

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Desempenho de Frangos de Corte e Digestibilidade Ileal de Dietas Suplementadas com Protease

DIMITRI MOREIRA DE FREITAS
Médico Veterinário - UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção
do Grau de Mestre em Zootecnia

Área de Concentração Nutrição Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2010

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, por ser meu alicerce e sempre me oferecer ajuda nas horas mais complicadas. Obrigado pai, por ser meu exemplo. Obrigado mãe, por estar sempre ao meu lado.

Carol foi fundamental e essencial não apenas para essa dissertação, mas para toda minha vida. Muito obrigado pela compreensão e maturidade que teve comigo todos esses anos.

Agradeço a meu orientador Professor Sergio Luiz Vieira, foram quase seis anos de intensa luta, algumas brigas e muita compreensão mútua. Foste mais que um orientador, foste um grande amigo!

Obrigado a toda equipe do Aviário de Ensino e Pesquisa, aos amigos Jorge, Cibele, Alexandra, Jaime, Renata, Hiran, Huldo, Maria, André, Diogo, Pedro, Fúlvio, Rafael, Jolvane, e todos que lutam pela pesquisa agropecuária. Preciso fazer um agradecimento especial a meu amigo Josemar Alemão, com quem aprendi muito nesses anos de convivência e amizade e ao André Gringo que foi um parceiro de grande valor.

Agradeço a Empresa DSM que contribuiu em vários projetos, mantendo uma parceria construtiva com a Universidade.

Preciso agradecer a todos os pesquisadores que, referenciados ou não nesta dissertação, lutam de maneira inglória para manter a avicultura brasileira sempre eficiente e responsável por milhões empregos diretos e outros milhões indiretos.

Desempenho de Frangos de Corte e Digestibilidade Ileal de Dietas Suplementadas com Protease¹

Autor: Dimitri Moreira de Freitas

Orientador: Sergio Luiz Vieira

Resumo

O aumento do custo das matérias primas para produção de rações e a crescente preocupação com o meio ambiente têm alavancado diversos estudos com enzimas exógenas adicionadas na alimentação de aves. No presente estudo, uma protease foi adicionada em dietas de frangos de corte formuladas com milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos. Utilizou-se um total de 1764 pintos de 1 dia de idade machos Ross X Ross 308 alojados em 63 boxes, com 28 aves cada. Estas aves foram divididas em sete tratamentos, com nove repetições cada. O programa alimentar teve uma dieta Inicial do alojamento até 21 d (2915 kcal EM/kg. 21,5% PB) e uma dieta crescimento até 40 d (3000 kcal EM/kg. 19,0% PB). As dietas foram suplementadas com 0, 100, 200, 400, 800, 1600 g/ton de um mono-componente enzimático proteolítico. Dióxido de titânio (1 kg/ton) foi adicionado como um marcador indigestível na dieta na última semana. Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. Aos 40 d, 8 aves de cada repetição foram retiradas aleatoriamente e sacrificadas após insensibilização elétrica. Estas aves foram processadas e tiveram seu conteúdo ileal coletado e homogeneizado dentro de cada repetição para análise de aminoácidos. Não houve resposta significativa para ganho de peso corporal, no entanto, conversão alimentar apresentou uma melhora linear ($p \leq 0,05$) de acordo com o aumento da concentração enzimática na dieta. A análise de contraste entre as aves alimentadas ou não com a protease apresentou uma melhora significativa da uniformidade do peso corporal aos 40 d nas aves suplementadas com a protease ($p \leq 0,05$). Além disso, aves alimentadas protease mostraram melhora significativa ($p \leq 0,05$) na digestibilidade de met e his em 2,6 e 2,1 %, respectivamente.

Palavra-chave: frango de corte, enzimas, aminoácidos, digestibilidade

¹Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Nutrição Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (75 p.) Março, 2010

Broilers Performance and Ileal Amino acids digestibility of Diets Increases with Protease¹

Author: Dimitri Moreira de Freitas

Adviser: Sergio Luiz Vieira

Abstract

Increased costs of feedstuffs for animal production and growing concerns with the environment have been fuelling studies with exogenous enzymes added to poultry feeds. In the present study a protease was added to broiler diets formulated with corn, soybean meal and meat and bone meal. A total of 1,764 male Ross X Ross 308 broiler chicks were placed in 63 floor pens, 28 in each. Birds were divided into seven treatments with nine replications each. The feeding program had a starter from placement to 21 d (2,915 kcal ME/Kg, 21.5% CP) and a grower diets to 40 d (3000 Kcal ME/kg, 19.0% CP). Diets were supplemented with 0, 100, 200, 400, 800 e 1,600 g/ton of a mono component protease. Titanium dioxide was added as an indigestible marker in the last week's diet at 1 kg/ton. Treatments were distributed in a complete randomized design. At 40 d, 8 broilers were randomly taken from each pen and sacrificed after electrical stunning. Ileal contents were collected from each processed bird and pooled by pen for amino acid analyses. There was no significant response for body weight gain; however, FCR was linearly improved ($p \leq 0.05$) as enzyme was gradually increased in the diets. The contrast analysis between birds fed or not with the protease demonstrated significant improvement in body weight uniformity at 40 d for those fed the protease ($p \leq 0.05$). Also, birds fed any level of the protease showed significant ($p \leq 0.05$) improvements in the digestibility of methionine and histidine by 2.6 and 2.1 %, respectively.

Key-words: broiler, enzyme, amino acids, digestibility

¹Master of Science dissertation in Animal Science – Animal Nutrition, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (75 p.) March, 2010

SUMÁRIO

	Página
1. CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUÇÃO.....	2
1.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.2.1. Metabolismo Protéico.....	3
1.2.2. Fisiologia da Digestão de Proteínas.....	4
1.2.3. Absorção de Aminoácidos.....	6
1.2.4. Digestibilidade Protéica.....	7
1.2.5. Enzimas na Nutrição de Aves.....	8
1.2.6. Classificação das Proteases	10
1.2.7. O Uso de Proteases em Dietas.....	11
1.3. HIPÓTESES.....	14
1.4. OBJETIVOS.....	15
2. CAPÍTULO II – LIVE PERFORMANCE, CARCASS YIELD AND AMINO ACID DIGESTIBILITY OF BROILER FED DIETS SUPPLEMENTED WITH A MONOCOMPONENT PROTEASE.....	16
2.1. Abstract.....	17
2.2. Introduction.....	18
2.3. Materials and Methods.....	20
2.4. Results	24
2.5. Discussion.....	29
References and Notes.....	31
3. CAPÍTULO III.....	34
3.1. CONCLUSÕES GERAIS.....	35
3.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
3.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
3.4. APÊNDICES.....	41

