos conceitos de proteína bruta e proteína ideal sobre o desempenho de frangos de corte machos e fêmeas criados no inverno, conduziram um experimento em que as aves foram alimentadas com dietas formuladas pelo conceito de proteína bruta sem suplementação de aminoácidos e proteína ideal (PI), de um a 42 dias de idade nos dois sexos. Os machos do conceito PB consumiram mais ração, porém ganharam menos peso e converteram pior que os PI. Para fêmeas, houve interação para a variável conversão alimentar, sendo que as aves do conceito PI foram mais eficientes que as aves do conceito PB. Na análise econômica dos resultados, foi observado que a formulação de dietas PI para ambos os sexos é mais rentável.

Tendo como objetivo determinar os níveis de lisina digestível em dietas baseadas no conceito de proteína ideal para frangos de corte de um a 21 dias de idade, Cella et al. (2009) avaliaram rações com diferentes níveis de lisina digestível, mantendo sua relação com os aminoácidos met+cys, treonina e triptofano. Houve efeito quadrático dos níveis de lisina sobre o ganho de peso e conversão alimentar das aves, sendo o melhor nível de 1,183% e 1,190% de lisina digestível, respectivamente, porém não houve efeito para consumo de ração, gordura abdominal, composição química corporal, nível de ácido úrico no sangue e umidade e taxa de nitrogênio na cama. Conclui-se que a exigência de lisina digestível, para pintos de corte, machos, no período de um a 21 dias de idade foi de 1,190%.

### **3. Excreção de Nitrogênio**

Embora a proteína e os aminoácidos totais tenham sido utilizados no passado, atualmente é empregada uma metodologia mais adequada para formulação de rações. Isso porque se sabe que o excesso de proteína ou o desequilíbrio entre os aminoácidos podem comprometer o desempenho dos frangos de corte, por promover uma carga excessiva de aminoácidos na circulação sanguínea que, para serem metabolizados, exigem gasto extra de energia, a qual é desviada da produção para os processos de excreção do nitrogênio na forma de ácido úrico (Aleator et al., 2000)

As aves excretam ácido úrico, ao invés de ureia. A enzima carbamil fosfato sintetase é ausente nas aves, com isso elas não conseguem sintetizar a ornitina, que é responsável pelo início e término do ciclo da ureia em mamíferos, então não podem

converter ornitina em citrulina, responsável pela formação da arginina, que é precursora imediata da ureia (razão pela qual a arginina torna-se um aminoácido essencial para aves) (Maiorka, et al., 2002).

Utilizando o conceito de proteína ideal é possível formular rações cada vez mais precisas em relação às exigências nutricionais em cada categoria e fase que o animal se encontra. Tal fato melhora a eficiência de utilização dos nutrientes e reduz a excreção de resíduos nitrogenados ao meio ambiente (Zangeronimo et al., 2006). Nagata et al. (2009) avaliaram o desempenho e a digestibilidade de nutrientes para frangos de corte de um a 21 dias de idade. Os níveis de proteína bruta (PB) utilizados foram: 17%, 19% e 21,1%. Por sua vez, os níveis de energia metabolizável (EMAn) utilizada foram: 2.900 kcal (EMAn)/kg; 3.000 kcal (EMAn)/kg e 3.100 kcal (EMAn)/kg. O ganho de peso das aves foi semelhante em todos os tratamentos, porém observou-se pior conversão alimentar para as aves que receberam a ração com 17,0% de PB. A excreção de nitrogênio reduziu, em média, 16,5 e 22,0%, respectivamente.

A quantidade de proteína na ração ou a falta da mesma, afeta o total de nitrogênio excretado, ou seja, gera alta contaminação ambiental. Sabe-se que do total de nitrogênio ingerido pelas aves, 51,1% ficam retido na carcaça, 30,6% permanecem na cama e 18,3% se volatilizam na forma de amônia (Patterson & Adrizal, 2005). Os problemas da excreção excessiva de nitrogênio são a volatilização do nitrogênio na forma de amônia, podendo prejudicar o desempenho dos animais, podendo causar problemas respiratórios em humanos e contribuir para a chuva ácida; no solo o nitrato pode ser transformado em nitrito, que caso ingerido pode ligar-se à hemoglobina diminuindo o transporte de oxigênio; o excesso de nitrogênio favorece o desenvolvimento desordenado de algas,



que quando são decompostas consomem o oxigênio dissolvido na água, comprometendo o crescimento de outros organismos aquáticos (Aletor et al. 2000).

Pavan et al. (2003) conduziram um experimento com o objetivo de maximizar a produção e a qualidade dos ovos e minimizar a excreção de nitrogênio nas excretas de poedeiras no final do primeiro ciclo de produção, por meio do fornecimento de aporte adequado de proteína bruta (PB) e aminoácidos sulfurados totais (AAST) na dieta. Foram avaliadas as características de desempenho, qualidade dos ovos e excreção de nitrogênio nas excretas. A excreção de nitrogênio foi maior nas aves alimentadas com as rações contendo 17% de PB. Pode-se sugerir que a ração contendo 14% de PB e 0,57% de AAST pode ser utilizada, sem prejuízos no desempenho e na qualidade dos ovos, e ainda contribui para a redução da excreção de nitrogênio no ambiente e do custo da ração.

Zangeronimo et al. (2007) avaliaram o desempenho e excreção de nitrogênio de leitões dos 9 aos 25 kg alimentados com dietas com diferentes níveis de lisina digestível e proteína bruta. Os autores consideraram que a exigência de lisina digestível verdadeira de 1,05% deve ser mantida na formulação de rações com níveis reduzidos de PB com base no conceito de proteína ideal. A manipulação dos níveis de PB e lisina digestível na dieta foi capaz de reduzir em 20 a 25% a excreção de nitrogênio nos dejetos.

Warpechowski et al. (2006) conduziram um experimento com o objetivo de determinar a digestibilidade ileal verdadeira da proteína em frangos de corte em dietas com diferentes níveis de proteína bruta. A perda endógena de PB foi obtida pelo intercepto da regressão linear entre o consumo de alimento e a quantidade de PB colhida no íleo. Os autores concluíram que o coeficiente de digestibilidade ileal aparente

superestima a digestibilidade da proteína em frangos, especialmente em dietas com menor nível proteico.

Dessa forma, é importante considerar o impacto que os níveis e tipos de proteína empregada ou até mesmo a eficiência de sua utilização exerce sobre a excreção de nitrogênio para o ambiente, antes de definir quais os níveis de aminoácidos a serem empregados. O nitrogênio em excesso pode provocar danos ao meio ambiente, porém quando são empregados conceitos de aminoácidos digestíveis e da proteína ideal é possível reduzir a excreção de nitrogênio, além de permitir que rações de menor curso sejam produzidas, mantendo um adequado desempenho dos frangos de corte.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS – ABEF. **Relatório Anual**, p.14, 2009-2010. Disponível em: <[http://www.abef.com.br/portal/\\_clientes/abef/cat/RA\\_2010.pdf](http://www.abef.com.br/portal/_clientes/abef/cat/RA_2010.pdf)>. Acesso em: 15/07/2011.
- ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; SARAIVA, A. et al. Glutamina, nucleotídeos e plasma suíno em rações para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.520-525, 2010.
- ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIEB, E. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies of nutrient utilization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, n.5, p.547-554, 2000.
- ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, C.S.S. et al. Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.2, p.195-202, 2001.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. 1.ed. Lavras: UFLA, 2006. 301p.
- BOLELI I.C.; MAIORKA A.; MACARI M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI M.; FURLAN R.L.; GONZALES E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2002. p.75-96.
- BRUNO, J.B.C. **Efeito dos diferentes níveis de nucleotídeos em frangos de corte alimentados com probióticos**. 2009. 52f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia / Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- CARVER, J. D. Dietary nucleotides: cellular immune, intestinal and hepatic system effects. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.124, n.1, p.144-148, 1994.
- CELLA, P.S.; MURAKAMI, A.E.; FRANCO, J.R.G. Níveis de lisina digestível em dietas baseadas no conceito de proteína ideal para frangos de corte na fase inicial. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.1, p.101-106, 2009.

- GAO, J.; ZHANG, H.J.; YU, S.H. et al. Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions. **Poultry Science**, v.87, p.1377-1384, 2008.
- GARCIA, A. N. **Nucleotídeos como potenciais promotores de crescimento de leitões recém-desmamados**, 2007. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1769-1774, 2007.
- GOULART, C.C.; COSTA, F.G.P.; LIMA NETO, R.C. et al. Exigência de lisina digestível para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.876-882, 2008.
- HAN, Y.; BAKER, D.H. Digestive Lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1739-1745, 1994.
- HERDT, T; CUNNINGHAM, J.G. Fisiologia gastrintestinal de metabolismo. In: HERDT, T. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2004. p.231-238.
- JONES, T.C.; HUNT, R. D.; KING, N.W. **Patologia Veterinária**. 6.ed. São Paulo: Manole, 2003. p.1415.
- LANA, S.R.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1614-1623, 2005.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. Nucleotídeos e ácidos nucleicos. In: LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. (Ed). **Princípios da Bioquímica**. 5.ed. São Paulo: Sarvier, 2010. p.242-268.
- LERNER, A.; SHAMIR, R. Nucleotides in infant nutrition: a must or on option. **IMAJ**, Haifa, 2000. v.2, n.10, p.772-774, 2000.
- LONGLAND, A. C. Digestive enzyme activities in pigs and poultry. In: M. F. Fuller (Ed.) *In Vitro Digestion for Pigs and Poultry*. **CAB International**. Wallingford: U.K., 1991, p.3-18.
- LOPES, C. C.; RABELLO, C. B.; SILVA, V.A. et al. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.33, n.1, p.33-40, 2011.

- MAIORKA A.; BOLELI I.C.; MACARI M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI M, FURLAN RL, GONZALES E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.113-123.
- MATEO, C. D.; STEIN, H. H. Nucleotides and young animal health: can we enhance intestinal tract development and immune function? In: **Biotechnology in the Feed Industry**. Anais Lexington: Nottingham University Press, 2004. v.1, p.159-170.
- MENDOZA, M.O.B.; COSTA, M.P.T.C.; KATZER, L.H. et al. Desempenho de frangos de corte, sexados, submetidos a dietas formuladas pelos conceitos de proteína bruta *versus* proteína ideal. **Ciência Rural**, v.31, n.1, p.111-115, 2001.
- NAGATA, A. K.; RODRIGUES, P. B.; RODRIGUES, K.F. et al. Uso do conceito de proteína ideal em rações com diferentes níveis energéticos, suplementadas com fitase para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.2, p.599-605, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC 1994 - **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C: National Academic Press, 1994. p.155.
- NETO, M.S.T.; TAKEARA, P.; TOLEDO, A.L. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.508-514, 2009.
- NOY, Y.; PINCHASOV, Y. Effect of a single posthatch intubation of nutrients on subsequent early performance of broiler chicks and turkey poults. **Poultry Science**, v.72, p.161-1866, 1993.
- PATTERSON, P.H.; ADRIZAL. Management strategies to reduce air emissions: emphasis-dust and ammonia. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, p.638-650, 2005.
- PAVAN, A.C.; MENDES, A.A.; OLIVEIRA, E.G. et al. Efeito da linhagem e do nível de lisina da dieta sobre a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1732-1736, 2003.
- PELÍCIA, V.C.; SANTORI, J.R.; ZAVARIZE, K.E.; et al. Níveis de nucleotídeos na ração de frangos de corte como alternativa ao uso de antibióticos promotores de crescimento. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, 2007. Santos-SP. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, p.54, 2007.
- RODRIGUES, K.F.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.F. et al. Relação lisina digestível:proteína bruta em dietas para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e metabolismo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.450-457, 2008.

- ROSSI, P.; NUNES, J.K.; RIBEIRO, E.M. et al. Efeito dos minerais orgânicos sobre o desempenho reprodutivo de matrizes pesadas. In: XVI Congresso de Iniciação Científica, IX Encontro de Pós-Graduação. Anais...(CD-ROM). 2007.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011.
- RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; RECH, J.L.R. et al. Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo extrato de leveduras na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.4, p.349-355, 2006.
- SAKAMOTO, M.I. **Desempenho, desenvolvimento e atividade enzimática da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com glutamina e nucleotídeos**. 2009. 117f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos / Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SALATI, L. M.; GROSS, C. J.; HENDERSON, L. M. et al. Absorption and metabolism of adenine, adenosine-5-monophosphate, adenosine and hypoxanthine by the isolated vascularly perfused rat small intestine. **Journal of Nutrition**, v.114, n.4, p.753-760, 1984.
- SILVA, V.K.; SILVA, J.D.T.; GRAVENA, R.A. et al. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo extrato de leveduras e prebiótico e criados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.690-696, 2009.
- SANDERSON, I. R.; HE, Y. Nucleotide uptake and metabolism by intestinal epithelial cells. **Journal of Nutrition**, v.124, n.1, p.131-137, 1994.
- TOLEDO, G.S.; LÓPEZ, J.P.; COSTA, P.T. et al. Aplicação dos conceitos de proteína bruta e proteína ideal sobre o desempenho de frangos de corte machos e fêmeas criados no inverno. **Ciência Rural**, v.34, n.6, p.1927-1931, 2004.
- TURNER, J. L.; S. S. DRITZ; J. E. MINTON. Review: Alternatives to conventional antimicrobials in swine diets. **The Professional Animal Scientist**, v.17, p.217-226, 2001.
- UAUY, R. **Textbook of Gastroenterology and Nutrition in Infance**. New York: Raven Press, Ltda, p.1383-1989.
- UAUY, R.; STRIGEL, G.; THOMAS, R. et al. Effect of dietary nucleosides of growth and maturation of the developing gut in rat. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v.10, n.4, p.497-503, 1990.
- ZHANG, A. W; LEE, B. D.; LEE, S.K. et al. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. **Poultry Science**, v.84, p.1015-1021, 2005.

ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. et al. Redução do nível de proteína bruta da ração suplementada com aminoácidos sintéticos para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.849-856, 2006.

ZANGERONIMMO, M.G.; FIALHO, E.T.; MURGAS, L.D.S. et al. Desempenho e excreção de nitrogênio de leitões dos 9 aos 25 kg alimentados com dietas com diferentes níveis de lisina digestível e proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1382-1387, 2007.

WARPECHOWSKI, M.B.; KESSLER, A.M.; POPHAL, S. et al. Digestibilidade ileal verdadeira da proteína em frangos de corte sob dietas com diferentes níveis de proteína bruta. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.28, n.3, p.281-287, 2006.

WESTWOOD, O.M.R. The scientific basics for health care. London: Yimes **Mirror Internacional Publishers**, p.616. 1999.

## **OBJETIVOS GERAIS**

Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação de nucleotídeos e de níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho, excreção de nitrogênio e na morfologia da mucosa do intestino delgado de frangos de corte.



## **II – Efeito do nucleotídeo no desempenho e morfologia da mucosa intestinal de frangos de corte de 01 a 21 dias de idade, em diferentes níveis proteicos**

**RESUMO** – Os nucleotídeos estão envolvidos em praticamente todos os processos celulares e exercem papel fundamental sobre as funções estruturais, metabólicas, energéticas e regulatórias. O presente estudo foi conduzido na *University of Missouri*, em Columbia, Missouri-EUA. Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação de nucleotídeos e de diferentes níveis de proteína na dieta sobre o desempenho e na morfologia da mucosa do intestino delgado de frangos de corte de um a 21 dias de idade. Em um galpão experimental, foram utilizados 1.350 frangos de corte, machos, da linhagem Ross 780, adquiridos em incubatório comercial, pesados e identificados por anilhas nas asas. Foi usado um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, sendo três níveis de proteína bruta (PB) (18%, 20% e 22%), três níveis de nucleotídeos (0%, 0,1% e 0,2%) e cinco repetições, distribuídos em 45 boxes (1,85 m<sup>2</sup>) com 30 aves cada. Não houve interação ( $P \geq 0,05$ ) da proteína bruta, com a concentração de nucleotídeos para as variáveis: peso vivo (g), comprimento do intestino (cm) e o peso relativo ao peso vivo com o intestino, a bolsa cloacal e com o fígado. Houve efeito linear decrescente da PB ( $P \leq 0,05$ ) para altura das vilosidades no jejuno e efeito linear do nucleotídeo para altura das vilosidades no íleo. Ocorreu redução na concentração de nitrogênio ileal, atingindo o mínimo com 19,31% de PB. De acordo com os resultados encontrados, a suplementação com nucleotídeos pode auxiliar a baixa proteína da dieta aumento a superfície absorptiva das vilosidades do íleo.

**PALAVRAS-CHAVE:** frangos de corte, morfologia intestinal, nitrogênio, nucleotídeo

## **II - Effect of nucleotides on the performance and morphology of the intestinal mucosa of broilers from 01 to 21 days of age, at different protein levels**

**ABSTRACT** – Nucleotides are involved in practically all cellular processes and play an essential role on structural, metabolic, regulatory and energy functions. This study was conducted at the University of Missouri in Columbia, Missouri, USA. The objective was to evaluate the effect of dietary supplementation with nucleotides and at different protein levels on the performance and morphology of the small intestinal mucosa of broilers from 01 to 21 days of age. In an experimental barn, 1350 male Ross 780 broilers were used, purchased at a commercial hatchery, weighed and identified by wing bands. It used a completely randomized 3x3 factorial scheme, with three levels of crude protein (CP) (18%, 20% and 22%), three levels of nucleotides (0%, 0.1% and 0.2%) and five replications, distributed in 45 boxes (1.52 x 1.22 m) with 30 birds each. No significant ( $P \geq 0.05$ ) results were found for the interaction of crude protein (%) with the concentration of nucleotides (%) for the variables: weight (g), intestine length (cm) and relative weight of the body weight (%) with the intestine, liver and bolsa cloacalis. There was a linear decrease of CP ( $P \leq 0.05$ ) for the villus height in the jejunum and linear increase of the nucleotides in villus height in the ileum. Reduction occurred in ileal nitrogen concentration, reaching a minimum with 19.31% CP. According to these results, supplementation with nucleotides can help low-protein diet increase the absorptive surface of the villi of the ileum.

**KEYWORDS:** broilers, intestinal morphology, nitrogen, nucleotide

## Introdução

A alimentação animal corresponde em média a 70% dos custos de produção. Assim, para manter a competitividade do mercado internacional, o setor avícola deve traçar estratégias que possam reduzir estes custos para alcançar a alta produtividade. Somando-se a isso, pelas recentes restrições ao uso de promotores de crescimento nas rações, principalmente pelo mercado europeu, estão sendo realizadas inúmeras pesquisas com produtos alternativos que possam substituir de forma eficiente os promotores de crescimento (Rutz et al., 2006).

Dentre eles destacam-se os nucleotídeos, que estão intimamente ligados com a transcrição e expressão gênica, por serem compostos de bases nitrogenadas, um grupamento fosfato e uma ribose (DNA ou RNA) (Lenninger et al., 2010). Com isso, a suplementação com nucleotídeos torna-se uma hipótese interessante a ser estudada, buscando formulações de dietas para a máxima eficiência de utilização pelos animais, minimizando os custos e a excreção de poluentes, principalmente o nitrogênio.

Realizando estudos com a suplementação de nucleotídeos em dietas de frangos de corte, Dell'Orto et al. (2002) e Yu et al. (2002) encontraram maior desenvolvimento da mucosa intestinal e proliferação das células das criptas, aumento da altura das vilosidades intestinais e melhora na resposta imune com melhor eficiência na absorção dos nutrientes, aumentando o ganho de peso, sendo considerados essencialmente importantes para os enterócitos durante desenvolvimento, maturação e reparo intestinal.

Rutz et al. (2006) utilizaram extrato de levedura como fonte de nucleotídeos nas dietas para frangos de corte e também relataram efeito benéfico da suplementação deste nutriente com aumento no ganho de peso e melhor conversão alimentar. Além disso, o

uso do conceito da proteína ideal, que consiste em uma mistura de aminoácidos capazes de atender, sem excesso nem deficiência, as necessidades absolutas de todos os aminoácidos essenciais requeridos para manutenção e produção animal (Parsons e Baker, 1994) permite obter dietas balanceadas a fim de contribuir para a redução dos efeitos ambientais negativos provocados pelo excesso de aminoácidos na dieta.

Vários pesquisadores têm relatado que é possível reduzir significativamente a proteína bruta nas rações, desde que o perfil adequado de aminoácidos essenciais seja mantido, resultando na melhoria de desempenho e na qualidade ambiental pela redução na excreção de nitrogênio (Zangeronimo et al., 2006; Oliveira et al., 2003; Gasparotto et al., 2001). Deste modo, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da suplementação com nucleotídeos na dieta sobre o desempenho e morfologia da mucosa do intestino delgado de frangos de corte de um a 21 dias de idade, com diferentes níveis proteicos.

## Material e métodos

O estudo foi conduzido na University of Missouri, na cidade de Columbia, Missouri-EUA, com frangos de corte machos, da linhagem Ross 780, de um a 21 dias de idade.

Foram utilizados 45 boxes (1,85 m<sup>2</sup>) para alojar 1.350 aves adquiridas em um incubatório comercial, pesadas e identificadas por anilhas nas asas. Para distribuí-las usou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, sendo três níveis de proteína bruta (PB) (18%, 20% e 22%) e três níveis de nucleotídeos (0%, 0,1% e 0,2%) com cinco repetições de 30 aves cada.

Os boxes continham, aproximadamente, oito cm de maravalha de quinto uso. Água e ração foram fornecidos *ad libitum*. O programa de luz foi contínuo durante todo o período experimental e a temperatura controlada por aquecedores elétricos com termostato. Os cuidados com os animais e protocolo de utilização foram analisados e aprovados pela *University of Missouri Animal Care and Use*.

O produto usado como fonte de nucleotídeos foi o PSB Complex – Ascogen, com 45% de proteína bruta, 2,2 % de gordura, máximo de 3,0% de fibra bruta, 7,2% de cinza e 24% de nucleotídeos totais. Atendendo à recomendação de 1,0 kg Ascogen®/ton ração. A quantidade expressa da fonte de nucleotídeos foi calculada de modo a conter nas rações finais, 0,1 e 0,2% de nucleotídeos totais. A composição das rações experimentais encontra-se na Tabela 2.

Os frangos foram pesados no início e final do experimento (01 e 21 dias) para o cálculo das seguintes variáveis: peso médio, ganho de peso, consumo e conversão

alimentar. A mortalidade foi anotada diariamente e expressa em percentual, pela relação entre o número de aves mortas no período e o número inicial de aves.

**Tabela 2.** Composição e valores calculados das rações para a fase inicial (01-21 dias de idade).

NUCLEOTÍDEOS	PROTEÍNA BRUTA								
	18% PB			20% PB			22% PB		
	0%	0,1%	0,2%	0%	0,1%	0,2%	0%	0,1%	0,2%
<b>INGREDIENTES (%)</b>									
Milho	62,840	62,840	62,840	58,576	58,576	58,576	54,472	54,472	54,472
Farelo de soja	20,993	20,994	20,993	27,435	27,435	27,435	33,430	33,430	33,430
Farelo de trigo	7,315	7,315	7,315	5,751	5,751	5,751	4,230	4,230	4,230
Gordura animal	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Fosfato bicálcio	1,586	1,585	1,586	1,545	1,545	1,545	1,478	1,478	1,478
Farinha de carne	1,230	1,230	1,230	1,230	1,230	1,230	1,376	1,376	1,376
Calcário	0,909	0,909	0,909	0,872	0,872	0,872	0,841	0,841	0,841
Sal	0,490	0,490	0,490	0,491	0,491	0,491	0,489	0,489	0,489
DL-metionina – 98%	0,364	0,364	0,364	0,307	0,307	0,307	0,252	0,252	0,252
HCl-lisina - 99%	0,570	0,570	0,570	0,360	0,360	0,360	0,160	0,160	0,160
L-treonina – 98%	0,349	0,349	0,349	0,267	0,267	0,267	0,188	0,188	0,188
L-arginina – 99%	0,270	0,270	0,270	0,082	0,082	0,082	0,000	0,000	0,000
Premix <sup>1</sup>	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Areia	0,834	0,417	0,000	0,834	0,417	0,000	0,834	0,417	0,000
Fonte de Nucleotídeos 24% <sup>2</sup>	0,000	0,417	0,834	0,000	0,417	0,834	0,000	0,417	0,834
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Proteína bruta <sup>3</sup> (%)	18,00	18,00	18,00	20,00	20,00	20,00	22,00	22,00	22,00
Energia met.(kcal/kg)	3005	3005	3005	3005	3005	3005	3005	3005	3005
Cálcio (%)	0,930	0,930	0,930	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Fósforo disponível(%)	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460
Met.+cist.dig. (%)	0,619	0,619	0,619	0,590	0,590	0,590	0,563	0,563	0,563
Lisina dig.(%)	1,276	1,276	1,276	1,276	1,276	1,276	1,276	1,276	1,276
Treonina dig. (%)	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
Triptofano dig (%)	0,202	0,202	0,202	0,241	0,241	0,241	0,277	0,277	0,277
Valina dig. (%)	0,695	0,695	0,695	0,797	0,797	0,797	0,894	0,894	0,894
Arginina dig. (%)	1,340	1,340	1,340	1,340	1,340	1,340	1,436	1,436	1,436
Histidina dig. (%)	0,439	0,439	0,439	0,500	0,500	0,500	0,557	0,557	0,557
Isoleucina dig. (%)	0,613	0,613	0,613	0,719	0,719	0,719	0,819	0,819	0,819
Sódio(%)	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221

<sup>1</sup> Manganês, 4.0 %; Zinco 4.0 %; Ferro, 2.0 %; Cobre, 4,500 PPM; Iodo, 600 PPM; Selênio, 60 PPM; Vitamina A, 1,400,000 UI/lb; Vitamina D3, 500,000 ICU/lb; Vitamina D3, 3,000 UI/lb; Vitamina B12, 2 mg/lb; Vitamina K3, 150 mg/lb; Riboflavina, 1,200 mg/lb; Tiamina, 200 mg/lb; Ác. D-Pantotênico, 1,200 mg/lb; Niacina, 5,000 mg/lb; Vitamina B6, 250 mg/lb; Ác. Fólico, 125 mg/lb; Colina, 70,000 mg/lb; Biotina, 6 mg/lb.