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Classificação das Proteases.....	10

RELAÇÃO DE APÊNDICES

	Página
Apêndice 1. Condições Ambientais.....	42
Apêndice 2. Programa de Luz.....	42
Apêndice 3. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 1 a 14 dias de idade.....	43
Apêndice 4. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 1 a 14 dias de idade.....	44
Apêndice 5. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 1 a 14 dias de idade.....	45
Apêndice 6. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 21 a 28 dias de idade.....	46
Apêndice 7. . Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 21 a 28 dias de idade.....	47
Apêndice 8. . Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 21 a 28 dias de idade.....	48
Apêndice 9. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 35 a 40 dias de idade.....	49
Apêndice 10. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 35 a 40 dias de idade.....	50
Apêndice 11. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 35 a 40 dias de idade.....	51
Apêndice 12. Coeficiente de Variação para Peso Vivo aos 40 dias de idade.....	52
Apêndice 13. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas dietas (nmol/mg de ração MS).....	53
Apêndice 14. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas excretas de frangos de corte aos 40 dias sem suplementação enzimática (AA nmol/mg MS Excreta).....	54
Apêndice 15. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas excretas de frangos de corte aos 40 dias com 100 g/ton de suplementação enzimática (AA nmol/mg MS Excreta).....	55

Apêndice 16. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas excretas de frangos de corte aos 40 dias com 400 g/ton de suplementação enzimática (AA nmol/mg MS Excreta).....	56
Apêndice 17. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas excretas de frangos de corte aos 40 dias com 800 g/ton de suplementação enzimática (AA nmol/mg MS Excreta).....	57
Apêndice 18. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas excretas de frangos de corte aos 40 dias com 1600 suplementação enzimática (AA nmol/mg MS Excreta).....	58
Apêndice 19. Valores de Dióxido de Titânio (mg/kg MS) das excretas dos frangos de corte aos 40 dias de idade.....	58
Apêndice 20. Valores Calculados de Coeficiente de Digestibilidade Ileal Aparente dos Aminoácidos Asp, Glu, Hyp, Ser, His, Gly, Arg, Thr, Ala e Pro dos Frangos de Cortes aos 40 dias.....	59
Apêndice 21. Valores Calculados de Coeficiente de Digestibilidade Ileal Aparente dos Aminoácidos Tyr, Val, Ile, Lys, Leu, Phe, Cys, Met e Total dos Frangos de Cortes aos 40 dias.....	60
Apêndice 22. Coeficiente de Variação para Peso Vivo aos 40 dias de idade.....	61
Apêndice 23. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o peso inicial dos frangos dos corte.....	61
Apêndice 24. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Peso vivo dos frangos dos corte aos 7 dias de idade.....	61
Apêndice 25. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o Peso Vivo dos frangos dos corte aos 14 dias de idade.....	61
Apêndice 26. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Peso Vivo dos frangos dos corte de aos 21 dias de idade.....	61
Apêndice 27. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Peso Vivo dos frangos dos corte aos 28 dias de idade.....	62
Apêndice 28. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o peso vivo dos frangos dos corte aos 35 dias de idade.....	62
Apêndice 29. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Peso Vivo dos frangos dos corte aos 40 dias de idade.....	62
Apêndice 30. Análise do Efeito dos tratamentos sobre ganho de peso dos	

frangos dos corte de 1 a 7 dias de idade.....	62
Apêndice 31. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Ganho de Peso dos frangos dos corte de 7 a 14 dias de idade.....	62
Apêndice 32. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o Ganho de Peso dos frangos dos corte de 14 aos 21 dias de idade.....	62
Apêndice 33. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Ganho de Peso dos frangos dos corte de 21 a 28 dias de idade.....	63
Apêndice 34. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Ganho de Peso dos frangos dos corte de 28 a 35 dias de idade.....	63
Apêndice 35. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Ganho de Peso dos frangos dos corte de 35 a 40 dias de idade.....	63
Apêndice 36. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o Ganho de Peso dos frangos dos corte de 1 a 40 dias de idade.....	63
Apêndice 37. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o Consumo dos frangos dos corte de 1 a 7 dias de idade.....	63
Apêndice 38. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Consumo dos frangos dos corte de 7 a 14 dias de idade.....	63
Apêndice 39. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Consumo dos frangos dos corte de 14 a 21 dias de idade.....	64
Apêndice 40. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Consumo dos frangos dos corte de 21 a 28 dias de idade.....	64
Apêndice 41. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Consumo dos frangos dos corte de 28 a 35 dias de idade.....	64
Apêndice 42. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o Consumo dos frangos dos corte de 35 a 40 dias de idade.....	64
Apêndice 43. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Consumo dos frangos dos corte de 1 a 40 dias de idade.	64
Apêndice 44. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 1 a 7 dias de idade.....	64
Apêndice 45. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 7 a 14 dias de idade.....	65
Apêndice 46. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Conversão	

Alimentar dos frangos dos corte de 14 a 21 dias de idade.....	65
Apêndice 47. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 1 a 21 dias de idade.....	65
Apêndice 48. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 21 a 28 dias de idade.....	65
Apêndice 49. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 28 a 35 dias de idade.....	65
Apêndice 50. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão dos frangos dos corte de 35 a 40 dias de idade.....	65
Apêndice 51. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 21 a 40 dias de idade.....	66
Apêndice 52. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 1 a 40 dias de idade.....	66
Apêndice 53. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Mortalidade dos frangos dos corte de 1 a 7 dias de idade.....	66
Apêndice 54. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Mortalidade dos frangos dos corte de 7 a 14 dias de idade.....	66
Apêndice 55. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Mortalidade dos frangos dos corte de 14 a 21 dias de idade.....	66
Apêndice 56. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Mortalidade dos frangos dos corte dos 21 aos 28 dias de idade.....	66
Apêndice 57. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Mortalidade dos frangos dos corte de 28 a 35 dias de idade.....	67
Apêndice 58. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Mortalidade dos frangos dos corte de 35 a 40 dias de idade.....	67
Apêndice 59. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Mortalidade dos frangos dos corte de 1 a 40 dias de idade.....	67
Apêndice 60. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Asp dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	67
Apêndice 61. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Glu dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	67
Apêndice 62. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do	

Aa Hyp dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	67
Apêndice 63. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Ser dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	68
Apêndice 64. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa His dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	68
Apêndice 65. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Gly dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	68
Apêndice 66. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Arg dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	68
Apêndice 67. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Thr dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	68
Apêndice 68. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Ala dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	68
Apêndice 69. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Pro dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	69
Apêndice 70. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Tyr dos frangos dos corte de 40 dias de idade.	69
Apêndice 71. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Val dos frangos dos corte de 40 dias de idade.	69
Apêndice 72. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Ile dos frangos dos corte de 40 dias de idade.	69
Apêndice 73. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Lys dos frangos dos corte de 40 dias de idade.	69
Apêndice 74. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Leu dos frangos dos corte de 40 dias de idade.	69
Apêndice 75. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Phe dos frangos dos corte de 40 dias de idade.	70
Apêndice 76. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Cys dos frangos dos corte de 40 dias de idade.	70
Apêndice 77. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Met dos frangos dos corte de 40 dias de idade.	70
Apêndice 78. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do	

Aa Total dos frangos dos corte de 40 dias de idade.	70
Apêndice 79. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Asp dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	70
Apêndice 80. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Glu dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	70
Apêndice 81. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Hyp dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	71
Apêndice 82. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Ser dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	71
Apêndice 83. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa His dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	71
Apêndice 84. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Gly dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	71
Apêndice 85. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Arg dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	71
Apêndice 86. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Thr dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	71
Apêndice 87. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Ala dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	72
Apêndice 88. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Pro dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	72
Apêndice 89. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Tyr dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	72
Apêndice 90. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Val dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	72
Apêndice 91. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Ile dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	72
Apêndice 92. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Lys dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	72
Apêndice 93. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Leu dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	73
Apêndice 94. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre	

Digestibilidade do Aa Phe dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	73
Apêndice 95. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Cys dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	73
Apêndice 96. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Met dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	73
Apêndice 97. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Total dos Aa dos frangos dos corte de 40 dias de idade.....	73
Apêndice 98. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 7 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	73
Apêndice 99. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 7 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	74
Apêndice 100. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 7 aos 14 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	74
Apêndice 101. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 7 a 14 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	74
Apêndice 102. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 14 aos 21 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	75
Apêndice 103. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 14 aos 21 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	75
Apêndice 104. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 21 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	75
Apêndice 105. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 21 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	76
Apêndice 107. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 21 a 28 dias submetidos a dietas	

com níveis crescentes de enzima.....	76
Apêndice 108. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 28 a 35 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	77
Apêndice 109. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 28 a 35 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	77
Apêndice 110. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 35 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	77
Apêndice 111. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 35 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	78
Apêndice 112. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 35 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	78
Apêndice 113. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 35 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	78
Apêndice 114. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 21 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	79
Apêndice 115. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 21 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	79
Apêndice 116. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	79
Apêndice 117. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	80
Apêndice 118. Gráfico representativo da Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 21 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	80
Apêndice 119. Gráfico representativo da Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 21 a 40 dias	

submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	81
Apêndice 120. Gráfico representativo da Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.....	81
Apêndice 121. Normas para Publicação Revista Poultry Science.....	82

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

Aa	Aminoácido
Aas	Aminoácidos
ANOVA	Análise da Variância
Ala	Alanina
Arg	Arginina
Asp	Ácido Aspártico
CA	Conversão Alimentar
CN	Controle Negativo
Cons	Consumo Individual
CP	Controle Positivo
CV	Coefficiente de Variação
Cys	Cistina
d	dia (s)
EM	Energia Metabolizável
g	grama (s)
GL	Graus de Liberdade
Glu	Ácido Glutâmico
Gly	Glicina
GP	Ganho de Peso
His	Histidina
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
Hyp	Hidroxiprolina
Ile	Isoleucina
kcal	Kilocaloria (s)
kg	kilograma (s)
Leu	Leucina
Lys	Lisina

Met	Metionina
mcg	micrograma
mg	miligrama
Mort	Mortalidade
NIRS	Near Infrared Reflectance Spectroscopy
p	Probabilidade
PB	Proteína Bruta
Phe	Fenilalanina
PNAs	Polissacarídeos Não-Amiláceos
Pro	Prolina
PV	Peso Vivo
QM	Quadrado Médio
Ser	Serina
SQ	Soma dos Quadrados
Thr	Treonina
Ton	Tonelada
Trat	Tratamento
Tyr	Tirosina
UR	Umidade Relativa
Val	Valina

1. CAPÍTULO I

1.1. INTRODUÇÃO

A utilização de enzimas como aditivos na nutrição animal tem sido crescente nos últimos anos. Razões para a utilização de enzimas podem ser listadas: redução dos efeitos negativos de alguns fatores antinutricionais, aumentar a digestibilidade da dieta, complementação das enzimas endógenas e hidrólise de polissacarídeos não-amiláceos (PNAs) (Classen, 1996). Rosa & Uttpatel (2007) comentam que a intensificação no uso deste aditivo se deve principalmente ao aumento do custo das matérias-primas, da necessidade da utilização de ingredientes pouco convencionais para a indústria brasileira e da tentativa de redução do custo das dietas. Minimizar a excreção de nutrientes não digestíveis no meio ambiente, diminuindo o impacto ambiental da cadeia produtiva, também, poderá ser uma grande vantagem atribuída a uso das enzimas na nutrição das aves.

O custo da alimentação na produção animal, especificamente a produção avícola e suinícola, vem em uma escalada crescente e muitas vezes ultrapassa os 70% do custo total de produção. Os motivos que levaram a esse quadro são inúmeros, mas podemos citar principalmente a limitação do uso de proteínas de origem animal por mercados consumidores (Regulamentação N^o 999/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho da Comunidade Européia). Além do aumento do custo, uma série de outras implicações tornaram-se decorrentes do uso de dieta sem o uso de proteína de origem animal. Esta dieta, em comparação a dieta com farinha de origem animal, acarreta aumento do consumo hídrico o qual é refletido no aumento da umidade de cama e

volume de excreta, conseqüências a isso são os problemas de pododermatite e questões relacionadas (Vieira et. al., 2003).