<sup>2</sup> Fonte de Nucleotídeos - Ascogen®-(PSB Complex – Ascogen) – Recomendação fase inicial (1kg /ton ração).

<sup>3</sup> Baixa Proteína e exigências nutricionais de lisina de acordo com NRC (1994) e sua relação com os aminoácidos;

Aos 21 dias de idade, para as análises histológicas, foram colhidos segmentos de quatro cm do intestino delgado (proximal 2 cm a 2 cm distal ao divertículo de Meckel) de dez aves por tratamento. Com o objetivo de melhor fixar a mucosa intestinal, mantendo sua integridade, as amostras foram lavadas – *flush* – com soro fisiológico e as extremidades de cada segmento foram amarradas com barbante para que fosse injetada uma solução de formalina a 10%.

Posteriormente, as amostras foram transferidas para álcool 70%, desidratadas em uma série crescente de alcoóis, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Com o uso de um micrótomo, foram obtidos cortes de 5 µm de espessura, os quais foram corados com a técnica de hematoxilina e eosina (HE). A altura das vilosidades e profundidade das criptas, foram medidas utilizando o Image-Pro Plus, conforme descrito por Touchette et al. (2002).

Os conteúdos da digesta ileal de cada tratamento foram coletados, homogeneizados, secos em estufa de ventilação forçada por 72h e moídos em peneira de 1 mm para o cálculo da porcentagem de nitrogênio de acordo com AOAC (1984). Após a remoção, os intestinos delgado e grosso foram separados por secções no local onde o duodeno emerge da moela e no início do ceco, sendo posteriormente pesados. Também, foram limpos e pesados os seguintes órgãos: fígado, bolsa cloacal, intestino delgado e intestino grosso.

Os dados obtidos de cada parâmetro foram desdobrados em polinômios ortogonais de forma a permitir a análise de variância e regressão de acordo com suas distribuições, utilizando o programa estatístico Saeg (UFV, 1997). O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_i = \mu + P_i + N_j + P_i \times N_j + e_{ij}$$

Em que:

$Y_i$  = valor observado das variáveis estudadas;

$\mu$  = média geral de todas as observações;

$P_i$  = efeito do nível de proteína bruta  $i$  = (18%; 20%; 22%);

$N_j$  = efeito do nível de nucleotídeos  $j$  = (0%; 0,1%; 0,2%);

$P_i \times N_j$  = interação proteína bruta e nucleotídeos

$e_{ij}$  = erro experimental.

### Resultados e Discussão

O percentual de viabilidade registrado durante todo o período experimental foi de 96,59%. Os resultados para as variáveis de desempenho encontram-se na Tabela 3. Não houve interação ( $P \geq 0,05$ ) entre a proteína bruta (PB) e os níveis de nucleotídeos nos parâmetros avaliados. Para o peso vivo e o consumo de ração foram observados efeitos significativos apenas para os níveis de PB, sendo que os animais submetidos à dieta contendo 18% PB obtiveram o menor resultado em comparação às dietas com 20 e 22% PB.

**Tabela 3.** Valores médios de peso vivo (PV), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, aos 21 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta e nucleotídeos.

	PROTEÍNA BRUTA			CV(%)	Médias±Erro
	18%	20%	22%		
<b>PV (g)</b>	815,14±0,92 <sup>b</sup>	845,27±0,98 <sup>a</sup>	852,72±0,89 <sup>a</sup>	4,54	837,71±1,01
<b>GP (g)</b>	780,78±3,21	811,19±3,19	818,61±3,24	7,53	803,58±2,98
<b>CR (g)</b>	990,79±0,34 <sup>b</sup>	1089,98±0,25 <sup>a</sup>	1090,46±0,31 <sup>a</sup>	6,84	1057,02±0,32
<b>CA (g/g)</b>	1,365±0,009	1,335±0,008	1,306±0,008	2,31	1,335±0,010
	NUCLEOTÍDEOS			CV(%)	Médias±Erro
	0,0%	0,1%	0,2%		
<b>PV (g)</b>	828,23±0,96	851,65±1,01	833,25±0,92	4,54	837,71±1,01
<b>GP (g)</b>	793,04±0,03	808,05±0,05	809,62±0,03	7,53	803,57±2,98
<b>CR (g)</b>	1041,55±0,34	1067,50±0,29	1062,19±0,34	6,84	1057,02±0,32
<b>CA (g/g)</b>	1,329±0,009	1,341±0,007	1,336±0,005	2,31	1,335±0,010
<b>INTERAÇÃO</b>	0,198	0,222	0,176		

\*Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). CV = Coeficiente de Variação.



A falta de nutrientes no estágio inicial de crescimento pode causar inadequado desenvolvimento fisiológico para as aves; este fato teve reflexo no peso dos animais, que foi menor do que o das aves submetidas em níveis mais altos de proteína bruta. O resultado corrobora com Penz (2001), em que o autor recomenda a utilização de uma dieta com maior nível proteico, na fase inicial de desenvolvimento, pois nesta fase os frangos passam por mudanças anatômicas e fisiológicas que os tornam mais sensíveis às suas necessidades nutricionais e, desta forma as perdas sofridas pela ave neste período podem comprometer o seu desempenho final.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Hussein et al. (2001) e Bregendahl et al. (2002) que, ao avaliarem dietas variando entre 17,5% a 23% de proteína bruta para frangos de corte na fase inicial, observaram diminuição no desempenho (peso médio e conversão alimentar) das aves. Os autores afirmam que frangos de corte nesta fase inicial de crescimento são mais sensíveis a reduções nos níveis proteicos da dieta. A resposta dos nucleotídeos no desempenho de frangos de corte foi semelhante à encontrada por Pelícia et al. (2007) que em níveis crescentes de nucleotídeos na dieta de frangos de corte, sem desafio sanitário, também não encontraram efeito da suplementação com nucleotídeos no desempenho das aves aos sete, 21 e 42 dias de idade.

Em suínos alimentados com dietas suplementadas com nucleotídeos, Garcia (2007) não encontrou efeito para ganho de peso e consumo de ração diário durante o período experimental analisado, justificando seus dados pelo fato dos animais não estarem submetidos a desafio sanitário ou nutricional. Em estudo com inclusão de glutamina e nucleotídeos, Zavarize et al. (2008) demonstraram que não houve interação entre ambos para as variáveis de desempenho aos sete, 21 e 42 dias de idade em frangos de corte. Tal

fato pode ter ocorrido pela qualidade do balanço nutricional, e dos ingredientes das rações, além dos baixos desafios sanitários e as práticas de higiene e sanidade atendidas.

Neste estudo, o peso vivo dos animais submetidos a 20%PB não diferiu dos que consumiram a dieta com 22%PB, até os 21 dias de idade. Este fato pode ter sido ocasionado pela adição de nucleotídeos que, mesmo não sendo significativa sua interação com os níveis proteicos foi a única variável que diferiu entre os tratamentos. Avaliando a suplementação de dietas de frangos de corte, com 0,2% de nucleotídeos, Rutz et al. (2006) observaram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar para os frangos quando comparadas com o grupo-controle. Os autores sugerem que o melhor desempenho pode ter ocorrido em decorrência do aumento das vilosidades, propiciado pela ação dos nucleotídeos presentes no extrato de leveduras.

Os dados referentes à morfologia intestinal encontram-se nas Tabelas 4 e 5. Não houve interação entre os níveis de proteína bruta e a porcentagem de inclusão de nucleotídeos nas variáveis: comprimento do intestino (cm) e os pesos relativos (%) do intestino, da bolsa cloacal e do fígado ao peso corpóreo.

**Tabela 4.** Peso relativo do intestino delgado e dos órgãos do trato gastrintestinal ao peso vivo de frangos de corte com 21 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta e nucleotídeos.

	PROTEINA BRUTA			CV(%)	Média (g)
	18%	20%	22%		
Intestino (%)	4,98±2,10	4,86±3,18	4,82±3,29	11,75	4,89±3,29
Bolsa Cloacal (%)	0,27±0,02	0,31±0,06	0,29±0,04	20,05	0,29±0,03
Fígado (%)	2,74±0,12	2,85±0,08	2,79±0,10	13,04	2,81±0,09
	NUCLEOTÍDEOS			CV(%)	Média (g)
	0,0%	0,1%	0,2%		
Intestino (%)	5,02±1,11	4,86±2,15	4,78±2,00	10,98	4,89±3,29
Bolsa Cloacal (%)	0,28±0,07	0,29±0,03	0,30±0,01	22,29	0,29±0,03
Fígado (%)	2,73±0,06	2,80±0,12	2,89±0,09	15,58	2,81±0,09

CV = Coeficiente de variação.

Peso Relativo dos órgãos (%)=(peso do órgão g/peso vivo,g)x100.

Observou-se decréscimo linear (Figura 2) para a altura das vilosidades no jejuno com o aumento da proteína bruta da dieta ( $\hat{Y}=1123,89 - 16,785 x$ ;  $R^2=0,65$ ). Um encurtamento das vilosidades diminui a área de superfície para absorção dos nutrientes, sendo que a taxa de proliferação e o turnover das células epiteliais do intestino delgado, tem grande impacto no requerimento de proteína e energia do animal, sendo este um mecanismo utilizado pelo organismo em situações de excesso ou carência de nutrientes (Maiorka et al., 2002)

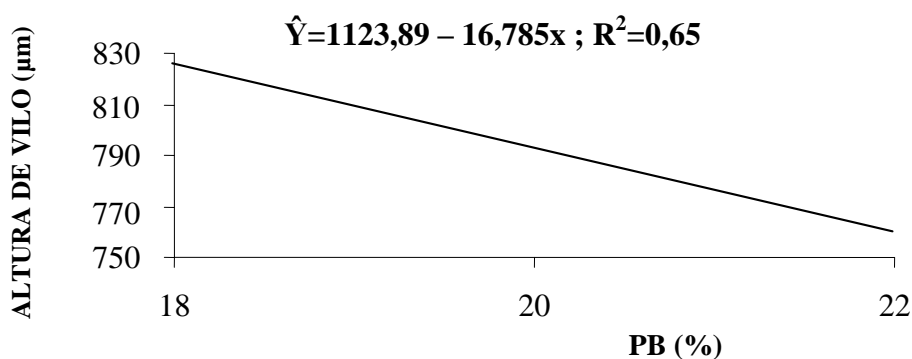
No presente estudo, a presença de 0,2% de nucleotídeos na dieta proporcionou aumento significativo na altura das vilosidades no íleo, com efeito linear em relação ao aumento dos níveis de nucleotídeos ( $\hat{Y} = 584,44 + 426,708 x$ ;  $R^2 = 0,52$ ) (Figura 3). Este fato corrobora com o encontrado por Zhang et al.(2005) que encontraram maior altura das vilosidades e relação vilo:cripta na mucosa do íleo e atribuíram o resultado pela provável ação promotora de crescimento dos extratos de levedura usados como fonte de nucleotídeos.

Estudos histológicos revelam que a cripta é o lugar de regeneração do epitélio e é considerada como uma fábrica para o surgimento de novos vilos o que determinará maior ou menos turnover epitelial e o surgimento de novos tecidos. Além disso, vários trabalhos relatam que há estreita correlação entre a profundidade de cripta e a taxa de proliferação de células epiteliais (Brunsgaard,1998; Yasar and Forber, 1999).

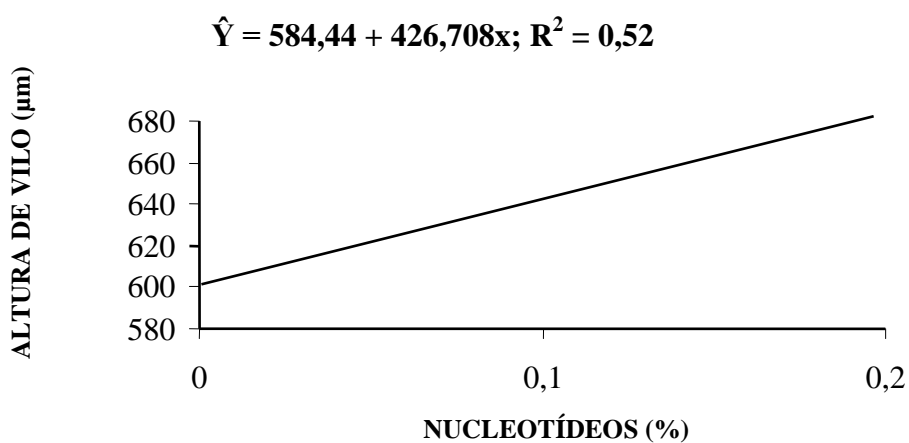
**Tabela 5.** Altura das vilosidades (AV) ( $\mu\text{m}$ ), profundidade das criptas (PC) ( $\mu\text{m}$ ) e relação vilo:cripta (AV:PC), de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta, com ou sem adição de nucleotídeo.