Frente a este quadro, a indústria precisou buscar uma readequação às novas exigências e às alterações do mercado de insumos. Neste cenário o trabalho em questão vem apresentar uma nova alternativa na redução de custos. A suplementação de protease como monocomponente apresenta um potencial de redução de níveis dietéticos de Energia Metabolizável e Aminoácidos sem prejuízos ao desempenho zootécnico.

1.2. REVISÃO DA LITERATURA

1.2.1. Metabolismo Protéico

Durante as últimas décadas, a intensificação na seleção genética para a taxa de crescimento de frangos de corte tem resultado em aves com taxas de ganhos de peso próximas ao seu limite fisiológico. Estimuladas por essas mudanças genéticas dos modernos frangos de corte, um considerável número de estudos tem se despendido em prol de um melhor aproveitamento do consumo de proteína bruta e aminoácidos para atender esse potencial genético (Plumstead et. al., 2007), esse expressivo número de pesquisa tem deixado claro a importância do metabolismo protéico na produção de frangos de corte.

Embora mais de 300 aminoácidos diferentes tenham sido descritos na natureza, apenas 20 são encontrados comumente em proteínas de animais, Estes compostos são classificados, de acordo com a polaridade de sua cadeia

lateral, em duas grandes categorias: aminoácidos polares e apolares. Aminoácidos apolares que possuem a cadeia lateral hidrofóbica são: glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina, metionina, prolina, fenilalanina e triptofano. Os polares, com a cadeia lateral hidrofílica, são subdivididos em três categorias segundo a carga apresentada pela respectiva cadeia em solução neutra: aminoácidos polares com cadeias laterais básicas, que são lisina, arginina e histidina; aminoácidos polares com cadeias laterais ácida que são aspartato e glutamato; e aminoácidos polares sem carga em sua cadeias laterais que são serina, treonina, tirosina, asparagina, glutamina e cisteína. Com exceção da glicina todos os aminoácidos apresentam isomeria, portanto existindo na forma L (levógiro) e D (dextrógiro) (Nelson et al., 2005).

Os aminoácidos também podem ser classificados de acordo com a síntese no organismo. Ao contrário das plantas, animais não podem sintetizar todos os aminoácidos. Aminoácidos que não podem ser sintetizados pelo animais ou o são produzidos em níveis insuficientes e portanto precisam ser fornecidos pela dieta são classificados como essenciais. Os demais aminoácidos não sintetizados pelo animal são denominados não essenciais. Alguns destes não podem ser sintetizados em uma taxa rápida o suficiente para um máximo crescimento e, portanto, também precisam ser fornecidos na dieta (Leeson & Summers, 2001).

1.2.2. Fisiologia da Digestão de Proteínas

As aves apresentam um trato digestório relativamente curto, em comparação aos mamíferos, assim sendo, o processo de trituração do alimento

e desnaturação das proteínas precisa ser consideravelmente eficiente para uma adequada digestão protéica.

A digestão protéica em frangos de corte tem seu início no proventrículo, este órgão é responsável pela secreção de ácido clorídrico e pepsinogênio pelas células principais. O ácido ou a pepsina transformam o pepsinogênio em pepsina, sua forma ativa, e o pH ácido é o ideal para as enzimas digestivas funcionarem. O resultado deste processo é a desnaturação das proteínas dietéticas com a abertura destes compostos e a eliminação da estrutura terciária o que facilita a ação das enzimas proteolíticas na moela e intestino delgado (Rutz, 2002). Concluída a digestão gástrica o conteúdo, agora denominado quimo, é liberado para o intestino delgado em pequenas quantidades. A chegada desta pasta semi-líquida ácida no duodeno vai estimular a produção de hormônios e estes a liberação da bile e do suco pancreático (rico em proteases, carboidrases, lípases e bicarbonato de sódio), pelo fígado e pelo pâncreas, respectivamente (Argenzio, 1993).

A digestão protéica no intestino delgado é muito mais rápida e intensa devido à ação das enzimas pancreáticas responsáveis pela digestão no lúmen intestinal e pelas enzimas presentes na mucosa intestinal. As proteases que agem no intestino delgado podem ser divididas em três grupos endopeptidases e exopeptidases secretadas pelo pâncreas, e aminopeptidases secretadas pela mucosa intestinal (Champe & Harvey, 2006).

As endopeptidases e exopeptidases no lúmen intestinal realizam hidrólise da maior porção do quimo. Porém há evidências que pequenas porções peptídicas são resistentes a hidrólise luminal. A digestão dos

peptídeos provenientes da ação das enzimas gástricas e pancreáticas até aminoácidos são completadas pelas múltiplas peptidases produzidas pelas células das vilosidades das porções iniciais do intestino delgado. As peptidases mais importantes são as aminopolipeptidases e as dipeptidases, que desdobram os peptídeos remanescentes em tripeptídeos e dipeptídeos e alguns aminoácidos (Peluzio & Batista, 2008).

Uma pequena parte da proteína dietética não é digerida e quando essa porção atinge o intestino grosso sofre hidrólise e ressíntese pelas bactérias presentes neste local. Por essa razão, o íleo terminal é o local mais indicado para determinação de digestibilidade de aminoácidos de uma dieta ou ingrediente, por haver pequena influência da microbiota e não haver a presença de ácido úrico nesta porção do trato digestivo (Zanella *et al.*, 1999).

1.2.3. Absorção de Aminoácidos

O processo de absorção aminoacídica é influenciada diretamente pela idade do animal, sexo, temperatura, linhagem, fatores desencadeantes de estresse e por fatores anti-nutricionais como PNAs e estereoespecificidade dos aminoácidos (L ou D-aminoácidos). (Lemme *et al.*, 2004).

As células epiteliais absorvem aminoácidos por mecanismos de transporte especializado, dependente de sódio. Pelo menos cinco tipos de transportadores são conhecidos e localizados na membrana luminal de células epiteliais intersticiais. Esta multiplicidade de transportadores é requerida devido a diversidade de aminoácidos e peptídeos existente (Guyton & Hall, 2006).