	DUODENO			JEJUNO			ÍLEO		
	AV	PC	AV:PC	AV	PC	AV:PC	AV	PC	AV:PC
<b>PROTEÍNA BRUTA (%)</b>									
<b>18</b>	1680,87±40,85	119,18±3,72	14,10±0,38	807,42±23,25	87,71±2,69	9,21±0,26	617,50±39,15	94,15±4,33	6,56±0,32
<b>20</b>	1723,73±43,24	123,74±4,71	13,93±0,46	801,56±27,09	90,00±3,81	8,91±0,42	653,27±28,09	96,83±4,66	6,75±0,23
<b>22</b>	1640,12±52,42	110,81±5,19	14,80±0,54	747,92±20,11	83,96±3,17	8,91±0,38	610,58±28,06	98,78±3,96	6,18±0,23
<b>NUCLEOTÍDEOS (%)</b>									
<b>0,0</b>	1643,33±41,62	115,27±4,91	14,25±0,53	810,27±20,87	88,58±3,56	9,18±0,34	594,58±27,41	94,47±4,84	6,29±0,28
<b>0,1</b>	1688,11±49,10	118,12±4,86	14,29±0,47	782,00±24,01	88,21±3,28	8,86±0,42	606,85±29,27	94,29±3,23	6,44±0,19
<b>0,2</b>	1713,29±46,67	120,33±4,23	14,24±0,42	764,63±26,54	84,88±2,95	9,01±0,28	679,92±37,30	101,01±4,65	6,73±0,31
<b>INTERAÇÃO</b>	0,315	0,537	0,876	0,411	0,221	0,812	0,598	0,515	0,743
<b>CV (%)</b>	14,95	21,26	41,21	16,43	20,29	32,96	27,29	24,80	36,12
<b>REGRESSÃO</b>	$\hat{Y}_{(PB)} \text{ jejuno AV} = 1123,89 - 16,785 R^2=0,65 (P=0,019)$ $\hat{Y}_{(NUCL)} \text{ íleo AV} = 584,44 + 426,71x R^2 = 0,52 (P=0,040)$								

CV = Coeficiente de variação.



**Figura 2.** Efeito da proteína bruta na altura das vilosidades no jejuno de aves com 21 dias.



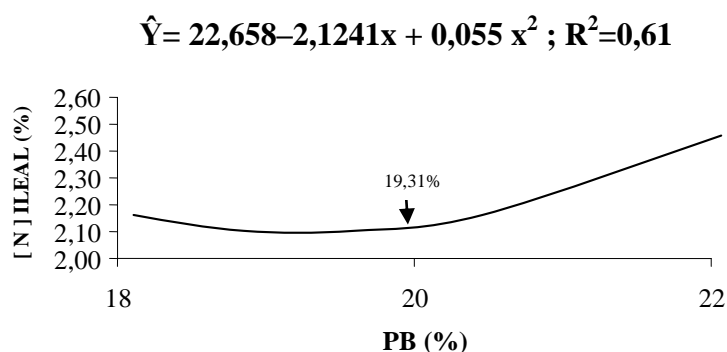
**Figura 3.** Efeito da adição de nucleotídeos na altura das vilosidades no íleo de ave com 21 dias.

Os dados referentes ao nitrogênio ileal encontram-se na Tabela 6. A interação entre os níveis de proteína bruta e a porcentagem de nucleotídeos na dieta não foi significativa em relação à concentração de nitrogênio (%) presente no íleo das aves. Apenas a PB(%) influenciou a concentração de nitrogênio ( $\hat{Y} = 22,658 - 2,1241x + 0,055x^2 ; R^2 = 0,61$ ), como ilustrado na Figura 4, atingindo o mínimo em 19,31% de proteína bruta na ração, segundo a equação obtida.

**Tabela 6.** Concentração de nitrogênio ileal (%) de acordo com as dietas experimentais e suas interações, em frangos de corte aos 21 dias de idade.

<b>Nitrogênio Ileal</b>	
<b>Proteína Bruta (%)</b>	<b>%</b>
<b>18</b>	2,10±0,02
<b>20</b>	2,09±0,03
<b>22</b>	2,53±0,05
<b>CV (%)</b>	12,31
<b>Nucleotídeos (%)</b>	
<b>0,0</b>	2,18±0,03
<b>0,1</b>	2,22±0,06
<b>0,2</b>	2,24±0,05
<b>CV (%)</b>	11,98
<b>INTERAÇÃO</b>	0,433
<b>Regressão</b>	$\hat{Y}_{PB} = 22,658 - 2,1241x + 0,055x^2$ ; R <sup>2</sup> =0,61 (P=0,025)

\*\*CV = Coeficiente de Variação.



**Figura 4.** Concentração de Nitrogênio ileal em relação à proteína bruta da dieta

Dados de pesquisa (Aletor et al., 2000; Bregendahl et al., 2002) relatam que quando o excesso de proteína bruta consumido deprecia o desempenho das aves, eleva o custo de formulação da dieta, incrementa o calor metabólico e contribui para o aumento na excreção de nitrogênio.

Grande parte do nitrogênio que entra no corpo provém da proteína ingerida, a qual é formada por aminoácidos unidos por ligações peptídicas, sendo, então, a quantificação do nitrogênio retido ou excretado pelo animal uma forma de avaliar a exigência em determinado

aminoácido. O nitrogênio gerado pelo catabolismo de aminoácidos é excretado, principalmente sob a forma de ureia (Lehninger, 2010), sendo que a concentração do nitrogênio da ureia plasmática (NUP) indica o grau de excreção de nitrogênio (Chen et al., 1995).

Cella et al. (2009) avaliaram rações com diferentes níveis de lisina digestível, mantendo sua relação com os aminoácidos metionina + cistina, treonina e triptofano, para pintos de corte machos na fase de um a 21 dias de idade. Não foi constatado efeito dos tratamentos no consumo de ração, gordura abdominal, composição química corporal, nível de ácido úrico no sangue e umidade e taxa de nitrogênio na cama. Embora a concentração de ácido úrico não tenha variado, constatou-se, a partir do nível de 1,18% de lisina digestível, tendência de aumento gradativo nos níveis de ácido úrico no sangue. Este resultado decorreu, provavelmente, do excesso de aminoácidos, o que contribuiu para maior catabolismo proteico.

### **Conclusão**

A proteína da dieta e a adição de nucleotídeos não influenciaram o desempenho das aves até os 21 dias de idade, a suplementação com nucleotídeos proporcionou maior altura das vilosidades do íleo.

### **Referências**

ALETOR, V.A. Low-protein amino acidsupplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies of nutrient utilisation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.547-554, 2000.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis**. 14 ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.
- BREGENDAHL, K.; SELL, J.L.; ZIMMERMAN, D.R. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, v.81, p.1156–1167, 2002.
- BRUNSGAARD, G. Weaning and the weaning diet influence the villous height and crypt depth in the small intestine of pigs and alter the concentrations of short chain fatty acids in the large intestine and blood. **Journal of Animal Nutrition**, v.128, p.947–953, 1998.
- CELLA, P.S., MURAKAMI, A.E., FRANCO, J.R. Níveis de Lisina digestível em dietas baseadas no conceito de proteína ideal para frangos de corte na fase inicial. **Ciência Animal Brasileira**, v.10. n.1, p.101-106, 2009.
- CHEN, H.Y.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J. et al. Changes in plasma urea concentration can be used to determine protein requirements of two populations of pigs different protein accretion rates. **Journal Animal Science**, vol.73, p.2631-2639, 1995.
- DELL'ORTO, V.; DI GIANCAMILLO, A.; SAVOINI, G. Influence of nucleotides and glutamine dietary supplementation on gut health of weanling piglets. **Journal of Animal Science**, v.80, n.1, p.220, 2002.
- GARCIA, A. **Nucleotídeos como potenciais promotores de crescimento de leitões recém-desmamados**. 2007.40p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- GASPAROTTO, L.F.; MOREIRA, I.; FURLAN A.C. et al. Exigência de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1742-1749, 2001.
- HUSSEIN, A.S. Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth. **Journal of Applied Poultry Research**, v.10, p.654–362, 2001.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. Nucleotídeos e ácidos nucleicos. In: LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. (Ed). **Princípios da Bioquímica**. 5.ed. São Paulo: Sarvier, 2010. p.242-268.
- MAIORKA A.; BOLELI I.C.; MACARI M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI M, FURLAN RL, GONZALES E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.113-123.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington, D.C.: National Academic Press, 1994. p.222.
- OLIVEIRA, G.C.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Efeito de dietas de baixo teor de proteína bruta, suplementadas com aminoácidos, baseado no conceito de proteína ideal,



- para leitões. In: **XI CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS**. v.33, n.6, p.1747-1757, 2004.
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of non ruminants. In: **REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, p.119-128, 1994.
- PELÍCIA, V.C.; SANTORI, J.R.; ZAVARIZE, K.E.; et al. Níveis de nucleotídeos na ração de frangos de corte como alternativa ao uso de antibióticos promotores de crescimento. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, 2007. Santos-SP. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, p.54, 2007.
- PENZ JR, A.M. Recentes avanços na nutrição de frangos de corte. In: **ENCONTRO TÉCNICO SOBRE AVICULTURA DE CORTE DA REGIÃO DE DESCALVADO**. p.15-46, 2001
- RUTZ F.; ANCIUTI M.A.; RECH J.L.; GONÇALVES F.M.; et al. Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo extrato de levedura na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, p.349-355, 2007
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 5.0 Viçosa, MG: 1997. p.150. (Manual do usuário)
- TOUCHETTE, K. J.; CARROLL, J. A.; ALLEE, G. L.; et al. Effect of spray-dried plasma and lipopolysaccharide exposure on weaned pigs. **Journal Animal Science**, v.80, p.494–501, 2002.
- YASAR, S.; FORBES, J.M. Performance and gastro-intestinal response of broiler chickens fed on cereal grain-based foods soaked in water. **British Poultry Science**, v.40, p.65–76, 1999.
- YU, I.T.; WU, J.F.; YANG, P.C.; et al. Roles of glutamine and nucleotides in combination in growth, immune responses and FMD antibody titres of weaned pigs. **Animal Science**, v.75, p.379-385, 2002.
- ZHANG, A. W; LEE, B. D.; LEE, S.K. et al. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. **Poultry Science**, v.84, p.1015-1021, 2005.
- ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. et al. Redução do nível de proteína bruta da ração suplementada com aminoácidos sintéticos para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.849-856, 2006.
- ZAVARIZE, K.C. **Glutamina e nucleotídeos na dieta de frangos de corte criados no sistema aleternativo**. 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia / Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

### **III – Desempenho e morfologia intestinal de frangos de corte na fase de crescimento, com e sem adição de nucleotídeos na dieta, em diferentes níveis proteicos**

**RESUMO** – O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Maringá. Com o objetivo de avaliar o desempenho e a morfologia intestinal de frangos de corte na fase de crescimento, com e sem adição de nucleotídeos na dieta, em diferentes níveis proteicos. Foram utilizados 868 pintos de cortes machos de 21 dias de idade, da linhagem Cobb, em um delineamento inteiramente casualizado, e as dietas foram: controle com alta proteína e baixa proteína, com 18,86% e 16,80% de proteína bruta, respectivamente, ambas sem nucleotídeos, respeitando a exigência de 1,062% de lisina digestível, e cinco tratamentos com adição de 0,5 kg de nucleotídeos/ton de ração, com diferentes níveis de lisina digestível: 1,262%, 1,162%, 1,062%, 0,962% e 0,862%, todos formulados com base na dieta de baixa proteína (16,80%), com quatro repetições cada. O consumo alimentar (g) diminuiu linearmente ( $P \leq 0,05$ ) no período de 20 a 27, de 20 a 35 e de 20 a 42 dias de idade, em que aumentando os níveis de lisina digestível na dieta, observou-se diminuição no consumo de ração. A conversão alimentar teve efeito quadrático ( $P \leq 0,05$ ) para as aves do período de 20 a 27, de 20 a 35 e de 20 a 42 dias de idade, diminuindo à medida que os níveis de lisina digestível aumentaram, atingindo o mínimo com 1,119; 1,187 e 1,132% de lisina digestível, respectivamente. A dieta com 1,062% de lisina digestível não diferiu ( $P > 0,05$ ) do controle negativo, para altura das vilosidades e profundidade de cripta, no duodeno. Os resultados encontrados foram ocasionados pela melhora na integridade intestinal das aves.

**PALAVRAS-CHAVE:** análise histológica, conversão alimentar, proteína ideal, rendimento de carcaça

### **III – Performance and morphology of the intestinal mucosa of broilers during growth, with or without nucleotides, at different protein levels**

**ABSTRACT** – The experiment was conducted at the State University of Maringá, to evaluate the performance and intestinal morphology of growing broilers, with and without addition of nucleotides in the diet at different protein levels. A total of 868 21-day-old male Cobb broiler chicks were used in a completely randomized design. The diets were: control with high crude protein (18.86%) and low crude protein (16.80%), both without nucleotides, meeting the requirement of 1.062% digestible lysine; and five treatments with the addition of 0.5 kg of nucleotides/ton of feed, with different levels of digestible lysine (1.262%, 1.162%, 1.062%, 0.962% and 0.862%), all formulated based on the low-protein diet (16.80%), with four replications each. Feed intake (g) decreased linearly ( $P \leq 0.05$ ) in the period from 20 to 27, 20 to 35, and 20 to 42 days of age; feed intake decreased by increasing levels of lysine in the diet. Feed-to-gain ratio showed a quadratic effect ( $P \leq 0.05$ ) for birds of the period from 20 to 27, 20 to 35 and 20 to 42 days of age, decreasing as levels of digestible lysine increased, with minimum levels reaching 1.119%, 1.187% and 1.132% digestible lysine, respectively. The diet with 1.062% of lysine did not differ ( $P > 0.05$ ) from the negative control for villus height and crypt depth in the duodenum. The results were caused by the improvement in the gut integrity of the birds.

**KEYWORDS:** histologic analysis, feed-to-gain ratio, ideal protein, carcass yield

## Introdução

A produção animal tem usado, constantemente, antimicrobianos como melhoradores de desempenho para as diferentes espécies animais (Bellaver, et al. 2002). Contudo, seu uso está sendo banido em diversos países, pela possível resistência bacteriana existente (Pedroso et al. 2005). Os consumidores exigem segurança alimentar, com isso a comunidade acadêmica tem estudado produtos alternativos que possam substituir os antimicrobianos e ainda assim garantir eficiência no desempenho animal.

A suplementação com nucleotídeos é especialmente importante no desenvolvimento de tecidos com rápido *turnover* celular, tanto quanto a capacidade de síntese endógena não é suficiente para responder às maiores necessidades, como em períodos de rápido crescimento e após agressões no organismo, tais como doenças ou traumas (Bueno et al., 1994). Por ter rápida taxa de proliferação celular e alta atividade metabólica, a mucosa intestinal, a medula óssea e as células do sistema imune têm limitada capacidade de síntese de bases púricas e pirimidínicas, nucleosídeos e nucleotídeos pela via “de novo” (Creamer, 1967).

Sabe-se que o desenvolvimento da mucosa intestinal é decorrente de dois eventos citológicos primários associados: renovação celular (proliferação e diferenciação), resultante das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes localizadas na cripta e ao longo dos vilos e a perda de células por descamação (extrusão), que ocorre naturalmente no ápice dos vilos (Uni, 2000).

O equilíbrio entre esses dois processos é determinado pela taxa de renovação constante, portanto, determinando a capacidade digestiva, de absorção e maturação intestinal. O *turnover* proteico é definido como a contínua quebra e reposição de proteínas celulares, o qual provê fluxo necessário para reposição e adaptação metabólica e é considerado mecanismo homeostático importante para sobrevivência animal (Bueno et al., 1994). Para

que esta suplementação proteica seja adequada às exigências nutricionais dos animais, faz-se uso do conceito da proteína ideal, que consiste em uma mistura de aminoácidos capazes de atender, sem excesso nem deficiência, às necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção animal (Parsons e Baker, 1994), permite obter dietas balanceadas contribuindo para a redução dos efeitos negativos provocados pelo excesso de aminoácidos na dieta.

Sendo a síntese proteica controlada pelos ácidos nucleicos - DNA e RNA (constituídas por cadeias de nucleotídeos), pode-se considerar a hipótese de que a suplementação de nucleotídeos nas dietas possa oferecer melhorias a estrutura e função do intestino. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho e a morfologia intestinal de frangos de corte na fase de crescimento, com e sem adição de nucleotídeos na dieta, em diferentes níveis proteicos.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá, sob aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal – CEEA/UEM (Registro N°047/2006), no mês de outubro de 2009.

Foram utilizados 28 boxes de 2,5 m<sup>2</sup> com 868 pintos de cortes machos de 21 dias de idade, da linhagem Cobb, sendo alojadas 31 aves/boxe. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, divididos em oito tratamentos: controle negativo com 18,86% de PB, controle positivo com 16,80% de PB e cinco tratamentos com 16,80% de PB + 0,01% de nucleotídeos e diferentes níveis de inclusão de lisina digestível, sendo eles: 0,862%, 0,962%, 1,062%, 1,162% e 1,262%, com quatro repetições por tratamento. A composição das rações experimentais encontra-se na Tabela 7.

**Tabela 7.** Composição e valores calculados das rações para a fase crescimento (21-42 dias de idade).

INGREDIENTES %	CONTROLE		NÍVEIS DE LISINA (%)				
	ALTA PB	BAIXA PB	0,862%	0,962%	1,062%	1,162%	1,262%
Milho grão	65,04	72,45	74,54	72,02	72,45	72,88	73,30
Soja farelo 45%	28,03	21,21	20,21	22,07	21,21	20,35	19,49
Fosfato bicálcio	1,82	1,86	1,86	1,85	1,86	1,87	1,87
Calcário	0,84	0,87	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87
Óleo de soja	2,95	1,60	1,38	1,76	1,60	1,44	1,28
Suplemento Mineral <sup>1</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento Vitamínico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
DL-metionina-98%	0,245	0,298	0,156	0,216	0,298	0,380	0,462
L-lisina HCl-99%	0,285	0,489	0,258	0,333	0,489	0,645	0,801
L-treonina-98%	0,079	0,175	0,042	0,090	0,175	0,260	0,346
L-triptofano – 98%	0,000	0,039	0,004	0,013	0,039	0,063	0,089
L-valina	0,060	0,164	0,021	0,072	0,164	0,255	0,347
L-arginina-99%	0,000	0,199	0,000	0,059	0,199	0,339	0,480
Inerte	0,100	0,100	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Fonte de Nucleotídeos-24% <sup>3</sup>	0,000	0,000	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>VALORES CALCULADOS</b>							
Proteína bruta (%)	18,86	16,80	15,98	16,80	16,80	16,80	16,80
Energia met.aves (kcal/kg)	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15
Cálcio (%)	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Fósforo disponível (%)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Met.+cist dig. (%)	0,765	0,765	0,621	0,693	0,765	0,837	0,909
Lisina dig.a (%)	1,062	1,062	0,862	0,962	1,062	1,162	1,262
Treonina dig.(%)	0,690	0,690	0,560	0,625	0,690	0,755	0,820
Triptofano dig. (%)	0,199	0,199	0,161	0,180	0,199	0,217	0,236
Valina dig. (%)	0,818	0,818	0,664	0,741	0,818	0,895	0,972
Arginina dig. (%)	1,118	1,115	0,905	1,010	1,115	1,220	1,325
Histidina dig. (%)	0,460	0,404	0,399	0,413	0,404	0,396	0,388
Isoleucina dig. (%)	0,780	0,658	0,643	0,675	0,658	0,641	0,624
Sódio (%)	0,197	0,195	0,195	0,195	0,195	0,194	0,194

<sup>1</sup> Suplemento mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 10.000,00 mg; Cobre 16.000,00 mg; Iodo 2.400,00 mg; Zinco 100.000,00 mg; Manganês 140.000,00 mg; Selênio 400,00 mg; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

<sup>2</sup> Suplemento Vitamínico Inicial (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 7.000.000,00 UI; Vit. D3 2.200.000,00 UI; Vit.E 11.000,00 mg; Vit. K3 1.600,00 mg; Vit. B1 2.000,00 mg; Vit. B2 5.000,00 mg; Vit. B12 12.000,00 mcg; Niacina 35.000,00 mg; Ácido Pantotênico 13.000,00 mg; Ácido Fólico 800,00 mg; Antioxidante 100.000,00; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

<sup>3</sup> Fonte de nucleotídeos - Ascogen® – (PSB Complex – Ascogen) – Recomendação para fase de crescimento (0,05kg/ton.de ração) .

O produto usado como fonte de nucleotídeos foi o PSB Complex – Ascogen®, com 45% de proteína bruta, 2,2 % de gordura, máximo de 3,0% de fibra bruta, 7,2% de cinza e 24% de nucleotídeos totais. Atendendo à recomendação de 0,5 kg Ascogen/ton.de ração para frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

O programa de luz foi contínuo, durante os primeiros dez dias e o restante do período com 23h de luz/dia. Usou-se cama de palha de arroz de primeiro lote, água e ração fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental, sendo estas formuladas de modo a atender às exigências nutricionais, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005).

As temperaturas médias (máxima e mínima) dentro do galpão foram de 35 e 17°C, respectivamente, com umidade relativa média de 75%. O percentual de viabilidade registrado durante todo o período experimental foi de 99,2%. Os frangos foram pesados, semanalmente, para calcular as seguintes variáveis: peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. A mortalidade foi anotada diariamente e expressa em percentual, pela relação entre o número de aves mortas no período e o número inicial de aves.

Aos 35 dias de idade, para as análises histológicas, foram colhidos segmentos de três cm do duodeno, do jejuno e do íleo de oito aves por tratamento. Cortados transversalmente e longitudinalmente, abertos pela sua borda mesentérica, lavados e estendidos pela túnica serosa, os quais foram fixados em solução de formol a 10% por 24h e lavados em água corrente por mais 24h. Posteriormente, foram transferidos para álcool 70%, desidratados em uma série crescente de alcoóis, diafanizados em xilol e incluídos em parafina.

Com o uso do micrótomo foram obtidos cortes de sete ( $\mu\text{m}$ ) de espessura, os quais foram corados com a técnica de hematoxilina e eosina. Nestes cortes, com microscópio ótico acoplado a sistema analisador de imagens (Motic Images Plus 2.0) e a um computador, foram medidas a altura das vilosidades e a profundidade das criptas, para determinação da relação vilosidade/cripta. As medidas de altura das vilosidades foram tomadas a partir da região basal coincidente com a porção superior das criptas, de sua base até a região de transição cripta: vilosidade (Loddi, 1998).

Foram coletados os seguintes órgãos: fígado, intestino delgado e intestino grosso. O fígado foi pesado imediatamente após ter sido retirado. Após remoção dos intestinos, delgado e grosso, estes foram separados por secções no local onde o duodeno emerge da moela e no início do ceco, sendo posteriormente pesados e medidos. O comprimento do intestino grosso foi considerado como o comprimento do cólon e reto somado ao comprimento dos cecos.

Aos 42 dias de idade, para o rendimento de carcaça e seus respectivos cortes, oito aves de cada tratamento (duas aves/box) foram submetidas a jejum alimentar por 6h e abatidas através de atordoamento por choque elétrico (220W) e posterior sangria, que foi efetuada no abatedouro experimental na Universidade Estadual de Maringá. Para o cálculo do rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso vivo das aves, que foram pesadas individualmente antes do abate.

As aves foram identificadas por anilhas numeradas colocadas na asa. Para o rendimento dos cortes nobres, foi considerado o rendimento do peito inteiro com pele e ossos, asas e pernas (coxa e sobrecoxa com ossos e pele), que foram calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Os dados obtidos de cada parâmetro dos níveis de lisina digestível foram desdobrados em polinômios ortogonais de forma a permitir a análise de variância e regressão de acordo com suas distribuições. Para compará-los foram usados dois controles: alta e baixa proteína bruta, em que foram submetidos ao teste de Dunnett 5%, utilizando o programa estatístico Saeg (UFV, 1997).

O modelo estatístico adotado foi:  $Y_i = \mu + T_i + e_{ij}$

Em que:

$Y_i$  = valor observado das variáveis estudadas;

$\mu$  = média geral de todas as observações;



$T_i$  = efeito do nível  $i$  de lisina digestível  $i$ , sendo  $i = 1,262\%$ ;  $1,162\%$ ,  $1,062\%$ ,  $0,962\%$  e  $0,862\%$ .

$e_{ij}$  = erro experimental.

### **Resultados e Discussão**

Pela análise de regressão, excluindo as dietas-controle de baixa e alta proteína bruta, observou-se efeito ( $P \leq 0,05$ ) das dietas com nucleotídeos de acordo com os níveis de lisina digestível, para consumo (CR) e conversão alimentar (CA) de 20 a 27, 20 a 35 e 20 a 42 dias (Tabela 8).

As equações de regressão para os níveis de lisina encontram-se nas Figuras 5 a 10. O consumo alimentar (g) apresentou efeito linear decrescente ( $P \leq 0,05$ ), para as aves de 20 a 27, 20 a 35 e para 20 a 42 dias de idade, em que aumentando os níveis de lisina digestível na dieta, observou-se diminuição no consumo de ração.

A conversão alimentar (g/g) apresentou efeito quadrático ( $P \leq 0,05$ ) para as aves de 20 a 27, 20 a 35 e para 20 a 42 dias de idade, diminuindo à medida que os níveis de lisina digestível aumentaram, atingindo o mínimo com 1,119%, 1,187% e 1,132% de lisina digestível, respectivamente.