Sabe-se que os L-aminoácidos são absorvidos mais rapidamente que os D-isômeros, dessa forma aminoácidos D e L são transportados ativamente, mas com diferentes taxas de absorção. Além disso, aminoácidos com cadeia lateral sem carga são absorvidos mais rapidamente que os que possuem cadeia básica ou ácida. Em aves, os isômeros D como D-arginina, D-lisina e D-treonina não são metabolizados ou o são em pouca quantidade, já a D-metionina pode ser totalmente aproveitada, justificando o uso da DL-metionina comercial na formulação de rações. De maneira geral as aves convertem os D-isômeros mais eficientemente que os mamíferos (Baker, 1994).

Segundo Rutz (2002), o transporte de aminoácidos pode ser influenciado por fatores que interferem na síntese das proteínas de membrana, que são os carreadores de aminoácidos. Baixos níveis de vitaminas B1 e B6, D e E reduzem a velocidade de transporte de aminoácido em aves.

1.2.4. Digestibilidade Protéica

Para uma produção avícola otimizada é importante que suas dietas visem atender as exigências nutricionais das aves, minimizando a excreção do excesso de nutrientes no ambiente. Para alcançar esse objetivo, com relação a proteína e aminoácidos, informações quanto a digestibilidade de ingredientes protéicos são cada vez mais necessárias na tentativa de definição da fração realmente disponível para os animais.

A digestibilidade aparente é definida como sendo a diferença entre a quantidade de aminoácidos na dieta e nas fezes ou digesta ileal, enquanto

que a verdadeira é determinada pela mesma diferença, mas também são consideradas as perdas endógenas dos aminoácidos que são subtraídas da quantidade total de aminoácidos presentes nas fezes ou digesta ileal (Sakomura & Rostagno, 2007) .

Zanella *et al.*(1999) estudando o efeito do tipo de soja a suplementação enzimática utilizando diferentes metodologias para obtenção do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta demonstrou de forma clara que a coleta ileal é o método de eleição para este tipo de análise.

A digestibilidade dos ingredientes tipicamente utilizados na alimentação de aves possuem uma grande variabilidade em termos de origem e composição, o caso mais marcante é a farinha de penas pode apresentar digestibilidade entre 36 e 77% (Leeson & Summers, 2001). Ingredientes como este, submetidos a tratamento térmico, apresentam variações bastante expressivas em suas respectivas digestibilidades, como o caso das farinhas de carne e ossos (Parsons & Castanon, 1997) e farelo de soja (Goldflus *et. al.*, 2006; Coca-Sinova *et. al.*, 2008). A variação de digestibilidade encontrada entre os ingredientes e a variação existente dentro de um mesmo ingrediente demonstram a possibilidade de melhoria na digestibilidade protéica, e neste contexto o uso de enzimas proteolíticas como aditivos torna-se uma ferramenta de importância na nutrição de frangos de corte.

1.2.5. Enzimas na Nutrição de Aves

Enzimas são um grupo de compostos protéicos que possuem a função de catalisadores em reações biológicas. Estes compostos possuem

uma especificidade quanto ao seu substratos de ação e catalisando predominantemente um tipo de reação química. Enzimas são o centro de cada processo biológico, atuando de maneira organizada em centenas de reações biológicas que degradam nutrientes, conservam e transformam energia química, e fazem macromoléculas biológicas a partir de de simples precursores (Nelson & Cox, 2005).

Na produção animal dos últimos anos a utilização de enzimas como aditivos tem ocorrido principalmente na busca da suplementação de enzimas endógenas produzidas em baixa quantidades para atender a exigências nutricionais das modernas linhagens de frangos de corte, ou na adição de compostos que não são naturalmente produzidos pela ave (Bedford, 1996). Os compostos enzimáticos mais comumente usados são aqueles destinados a digestão de carboidratos complexos e para liberação de fósforo do ácido fítico (Leeson & Summers, 2001).

A adição de enzimas em dietas se dá com o principal objetivo de melhorar o valor nutricional de determinados ingredientes utilizados em formulações, cuja conseqüência, seria a redução do custo de produção e possibilidade da incorporação de ingredientes que são pouco convencionais para a indústria brasileira. Pode se citar como uma razão secundária do uso de enzimas a redução da produção de excreta gerando uma redução no impacto ambiental da produção (Ferket, 1993).

Segundo Leeson & Summers (2001), para que uma enzima venha a ser utilizada como aditivo na alimentação de aves algumas considerações precisam ser cumpridas: estas enzimas precisam ser ativadas pelo pH

intestinal onde os substratos tornar-se-ão disponíveis e devem não ser inativadas pelas mudanças de pH que ocorrem primeiramente nas porções de moela e pró-ventrículo. Estes compostos precisam ainda apresentar uma estabilidade ao longo do trato digestório da ave e da mesma maneira também precisam suportar as condições de processamento que a ração será submetida.

1.2.6. Classificação das Proteases

As proteases são divididas em exopeptidases e endopeptidases, sendo sua principal função a catálise da clivagem de ligações peptídicas de proteínas (Wiseman, 1991).

As enzimas proteolíticas podem ser classificadas de acordo com o tamanho molecular, com as propriedades elétricas e de acordo com a sua especificidade de substrato (Thys, 2004).

Tabela 2. Classificação das Proteases.

Classificação	Enzima (Exemplo)
Serina Protease I	Tripsina, Elastase
Serina Protease II	Subtilisina
Cisteína Protease	Papaína
Aspartil Protease	Pepsina, quimosina
Metalo Protease I	Carboxipeptidases
Metalo Protease II	Termolisina

Fonte: Thys (2004)

O grupo das serina e metalo proteases ainda recebe uma subdivisão: proteases de mamíferos e proteases microbiana. Atualmente, um terço de todas as proteases conhecidas podem ser classificadas como serina protease (Hedstrom, 2002).

1.2.7. O uso de Protease em Dietas de frangos de corte

Visto a importância protéica para o desenvolvimento animal e o custo proporcional da proteína na dieta, o uso de proteases em dietas de não-ruminantes têm recebido mais atenção dos pesquisadores. Embora dietas tradicionais de milho e farelo de soja sejam consideradas de alta digestibilidade (Kidd *et al.*, 2001; Odetallah *et al.*, 2003), elas ainda contém uma série complexos protéicos que podem não ser facilmente digeríveis por aves jovens carentes enzimaticamente nessa fase da vida (Uni *et al.*, 1999).

Atualmente existe uma pequena quantidade de enzimas disponíveis no mercado que possuem uma única de uma atividade enzimática, excetuando as fitases. Produtos comerciais que contenham mais de uma atividade provenientes da fermentação de um microrganismo são tipicamente complexos ou são misturas de enzimas produzidas por microrganismos diversos, denominados assim como *blends*. A maioria dos complexos enzimáticos são direcionados para substratos presentes na parede celular e tem a liberação de energia e redução na viscosidade da digesta como alvos principais.

A presença de proteases em complexos enzimáticos que degradam polissacarídeos não-amiláceos é de grande importância pois nestes casos proteínas são importantes ligações principalmente para arabinoxilanos (Jaroni *et al.*, 1999). Por outro lado, o uso de um único composto enzimático propicia ao nutricionista a possibilidade da combinação de diferentes enzimas que não irão competir pelo mesmo substrato.

Pode-se citar como principal objetivo do uso destes compostos enzimáticos a redução de proteína bruta da dieta sem alteração no

desempenho zootécnico da aves (Yu *et al.*, 2007). O efeito benéfico da adição enzimática torna-se limitado, quando estas são adicionadas acima das exigências de Aminoácidos das aves. Comprovando esta afirmação, Toledo *et al.* (2007) testaram um complexo enzimático frente à dietas de diferentes densidades nutricionais, obtiveram melhora significativa apenas em dietas com níveis nutricionais reduzidos. Em contrapartida Oddetallah *et al.* (2003) trabalharam com uma enzima proteolítica frente a dietas com níveis reduzidos e adequados de proteína e obtiveram melhora no desempenho em ambos os tratamentos.

Hong. *et al.* (2002) trabalhando com um *pool* de enzimas incluindo amilase, protease e xilanase em patos obtiveram melhora na eficiência alimentar aos 42 dias e melhor digestibilidade ileal de nitrogênio.

Para que a adição enzimática obtenha sua efetividade depende do substrato alvo e das características, isto é, do sítio de ação deste composto (Olukosi *et al.*, 2007). O uso de compostos enzimáticos, principalmente proteases, amilases e lipases teoricamente apresentaria melhores resultados em períodos iniciais do desenvolvimento animal, devido à menor capacidade digestiva nesta idade (Ferket, 1993; Uni *et al.*, 1999). Corroborando com isso, Olukosi *et al.* (2007), trabalhando com uma combinação enzimática de xilanase, protease e amilase observaram que o benefício da suplementação enzimática ocorre majoritariamente em períodos iniciais da vida da ave.

Como citado anteriormente, o uso de enzimas também propicia a inclusão de novos ingredientes na formulação. Nesse contexto a utilização de alimentos de baixa digestibilidade como a farinha de penas se enquadra como

importante fonte protéica para dietas de não-ruminantes. A farinha de pena é um sub-produto de grande volume de produção e valor acessível, entretanto esse ingrediente possui uma digestibilidade da proteína bruta inferior a de outras fontes protéicas de origem animal (Rostagno, 2005). Para um melhor aproveitamento deste ingrediente a inclusão de uma protease, especificamente uma queratinase, tem sido alvo de estudos. Wang *et al.* (2006) utilizando uma queratinase comercial obtiveram melhora no ganho de peso em 2,54% e 1,62% ($p < 0,01$) além de melhor rendimento de peito.

O uso de enzimas pode ocorrer com a finalidade de redução ou inativação de fatores antinutricionais presentes em ingredientes que sofreram mau processamento (Ghazi *et. al.*, 2002). Brito *et. al.* (2006) trabalhando com complexo multienzimático adicionado em tratamentos contendo soja extrusada sob diferentes níveis de processamento, relatam que houve uma melhora de 4,64% no ganho de peso e 5,0% na conversão alimentar de aves alimentadas com soja extrusada subprocessada, no período de 1 a 21 dias de idade.

O efeito da dosagem enzimática pode apresentar resultados controversos e algumas vezes de difícil compreensão. Odetallah *et al.* (2003) trabalharam com uma preparação enzimática proteolítica a partir do *Bacillus licheniformis* desenvolvida pela North Caroline State University. Em um de seus estudos trabalharam com três níveis de inclusão desta enzima, não obtendo efeito da inclusão desta no consumo alimentar e sobre a conversão alimentar, o tratamento que recebeu a dosagem intermediária apresentou os melhores resultados. Possíveis explicações para a inconsistência de resultados na literatura são inúmeros. A variabilidade nos ingredientes e formulações

indubitavelmente são fatores que favorecem a falta de um padrão nos resultados obtidos por esses pesquisadores. Outra possível explicação para esta falta de coerência entre os resultados, é a fonte de obtenção desta enzimas. Resultados positivos para desempenho foram obtidos com compostos oriundos do microrganismo *Aspergillus sp.* e ativados em pH ácido (Bedford & Morgan, 1995). Por outro lado, estudos com o *B. subtilis* ativado em pH neutro não obtiveram resposta significativa em suínos (Caine *et al.*, 1997 a e b) e aves (Marsman *et al.*, 1997). Ghazi *et al.*(2002) trabalhando com fontes distintas de proteases, deixam claro a disparidade entre as fontes de enzimas. Neste estudo foram testadas duas proteases isoladas de organismos distintos, *Bacillus spp.* e *Aspergillus spp.*, no entanto apenas as aves que receberam a suplementação da protease originária do microrganismo *Bacillus spp.* apresentaram resultados superiores, para consumo e ganho de peso no período de 7 a 28 dias de idade.

1.3. HIPÓTESES

1. A adição de uma protease de serina bacteriana na forma de monocomponente em dietas de frangos de corte causa melhora no desempenho zootécnico.

2. A resposta zootécnica apresentada será de acordo com a dose de protease adicionada a dieta.

3. A adição desta protease propicia uma melhor digestibilidade aminoacídica da dieta.

4. A suplementação desta protease propiciaria uma melhor uniformidade do lote para peso vivo.

1.4. OBJETIVOS

1. Avaliar a resposta zootécnica da inclusão de uma protease de serina bacteriana na forma de monocomponente enzimática na dieta.