Para comparar as dietas de níveis de lisina digestível com os grupos-controle, usou-se o teste de Dunnett a 5% de probabilidade. O primeiro teste de comparação foi em relação ao controle com alta proteína bruta (18,86%) sem nucleotídeos, com as dietas de baixa proteína bruta com adição nucleotídeos. (Tabela 8)

O peso vivo (g) aos 27 dias de idade foi maior para as aves que consumiram a dieta-controle (18,86%PB), porém aos 35 dias de idade, as dietas com os níveis de 1,062 % e 1,262% de lisina digestível, ambas de baixa proteína, com 0,5 kg de Ascogen/ton, foram

semelhantes ( $P < 0,05$ ) à dieta-controle, evidenciando assim, efeito benéfico do uso de nucleotídeos na dieta do frango de corte. O consumo de ração foi maior apenas para o tratamento com 0,862% de lisina digestível, provavelmente pelas aves estarem consumindo a ração que apresentava a menor porcentagem de proteína bruta (15,98%PB). A conversão alimentar foi menor em todas as idades, para o controle com alta porcentagem de PB.

Os dados encontrados concordam com Rutz et al. (2006), em que observaram melhora no desempenho de frangos de corte ao fornecerem extrato de leveduras aos animais e atribuíram o melhor desempenho, ao efeito benéfico dos nucleotídeos presentes no extrato de leveduras. Por outro lado, Zavarize et al. (2007) não observaram melhora no desempenho de frangos de corte recebendo dieta suplementada com 0,05% nucleotídeos quando comparado aos animais que receberam dieta não-suplementada.

O segundo teste de comparação foi em relação ao controle sem nucleotídeos e 16,80% de PB, com as dietas de baixa proteína bruta com adição nucleotídeos (Tabela 9). O consumo de ração (g) da dieta com 1,162% de lisina digestível, para 20 a 27 dias e 20 a 35 dias de idade foi menor ( $P \leq 0,05$ ) do que a dieta-controle testada, fato este não observado para as outras dietas. Na conversão alimentar apenas o menor nível de lisina digestível – 0,862% - diferiu da dieta-controle, apresentando a pior conversão alimentar.

Tal fato pode ser explicado pela lisina ser um aminoácido limitante, ou seja, sua redução, no caso abaixo do recomendado para um ótimo desenvolvimento da ave, também compromete o balanceamento de outros aminoácidos, aumentando os valores de CA, entre outras variáveis. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) para as demais variáveis analisadas de 20 a 42 dias.

Toledo et al. (2004) conduziram dois experimentos com o objetivo de avaliar o desempenho e analisar a viabilidade econômica entre dois conceitos proteicos (proteína bruta

e proteína ideal) e duas linhagens de frangos de corte (Hybro G e Hybro PG) criados no período de inverno. Os machos alimentados no conceito de proteína bruta consumiram mais ração e a provável explicação para o maior consumo de ração destas aves, é a de que o consumo também pode ser influenciado pelo teor de proteína da dieta.

Além disso, os mesmos autores observaram que as aves alimentadas com o conceito de proteína ideal ganharam mais peso tanto na fase inicial, como no período total do experimento, com CA significativa no período total. Tal fato mostra que deve ter ocorrido melhor balanceamento de energia/aminoácido das dietas baseadas no conceito de proteína ideal, pois embora as aves alimentadas com o conceito de proteína bruta tenham consumido no período total, mais alimento do que as aves alimentadas com o conceito de proteína ideal, aquelas ganharam menos peso e apresentaram CA pior, provavelmente pelo gasto de energia para eliminar os catabólitos de nitrogênio ou, pela digestibilidade dos aminoácidos existentes nos ingredientes da ração.

Todavia, os valores encontrados neste estudo indicam efeito benéfico do uso de nucleotídeos no desempenho de frangos de corte, pois não houve efeito significativo para peso vivo ao final do experimento.

**Tabela 8.** Peso vivo, ganho de peso, consumo e conversão alimentar de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível, com nucleotídeos, comparados com a dieta-controle positivo

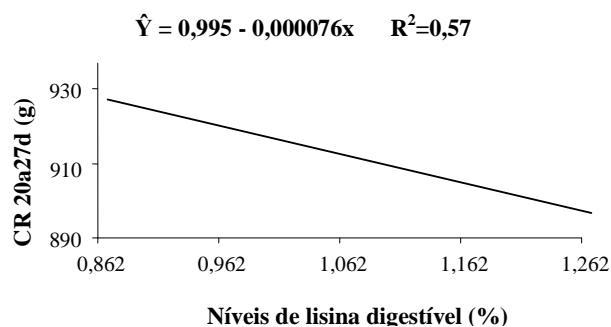
	CONTROLE	16,80% PB + NUCLEOTÍDEOS					CV(%)	EFEITO	
	18,86% PB (sem Nucleotídeos)	Níveis de Lisina Digestível						L	Q
		0,862%	0,962%	1,062%	1,162%	1,262%			
<b>Peso Vivo (g)</b>									
20 dias	750±0,01	740±0,02	740±0,12	740±0,04	740±0,03	740±0,23	0,98	0,288	0,098
27 dias	1290±0,38 <sup>a</sup>	1250±0,44 <sup>b</sup>	1260±0,17 <sup>b</sup>	1260±0,14 <sup>b</sup>	1250±0,55 <sup>b</sup>	1260±0,57 <sup>b</sup>	0,96	0,987	0,222
35 dias	1980±0,42 <sup>a</sup>	1900±0,28 <sup>b</sup>	1900±0,15 <sup>b</sup>	1930±0,28 <sup>a</sup>	1900±0,19 <sup>b</sup>	1930±0,29 <sup>a</sup>	1,69	0,312	0,932
42 dias	2610±0,20	2510±0,23	2540±0,18	2570±0,10	2500±0,17	2540±0,19	1,85	0,875	0,542
<b>Ganho de Peso (g)</b>									
20 a 27 dias	550±0,67	510±0,33	520±0,35	530±0,30	510±0,55	520±0,41	2,74	0,159	0,120
20 a 35 dias	1240±0,18	1160±0,49	1160±0,37	1200±0,31	1160±0,27	1190±0,44	3,02	0,389	0,642
20 a 42 dias	1870±0,10	1770±0,41	1810±0,42	1830±0,40	1760±0,39	1800±0,55	2,77	0,442	0,645
<b>Consumo de ração(g)</b>									
20 a 27 dias	910±0,21 <sup>a</sup>	940±0,27 <sup>a</sup>	900±0,51 <sup>a</sup>	920±0,29 <sup>a</sup>	890±0,25 <sup>a</sup>	900±0,30 <sup>a</sup>	2,30	<b>0,001</b>	0,754
20 a 35 dias	2120±0,15 <sup>a</sup>	2180±0,19 <sup>b</sup>	2090±0,67 <sup>a</sup>	2140±0,38 <sup>a</sup>	2070±0,30 <sup>a</sup>	2110±0,29 <sup>a</sup>	2,18	<b>0,001</b>	0,365
20 a 42 dias	3490±0,33 <sup>a</sup>	3630±0,25 <sup>b</sup>	3520±0,58 <sup>a</sup>	3600±0,15 <sup>a</sup>	3430±0,61 <sup>a</sup>	3520±0,59 <sup>a</sup>	1,95	<b>0,002</b>	0,152
<b>Conversão Alimentar (g/g)</b>									
20 a 27 dias	1,641±0,36 <sup>a</sup>	1,858±0,39 <sup>b</sup>	1,735±0,46 <sup>b</sup>	1,754±0,07 <sup>b</sup>	1,749±0,12 <sup>b</sup>	1,755±0,54 <sup>b</sup>	2,74	0,987	<b>0,001</b>
20 a 35 dias	1,704±0,07 <sup>a</sup>	1,884±0,50 <sup>b</sup>	1,809±0,48 <sup>b</sup>	1,795±0,25 <sup>b</sup>	1,781±0,27 <sup>b</sup>	1,775±0,44 <sup>b</sup>	3,02	0,524	<b>0,000</b>
20 a 42 dias	1,875±0,03 <sup>a</sup>	2,005±0,55 <sup>b</sup>	1,948±0,29 <sup>b</sup>	1,966±0,30 <sup>b</sup>	1,945±0,50 <sup>b</sup>	1,958±0,57 <sup>b</sup>	2,77	0,497	<b>0,003</b>
<b>REGRESSÃO</b>		$\hat{Y}_{CR\ 20-27\ dias} = 0,995 - 0,000076x \quad R^2=0,57$ $\hat{Y}_{CR\ 20-35\ dias} = 2,308 - 0,0000175x \quad R^2=0,68$ $\hat{Y}_{CR\ 20-42\ dias} = 3,869 - 0,000307x \quad R^2=0,62$ $\hat{Y}_{CA\ 20-27\ dias} = 3,826 - 3,742x + 1,671x^2 \quad R^2=0,56 \quad / \text{ ponto de mínimo}=1,119\% \text{ Lisina digestível}$ $\hat{Y}_{CA\ 20-35\ dias} = 3,176 - 2,364x + 0,996x^2 \quad R^2=0,65 \quad / \text{ ponto de mínimo}=1,187\% \text{ Lisina digestível}$ $\hat{Y}_{CA\ 20-42\ dias} = 3,768 - 3,234x + 1,429x^2 \quad R^2=0,50 \quad / \text{ ponto de mínimo}=1,132\% \text{ Lisina digestível}$							

\* Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Dunnet ( $P \leq 0,05$ ). CV = Coeficiente de Variação. EFEITO L = linear; Q = quadrático. CONS=consumo alimentar; CA=conversão alimentar.

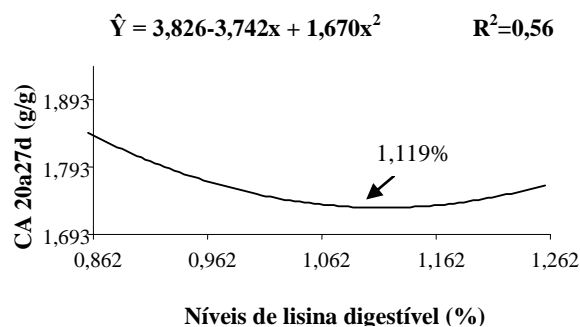
**Tabela 9.** Peso vivo, ganho de peso, consumo e conversão alimentar de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível, com nucleotídeo, comparados com a dieta-controle negativo

	CONTROLE	16,80% PB + NUCLEOTÍDEOS					CV(%)	EFEITO	
	16,80% PB (sem nucleotídeos)	Níveis de Lisina Digestível						L	Q
		0,862%	0,962%	1,062%	1,162%	1,262%			
<b>Peso Vivo (g)</b>									
20 dias	750±0,01	740±0,02	740±0,12	740±0,04	740±0,03	740±0,23	0,98	0,288	0,098
27 dias	1290±0,38 <sup>a</sup>	1250±0,44 <sup>b</sup>	1260±0,17 <sup>b</sup>	1260±0,14 <sup>b</sup>	1250±0,55 <sup>b</sup>	1260±0,57 <sup>b</sup>	0,96	0,987	0,222
35 dias	1980±0,42 <sup>a</sup>	1900±0,28 <sup>b</sup>	1900±0,15 <sup>b</sup>	1930±0,28 <sup>a</sup>	1900±0,19 <sup>b</sup>	1930±0,29 <sup>a</sup>	1,69	0,312	0,932
42 dias	2610±0,20	2510±0,23	2540±0,18	2570±0,10	2500±0,17	2540±0,19	1,85	0,875	0,542
<b>Ganho de Peso (g)</b>									
20 a 27 dias	520±0,67	510±0,33	520±0,35	530±0,30	510±0,55	520±0,41	2,74	0,159	0,120
20 a 35 dias	1190±0,45	1160±0,49	1160±0,37	1200±0,31	1160±0,27	1190±0,44	3,02	0,389	0,642
20 a 41 dias	1790±0,48	1770±0,41	1810±0,42	1830±0,40	1760±0,39	1800±0,55	2,77	0,442	0,645
<b>Consumo de ração (g)</b>									
20 a 27 dias	920±0,24 <sup>a</sup>	940±0,27 <sup>a</sup>	900±0,51 <sup>a</sup>	920±0,29 <sup>a</sup>	890±0,25 <sup>b</sup>	900±0,30 <sup>a</sup>	2,30	<b>0,001</b>	0,754
20 a 35 dias	2150±0,12 <sup>a</sup>	2180±0,19 <sup>a</sup>	2090±0,67 <sup>a</sup>	2140±0,38 <sup>a</sup>	2070±0,30 <sup>b</sup>	2110±0,29 <sup>a</sup>	2,18	<b>0,001</b>	0,365
20 a 41 dias	3530±0,49 <sup>a</sup>	3630±0,25 <sup>a</sup>	3520±0,58 <sup>a</sup>	3600±0,15 <sup>a</sup>	3430±0,61 <sup>b</sup>	3520±0,59 <sup>a</sup>	1,95	<b>0,002</b>	0,152
<b>Conversão Alimentar (g/g)</b>									
20 a 27 dias	1,770±0,66 <sup>a</sup>	1,858±0,39 <sup>b</sup>	1,735±0,46 <sup>a</sup>	1,754±0,07 <sup>a</sup>	1,749±0,12 <sup>a</sup>	1,755±0,54 <sup>a</sup>	2,74	0,987	<b>0,001</b>
20 a 35 dias	1,804±0,04 <sup>a</sup>	1,884±0,50 <sup>b</sup>	1,809±0,48 <sup>a</sup>	1,795±0,25 <sup>a</sup>	1,781±0,27 <sup>a</sup>	1,775±0,44 <sup>a</sup>	3,02	0,524	<b>0,000</b>
20 a 41 dias	1,982±0,50 <sup>a</sup>	2,005±0,55 <sup>b</sup>	1,948±0,29 <sup>a</sup>	1,966±0,30 <sup>a</sup>	1,945±0,50 <sup>a</sup>	1,958±0,57 <sup>a</sup>	2,77	0,497	<b>0,003</b>
<b>REGRESSÃO</b>	$\hat{Y}_{CR\ 20-27\ dias} = 0,995 - 0,000076x \quad R^2=0,57$ $\hat{Y}_{CR\ 20-35\ dias} = 2,308 - 0,0000175x \quad R^2=0,68$ $\hat{Y}_{CR\ 20-42\ dias} = 3,869 - 0,000307x \quad R^2=0,62$ $\hat{Y}_{CA\ 20-27\ dias} = 3,826 - 3,742 + 1,671x^2 \quad R^2=0,56 \quad / \text{ ponto de mínimo}=1,119\% \text{ Lisina digestível}$ $\hat{Y}_{CA\ 20-35\ dias} = 3,176 - 2,364x + 0,996x^2 \quad R^2=0,65 \quad / \text{ ponto de mínimo}=1,187\% \text{ Lisina digestível}$ $\hat{Y}_{CA\ 20-42\ dias} = 3,768 - 3,234x + 1,429x^2 \quad R^2=0,50 \quad / \text{ ponto de mínimo}=1,132\% \text{ Lisina digestível}$								