2. Avaliar a resposta zootécnica frente a diferentes doses desta protease.

3. Avaliar a resposta que a adição da protease causará na digestibilidade dietética.

2. CAPÍTULO II

Live Performance, Carcass Yield and Amino Acid Digestibility of Broilers Fed
Diets Supplemented with a Monocomponent Protease

ABSTRACT

Increased feed costs and growing concerns with the environment have been fuelling studies with supplemental enzymes for poultry. A Study was conducted with a protease added to broiler diets formulated with corn, soybean meal and meat and bone meal. A total of 1,764 male Ross X Ross 308 broiler chicks were placed in 63 floor pens, 28 in each. Birds were distributed into 7 treatments with 9 replications each with a feeding program having a Starter from 1 to 21 d and a Grower from 22 to 40 d. Dietary treatments were a Positive Control (3,050 and 3,150 kcal ME/kg and 22.5 and 20 % CP, respectively in the Starter and Grower). A Negative Control had 4.4% reduction in ME and CP and 12% of Lys and Met+Cys, which was supplemented with 0, 100, 200, 400, 800, and 1,600 g/ton of a mono component protease. Live performance was weekly evaluated, whereas carcass processing and ileal content were done at 40 d. Protease supplementation did not show effect in body weight gain; however, FCR was linearly improved ($P \leq 0.05$) as enzyme increased in the diets. A contrast analysis between birds fed or not with the protease showed improvements in body weight uniformity at 40 d and Met and His digestibility by 2.6 and 2.1 %, respectively

INTRODUCTION

Digestibility of energy and nutrients by poultry varies with several factors. However, the feedstuff of origin has a major impact on digestibility, because of the molecular specificity of the compound, but also due to existing interaction between the different compounds in the same ingredient. An example, the hydrolysed feather meal digestibility was estimated from 32 to 70%. Age, physical treatments, leading to diverse particle sizes and temperature are also expected to affect digestibility of nutrients and energy for poultry (Leeson & Summers, 2001).

The addition of exogenous enzymes in broilers' diets has become highly used in the past decades. Such composites are used because they allow a better use of the nutrients present in the diet, this way improving the birds' performance and profitability. Therefore, an optimization in the use of the nutrients reduces their excretion, this way reducing the environmental impact caused by the broiler production. Constant increases in the costs of feed ingredients along with society growing demands for the reduction of environmental pollution have been the main reasons for the increasing interest in the study of enzymes for broilers.

A great deal of enzyme products presently available in the market has more than one enzymatic activity whereas a fewer commercially available enzymes have only one substrate specificity. The majority of the enzymatic blends is directly related to substrates present in the cell wall and has the release of energy and reduction of digesta viscosity as main targets. These

blends, therefore, are mainly composed by varying contents of xylanases, β -glucanases, and cellulases. Eventually, other enzymatic activities, which are typically produced by the pancreas, are also found in blended products, such as amylases, proteases and lipases. These frequently have activities of low relevance to provide significant benefits for the animal.

Ingredients present in poultry feeds have a wide variability in terms of source and composition, which therefore, relates to the digestibility of their contents. Protein digestibility, for instance, is highest in typical broiler feed ingredients such as corn and soybean meal, and lower in animal meals. Protein digestibility also varies in ingredients requiring thermal processing, such as animal by products (Parsons *et al.*, 1997, Wang & Parsons, 1998), and soybean meals (Araba & Dale, 1990; Parsons *et al.*, 1992; Douglas *et al.*, 2000; Goldflus *et al.*, 2006; Coca-Sinova *et al.*, 2008). Digestibility of AA varies with feed ingredients, but also between AA within the same ingredient (Parsons *et al.*, 1992; 1997; Lemme *et al.*, 2004). A wide range of proteases is naturally synthesized and released in the chicken gut, which is generally accepted as sufficient to optimize feed protein utilization (Niban & Mahgna, 1993; Le Heuron *et al.*, 1993). However, the variation found between digestibilities of protein in the literature indicates that valuable amounts of substrates pass through the gastrointestinal system without being completely digested. Therefore, opportunities exist for improvements of protein digestibility with the use of supplemental exogenous proteases in broiler feeds.

Interpretation of the results from published studies with proteases is confounded by the fact that frequently more than one enzymatic activity exists

in a single treatment, but also to the diversity in feed ingredients and types of proteases used in the treatments (Marsman *et al.*, 1997; Naveed *et al.*, 1998; Simbaya *et al.*, 1996). Therefore, inconsistent and variable results are frequently found. On the other hand, products which only have protease activities allow an easy interpretation of experiments, but are scarce in the literature. Ghazi *et al.* (2002) observed positive effects using a single component protease, both *in vitro* and *in vivo*, easier when diets were deficient or marginal in AA (Yadav & Sah, 2005). Large differences in animal responses were found between protease sources in terms of true digestibility of nitrogen, but also on metabolizable energy (Ghazi *et al.*, 1997a, b). Improvements in dry matter and energy digestibilities have also been shown with the use of supplemental proteases, but these may occur in parallel due to a negative feedback leading to the reduction of endogenous production of amino acids proteases (Ghazi *et al.*, 2002; Mahagna *et al.*, 1995).

The present study had the objective of evaluating the effects of a serine protease supplemented in broiler chicken feeds on live performance, carcass processing and effects on AA digestibility.

MATERIAL AND METHODS

An experiment was conducted with broiler chickens in floor pens with the objective to evaluate the performance, processing yields and AA digestibility of birds fed with diets supplemented with an exogenous protease. This is an enzyme originated from *Nocardioopsis prasina* and produced by submerged fermentation of *Bacillus licheniformis*. Its activity is defined as one PROT, unit

which represents the amount of enzyme that releases 1 μmol of p-nitroaniline from 1 μM of substrate (Suc-Ala-Ala-Pro-Phe-pNA) per minute at pH 9.0 and 37 °C. Ronozyme ProAct (CT) consisted of 75,000 PROT units/g of enzyme concentrate. Enzyme preparations were obtained from Novozymes A/S, Bagavaerd, Denmark.

Chicks were vaccinated for Marek's disease at the hatchery. Throughout the study, overall bird management targeted animal comfort with sanitary conditions being checked daily. Birds were under continuous lighting from placement to 14 d and a 12:12 h L:D schedule thereafter with free access to mash feeds and water. Amino acid analyses were conducted for all feed ingredients prior to feed formulation using accepted methodology (AOAC, 1990). Birds presenting leg locomotor problems, culls, as well as sexing errors were removed as the condition appeared. Mortality was daily recorded and causes of death were classified as sudden death, ascites, leg problems or as other. Birds were not submitted to any unnecessary discomfort and followed directives of Ethics and Research Committee of Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

To obtain the Apparent Ileal Digestibility Coefficient, the methodology proposed by Sakomura & Rostagno (2007) was used. Samples of feeds and ileal contents were analyzed for dry matter, CP, fat and gross energy according to AOAC (2000) and Insoluble maker was determined according to Short *et al.* (1996). Amino acids were determining using a HPLC system (Prominence, Shimadzy Corporation, São Paulo, Brazil) with a diode detector array (SPD-

M20A), using a reverse phase column C-18 (White *et al.* 1986; Hagen *et al.* 1989).