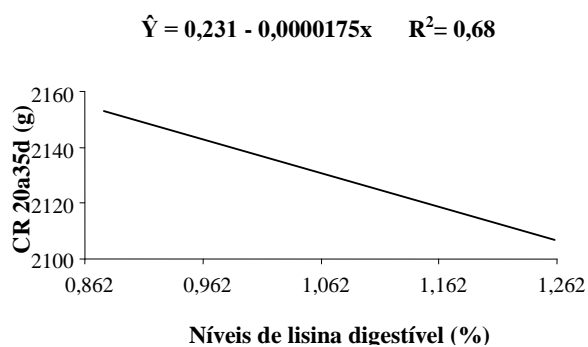
\* Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Dunnet (P≤0,05). CV = Coeficiente de Variação. EFEITO L = linear; Q = quadrático. CONS=consumo alimentar; CA=conversão alimentar.



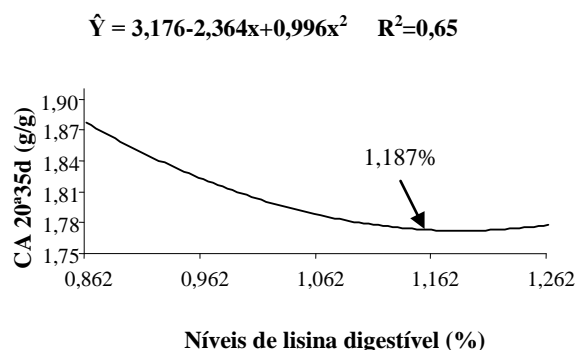
**Figura 5.** Consumo de ração (g) dos frangos de corte, no período entre 20 a 27 dias, conforme os níveis de lisina digestível da dieta.



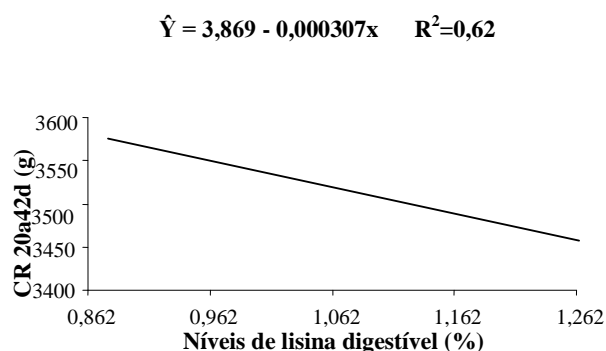
**Figura 8.** Conversão alimentar (g/g) dos frangos de corte, no período entre 20 a 27 dias, conforme os níveis de lisina digestível da dieta.



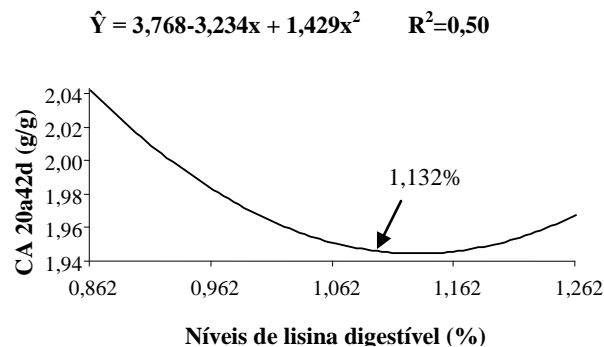
**Figura 6.** Consumo de ração (g) dos frangos de corte, no período entre 20 a 35 dias, conforme os níveis de lisina digestível da dieta.



**Figura 9.** Conversão alimentar (g/g) dos frangos de corte, no período entre 20 a 35 dias, conforme os níveis de lisina digestível da dieta.



**Figura 7.** Consumo de ração (g) dos frangos de corte, no período entre 20 a 42 dias, conforme os níveis de lisina digestível da dieta.



**Figura 10.** Conversão alimentar (g/g) dos frangos de corte, no período entre 20 a 42 dias, conforme os níveis de lisina digestível da dieta.

Os dados referentes à morfologia intestinal encontram-se nas Tabelas 10 e 11. Não foram encontrados resultados significativos para as variáveis: peso vivo (g), comprimento do intestino (cm) e peso relativo do intestino, baço, bolsa cloacal e fígado.

Aos 35 dias, pela análise de regressão, a relação entre vilosidade e cripta no duodeno (Figura 11) teve efeito linear. A altura das vilosidades e profundidade de cripta, também no duodeno, apresentou efeito quadrático (Figuras 12 e 13), onde atingiram o máximo com 0,983% e 1,211% de lisina digestível, respectivamente.

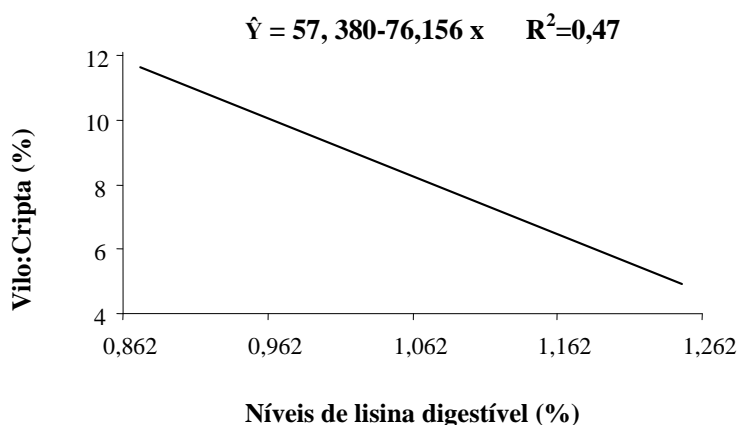
Para comparar os tratamentos de níveis de lisina, com os grupos-controle de alta e baixa proteína bruta, usou-se o teste de Dunnet a 5% de probabilidade. O primeiro teste de comparação foi em relação ao controle sem nucleotídeos e 18,86% de PB, com as dietas de baixa proteína bruta com adição nucleotídeos. (Tabela 11). A dieta com 1,062% de lisina digestível não diferiu ( $P>0,05$ ) do controle negativo, para altura das vilosidades e profundidade de cripta no duodeno, assim para a altura das vilosidades no jejuno. A adição de nucleotídeo mostrou ser vantajosa para a redução da PB(%) da ração. Os resultados encontrados podem ter sido ocasionados pela melhora na integridade intestinal das aves.

O segundo teste de comparação foi em relação ao controle sem nucleotídeos e 16,80% de PB, com as dietas de baixa proteína bruta com adição nucleotídeos (Tabela 12). Os resultados confirmam os resultados do primeiro teste, onde os valores encontrados para a dieta com 1,062% de lisina digestível foram ( $P<0,05$ ) diferentes da dieta-controle positivo, ou seja, esta diferença aconteceu pelo único fator que diferenciou ambas as dietas, a adição de nucleotídeos, pois estas continham a mesma porcentagem de lisina digestível e proteína bruta.

Sabe-se que a taxa de proliferação celular diminui gradativamente da cripta para a região apical dos vilos. As divisões mitóticas nas criptas respondem por cerca de 60% da

proliferação celular no intestino, a região média dos vilos por 32% e a região apical por 8% (Herdt et al., 2004). Esses dados são muito importantes do ponto de vista funcional do intestino das aves, já que aproximadamente 50% da proliferação celular no intestino das mesmas podem ocorrer ao longo dos vilos. Tamanho e densidade dos vilos estão diretamente relacionados com perda de células (extrusão) e renovação celular (turnover) pelo epitélio da mucosa intestinal (Maiorka et al., 2002).

O equilíbrio entre esses dois processos determina um *turnover* constante, ou seja, a manutenção do tamanho dos vilos e, portanto a manutenção da capacidade digestiva e de absorção intestinal. Além disso, para maximizar o desempenho das aves é muito importante a preservação da integridade morfofuncional do sistema digestório.



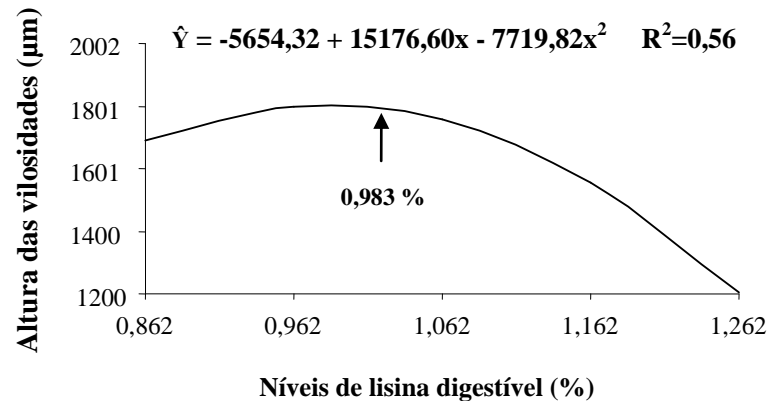
**Figura 11.** Relação vilos:cripta na porção duodenal de frangos de corte com 35 dias de idade.



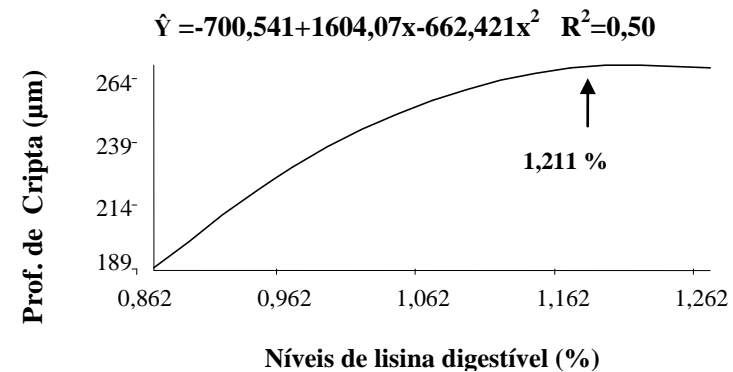
**Tabela 10.** Valores médios do comprimento do intestino delgado e dos órgãos do trato gastrintestinal de frangos de corte com 35 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível, com ou sem adição de nucleotídeos

	CONTROLE		16,80% PB + NUCLEOTÍDEOS					CV(%)
	18,86%PB (sem nucleotídeos)	16,80%PB (sem nucleotídeos)	Níveis de Lisina Digestível					
			0,862%	0,962%	1,062%	1,162%	1,262%	
<b>Peso Vivo (g)</b>	2.043,43±0,25	2.103,71±0,19	1.974,57±0,29	1.964,00±0,16	2.010,29±0,41	2.064,86±0,30	2.034,00±0,21	5,24
<b>Comp.intestino (cm)</b>	156,57±0,12	167,71±0,14	163,71±0,09	163,62±0,16	161,00±0,26	155,00±0,24	166,37±0,13	9,78
<b>Intestino (%)</b>	4,83±0,36	4,66±0,29	4,89±0,42	4,96±0,20	4,35±0,41	4,34±0,36	4,51±0,44	14,83
<b>Baço (%)</b>	0,12±0,09	0,11±0,05	0,13±0,15	0,10±0,16	0,11±0,10	0,11±0,10	0,12±0,31	25,30
<b>Bolsa cloacal (%)</b>	0,21±0,57	0,17±0,62	0,21±0,40	0,22±0,44	0,18±0,39	0,18±0,55	0,17±0,39	31,35
<b>Fígado (%)</b>	2,32±0,61	2,40±0,52	2,43±0,32	2,29±0,66	2,02±0,37	2,37±0,60	2,33±0,37	15,43

CV = Coeficiente de variação.



**Figura 12.** Altura das vilosidades na porção duodenal de frangos de corte com 35 dias de idade



**Figura 13.** Profundidade de cripta na porção duodenal de frangos de corte com 35 dias de idade.

**Tabela 11.** Altura das vilosidades (AV) ( $\mu\text{m}$ ), profundidade das criptas (PC) ( $\mu\text{m}$ ) e relação vilo:cripta (AV:PC), dos segmentos do intestino delgado de frangos de corte, aos 35 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível, com nucleotídeo, comparados com a dieta-controle negativo<sup>1</sup>

	Controle	16,80% PB + NUCLEOTÍDEOS						EFEITO	
	18,86%PB (sem nucleotídeos)	Níveis de Lisina Digestível							
		0,862%	0,962%	1,062%	1,162%	1,262%	CV(%)	L	Q
<b>DUODENO</b>									
AV	1916,16 $\pm$ 35,78 <sup>a</sup>	1706,26 $\pm$ 20,89 <sup>b</sup>	1687,36 $\pm$ 17,31 <sup>b</sup>	2010,57 $\pm$ 20,24 <sup>a</sup>	1332,85 $\pm$ 39,59 <sup>b</sup>	1273,39 $\pm$ 20,77 <sup>b</sup>	20,27	0,234	<b>0,001</b>
PC	264,99 $\pm$ 6,33 <sup>a</sup>	177,47 $\pm$ 7,54 <sup>b</sup>	242,76 $\pm$ 7,80 <sup>a</sup>	291,15 $\pm$ 12,19 <sup>a</sup>	208,76 $\pm$ 2,17 <sup>b</sup>	293,01 $\pm$ 6,32 <sup>b</sup>	42,69	0,199	<b>0,002</b>
AV:PC	7,56 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	12,75 $\pm$ 0,74 <sup>b</sup>	7,97 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	8,17 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>	6,46 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>	4,55 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>	47,55	<b>0,000</b>	0,224
<b>JEJUNO</b>									
AV	944,32 $\pm$ 7,91 <sup>a</sup>	1246,41 $\pm$ 11,78 <sup>b</sup>	892,94 $\pm$ 6,52 <sup>b</sup>	1316,27 $\pm$ 19,85 <sup>b</sup>	947,19 $\pm$ 4,71 <sup>a</sup>	959,30 $\pm$ 12,86 <sup>a</sup>	13,01	0,124	0,265
PC	203,03 $\pm$ 4,93 <sup>a</sup>	205,52 $\pm$ 4,31 <sup>a</sup>	202,50 $\pm$ 4,64 <sup>a</sup>	213,96 $\pm$ 8,82 <sup>b</sup>	152,22 $\pm$ 5,77 <sup>b</sup>	204,76 $\pm$ 6,01 <sup>a</sup>	33,52	0,089	0,191
AV:PC	4,90 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	6,35 $\pm$ 0,13 <sup>b</sup>	4,65 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	7,36 $\pm$ 0,26 <sup>b</sup>	7,36 $\pm$ 0,26 <sup>b</sup>	5,18 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	33,38	0,036	0,111
<b>ÍLEO</b>									
AV	586,88 $\pm$ 7,52	603,19 $\pm$ 9,55	491,88 $\pm$ 5,19	746,13 $\pm$ 10,87	682,48 $\pm$ 6,78	532,88 $\pm$ 9,76	22,63	0,874	0,156
PC	157,84 $\pm$ 5,29	145,42 $\pm$ 4,62	91,17 $\pm$ 1,23	146,32 $\pm$ 6,82	151,15 $\pm$ 3,67	127,26 $\pm$ 4,49	38,32	1,125	0,564
AV:PC	4,10 $\pm$ 0,14	4,54 $\pm$ 0,13	5,36 $\pm$ 0,14	6,14 $\pm$ 0,19	4,79 $\pm$ 0,11	4,32 $\pm$ 0,14	32,77	0,965	0,235
<b>REGRESSÃO</b>	$\hat{Y}_{AV \text{ duodeno}} = -5654,32 + 15176x - 7719,82x^2 \quad R^2=0,56 / \text{ponto de máximo}=0,983\% \text{ lisina digestível}$ $\hat{Y}_{PC \text{ duodeno}} = -700,541 + 1604,07x - 662,421x^2 \quad R^2=0,50 / \text{ponto de máximo}=1,211\% \text{ lisina digestível}$ $\hat{Y}_{AV:PC \text{ duodeno}} = 57,380 - 76,156x \quad R^2=0,47$								

\*Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Dunnet ( $P \leq 0,05$ ).

<sup>1</sup> Controle Negativo = 18,86% de proteína bruta sem adição de nucleotídeos. Nucleotídeos segundo recomendação da Ascogen® = 0,5kg/ton de ração.

**Tabela 12.** Altura das vilosidades (AV) ( $\mu\text{m}$ ), profundidade das criptas (PC) ( $\mu\text{m}$ ) e relação vilo:cripta (AV:PC) dos segmentos do intestino delgado de frangos de corte, aos 35 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível, com nucleotídeo, comparados com a dieta-controle positivo<sup>1</sup>

	Controle 16,80% PB (sem nucleotídeos)	16,80% PB + NUCLEOTÍDEOS					CV(%)	REGRESSÃO	
		Níveis de Lisina Digestível						L	Q
		0,862%	0,962%	1,062%	1,162%	1,262%			
<b>DUODENO</b>									
AV	1499,53±44,32 <sup>a</sup>	1706,26±20,89 <sup>b</sup>	1687,36±17,3 <sup>a</sup>	2010,57±20,24 <sup>b</sup>	1332,85±39,59 <sup>a</sup>	1273,39±20,77 <sup>a</sup>	20,27	0,234	<b>0,001</b>
PC	243,33±5,97 <sup>a</sup>	177,47±7,54 <sup>a</sup>	242,76±7,80 <sup>a</sup>	291,15±12,19 <sup>b</sup>	208,76±2,17 <sup>a</sup>	293,01±6,32 <sup>b</sup>	42,69	0,199	<b>0,002</b>
AV:PC	6,51±0,22 <sup>a</sup>	12,75±0,74 <sup>b</sup>	7,97±0,16 <sup>a</sup>	8,17±0,27 <sup>b</sup>	6,46±0,20 <sup>a</sup>	4,55±0,12 <sup>b</sup>	47,55	<b>0,000</b>	0,224
<b>JEJUNO</b>									
AV	992,58±16,19 <sup>a</sup>	1246,41±11,78 <sup>b</sup>	892,94±6,52 <sup>a</sup>	1316,27±19,85 <sup>b</sup>	947,19±4,71 <sup>a</sup>	959,30±12,86 <sup>a</sup>	13,01	0,124	0,265
PC	211,89±6,96 <sup>a</sup>	205,52±4,31 <sup>b</sup>	202,50±4,64 <sup>b</sup>	213,96±8,82 <sup>a</sup>	152,22±5,77 <sup>a</sup>	204,76±6,01 <sup>b</sup>	33,52	0,089	0,191
AV:PC	5,15±0,14 <sup>a</sup>	6,35±0,13 <sup>a</sup>	4,65±0,09 <sup>b</sup>	7,36±0,26 <sup>b</sup>	7,36±0,26 <sup>b</sup>	5,18±0,18 <sup>a</sup>	33,38	0,036	0,111
<b>ÍLEO</b>									
AV	572,39±12,27 <sup>a</sup>	603,19±9,55 <sup>a</sup>	491,88±5,19 <sup>b</sup>	746,13±10,87 <sup>b</sup>	682,48±6,78 <sup>a</sup>	532,88±9,76 <sup>a</sup>	22,63	0,874	0,156
PC	135,32±5,31 <sup>a</sup>	145,42±4,62 <sup>a</sup>	91,17±1,23 <sup>b</sup>	146,32±6,82 <sup>a</sup>	151,15±3,67 <sup>a</sup>	127,26±4,49 <sup>b</sup>	38,32	1,125	0,564
AV:PC	4,79±0,16	4,54±0,13	5,36±0,14	6,14±0,19	4,79±0,11	4,32±0,14	32,77	0,965	0,235
<b>REGRESSÃO</b>		$\hat{Y}_{AV \text{ duodeno}} = -5654,32 + 15176x - 7719,82x^2 \quad R^2=0,56 / \text{ponto de máximo}=0,983\% \text{ lisina digestível}$ $\hat{Y}_{PC \text{ duodeno}} = -700,541 + 1604,07x - 662,421x^2 \quad R^2=0,50 / \text{ponto de máximo}=1,211\% \text{ lisina digestível}$ $\hat{Y}_{AV:PC \text{ duodeno}} = 57,380 - 76,156x \quad R^2=0,47$							

\*Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Dunnett ( $P \leq 0,05$ ).

<sup>1</sup>Controle Positivo = 16,80% de proteína bruta e adição de nucleotídeos, segundo recomendação da Ascogen® = 0,5kg/ton de ração.

Não houve efeito de inclusão de nucleotídeos para rendimento de carcaça e partes (Tabela 13). Os resultados deste experimento demonstraram que frangos de corte criados sem desafio e recebendo dieta adequadamente balanceada podem expressar todo seu potencial genético para rendimento de carcaça e partes independente da suplementação com nucleotídeos.

**Tabela 13.** Valores percentuais médios de rendimento de carcaça e cortes nobres, de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível, com ou sem adição de nucleotídeos.

	CONTROLE		16,80% PB + NUCLEOTÍDEOS					CV(%)
	18,86%PB (sem nucleotídeos)	16,80%PB (sem nucleotídeos)	Níveis de Lisina Digestível					
			0,862%	0,962%	1,062%	1,162%	1,262%	
Peso Vivo (g)	2541,50±52,45	2685,25±43,07	2502,25±63,11	2507,00±63,06	2504,50±63,06	2599,00±48,91	2711,75±62,05	7,76
Peso Eviscerado (g)	1793,75±63,70	1907,50±39,94	1798,13±71,19	1803,75±45,12	1785,63±51,06	1831,25±34,11	1945,63±66,83	8,82
Rendimento de Carcaça (%)	70,49±0,52	71,00±0,46	71,88±1,41	71,92±0,49	71,26±0,50	70,48±0,55	71,71±0,70	2,91
Asas (%)	11,03±0,16	10,88±0,21	10,75±0,19	10,68±0,27	11,06±0,20	10,87±0,15	10,55±0,15	7,88
Coxa + Sobrecoxa (%)	31,17±0,61	30,12±0,73	31,73±0,75	30,70±0,74	31,16±0,78	32,34±0,74	31,15±0,66	9,56
Peito com Osso (%)	37,02±0,79	36,91±0,33	34,77±0,74	37,77±1,27	35,98±0,58	36,69±0,72	36,40±0,67	11,05
Dorso + pele (%)	21,11±0,36	21,44±0,25	21,06±0,63	22,02±0,28	20,65±0,46	21,24±0,38	21,83±0,37	9,60

CV = Coeficiente de variação.

## Conclusão

A suplementação de nucleotídeos auxilia a baixa proteína na dieta, mostrando ser uma alternativa favorável ao desempenho de frangos de corte.

## Referências

- BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. In: **Congresso Mercosul de Produção Suína**. Buenos Aires: EMBRAPA, p.93-108, 2003.
- BUENO, J.; TORRES, M.; ALMENDROS, A.; et al. Effect of dietary nucleotides on small intestinal repair after diarrhea. Histological and ultrastructural changes. **Gut**, v.35, p.926-933, 1994.
- CREAMER, B. The turnover of the epithelium of the small intestine. **British Medical Bulletin**, v.23, p.226-230, 1967.
- HERDT, T; CUNNINGHAM, J.G. Fisiologia gastrintestinal de metabolismo. In: HERDT, T. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro:Guanabara, 2004. p.231-238.
- LODDI, M.M. **Aspectos produtivos e qualitativos do uso de probiótico para frangos de corte**. 1998. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) . Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- MAIORKA A.; BOLELI I.C.; MACARI M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI M, FURLAN RL, GONZALES E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.113-123.
- PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The concept and use of ideal protein in the feeding of non-ruminants. In: **Simpósio Internacional de Produção de não-ruminantes**, 1994, Maringá: EDUEM, 1994. p.119-128.
- PEDROSO, A.A; OETTING, L.L.; UTIYAMA, C.E. et al. Variabilidade espacial da comunidade bacteriana intestinal de suínos suplementados com antibióticos ou extratos herbais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1225-1233, 2005.

- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2005. p.186.
- RUTZ F.; ANCIUTI M.A.; RECH J.L.; et al. Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo extrato de levedura na dieta. **Animal Brasileira**, v.7, p.349-355, 2006.
- TOLEDO, G.S.; LOPEZ, J.; COSTA, P.T.; et al. Aplicação dos Conceitos de Proteína Bruta e Ideal Sobre o Desempenho de Frangos de Corte Machos e Fêmeas Criados no Inverno. **Ciência Rural**, v.34, n.6, p.1924-1931, 2004.
- UNI, Z. Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chickens small intestine. **British Poultry Science**, v.41, p.410-415, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 5.0. Viçosa, MG: 1997. p.150.
- ZAVARIZE K.C.; SARTORI J.R.; PELÍCIA V.C.; et al. Desempenho de frangos de corte criados no sistema alternativo suplementados com L-glutamina e nucleotídeos. In: Conferência **APINCO** de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007, Campinas: FACTA, 2007. p.113-113.