Husbandry Practices

A total of 1,764 male Ross x Ross 308 broilers were placed in 63 pens, 28 per pen (1.70 × 1.65 m). Each pen had reused pine shavings after one crop and was equipped with 1 tube feeder (15 kg capacity) and 3 nipple drinkers.

Body weight gain, feed intake and feed conversion were weekly determined on a pen basis. At 40 d, all birds were individually weighed, for each pen was calculated the coefficient of variation for body weights for analysis of flock uniformity. Eight birds per pen were randomly selected for carcass evaluating. Selected birds were individually weighed, stunned by electric narcosis, bled for 3 min after a jugular vein cut, scalded at 60 °C for 45 s and then de-feathered. Carcass processing followed with evisceration and collection of contents of the ileum tract (from Meckel's diverticulum to the ileal-cecal-colon junction). Furtherly, whole carcasses were chilled in slush ice for 3 h being hung for 3 min to remove water excess. Then, abdominal fat was collected and carcasses were deboned by industry personnel to obtain breast meat (*Pectoralis major* plus *Pectoralis minor*), thighs, drumsticks, wings and cage weights. Carcass weights were expressed as a proportion the live BW, whereas abdominal fat and cuts were expressed relative to the whole carcass.

Dietary Treatments

Corn, soybean meal and meat and bone meal were used as major ingredients to formulate the diets (Table 1), which were provided as Starters (1 - 21 d) and Growers (22 - 40 d). A positive control (PC), having usual industry

levels of nutrients and energy, was formulated and a negative control (NC) with reduced levels of crude protein and metabolizable energy (4.4 %), as well as digestible lysine (11.8 %) and digestible methionine-cystine (12.2 %). Five other diets having the same nutrient profile as the NC were formulated with graded increases of protease (100, 200, 400, 800, and 1,600 g/Ton).

Table 1. Composition of experimental diets.

Ingredients, %	Starter (1-21 d)		Grower (22-40 d)	
	PC ¹	NC	PC	NC
Corn	56.34	62.13	62.64	68.71
Soybean meal	32.85	29.49	26.45	23.56
Meat and bone meal	6.20	6.70	5.98	6.03
Soybean oil	3.08	0.16	3.54	0.34
Limestone	0.52	0.52	0.49	0.49
Common salt	0.38	0.33	0.36	0.36
Na bicarbonate	0.09	0.13	-	-
DL-Methionine	0.19	0.11	0.15	0.06
L-Lysine HCl	0.09	-	0.12	0.01
Vit. and Min. Premix ²	0.22	0.22	0.22	0.22
Choline chloride	0.04	0.05	0.05	0.06
Caulin (inert)	-	0.16	-	0.16
Calculated composition (% or otherwise noted)				
ME, kcal/kg	3,050	2,915	3,150	3,000
CP	22.50	21.50	20.00	19.00
Ca	1.00	1.05	0.95	0.95
Av. P	0.50	0.52	0.47	0.47
Na	0.23	0.23	0.20	0.20
Lys dig.	1.27	1.12	1.12	0.97
TSAA dig.	0.89	0.79	0.79	0.68
Thr dig.	0.86	0.83	0.76	0.73

¹PC – Positive Control; NC – Negative Control.

²Composition per kilogram of diet: vitamin A: 9,000 IU; vitamin D₃: 2,500 IU; vitamin E: 20 IU; vitamin K₃: 2.5 mg; vitamin B₁: 1.5 mg; vitamin B₂: 6 mg; vitamin B₆: 3 mg; pantothenic acid: 1.2 mg; biotin: 0.06 mg. folic acid: 0.8 mg. niacin: 25 mg. vitamin B₁₂: 12 µg; I: 2 mg; Se: 0.25 mg; Cu: 20 mg; Mn: 160 mg; Zn: 100 mg; Fe: 100 mg; nicarbazine: 98 ppm (1 – 21 d); salinomycin: 66 ppm (22 – 40 d); Bacitracin methylene disalicylate: 55 ppm (1 – 40 d);

Amino acid Digestibility

Titanium dioxide was added as indigestible marker at the concentration of 1 kg/Ton of feed in the feed provided in last seven days of the experiment.

Titanium dioxide offers advantages over others digestibility makers, as chromium oxide. The analytical procedure for quantify TiO_2 the sample is reacted with H_2O_2 , this reaction produces an intense orange color that subsequently, it is read at 410 nm using a UV/Vis Spectrophotometer (Myer *et al.*, 2004).

Excreta collected during processing were set to dry until reaching constant weight at 105 °C.

Statistical Analysis

A completely randomized design with 7 treatments and 9 replicates was used. An ANOVA was run, and when significant mean differences with probabilities smaller than 5 % were considered significant using Tukey. A regression analysis was used to adjust the enzyme levels in the NC group. Computation was done with SAS (SAS Institute, 2001). A contrast analysis was conducted comparing the average of the treatments NC that received against the treatment with no supplementation of protease AA digestibility and flock uniformity.

RESULTS

Performance

The results in growth performance are shown in Table 3. Throughout the experimental period, the birds' weight gain presented a continuous pattern: predictably, the broilers fed with PC diets expressed a higher weight gain than diet to NC ($P \leq 0.05$). However, there was no observable effect of the protease

supplementation. The values of FCR are presented in Table 3. Significant differences between the treatments on FCR were found in all periods. The positive control treatments were among those which presented the best FC from the beginning to end of the study ($P \leq 0.05$). Analyzing the period from 1 to 21 d, it is possible to observe positive control displaying the best values of FCR. In the treatments which compose the NC, it is possible to notice an increasing improvement in performance as the level of protease was increased. The protease dose showed a direct relation with the FCR (Figure 1) among the NC in the starter period. The regression procedures with the NC resulted a linear negative response with the increase of protease dose. There were no statistical differences in feed intake between the treatments ($P \leq 0.05$).

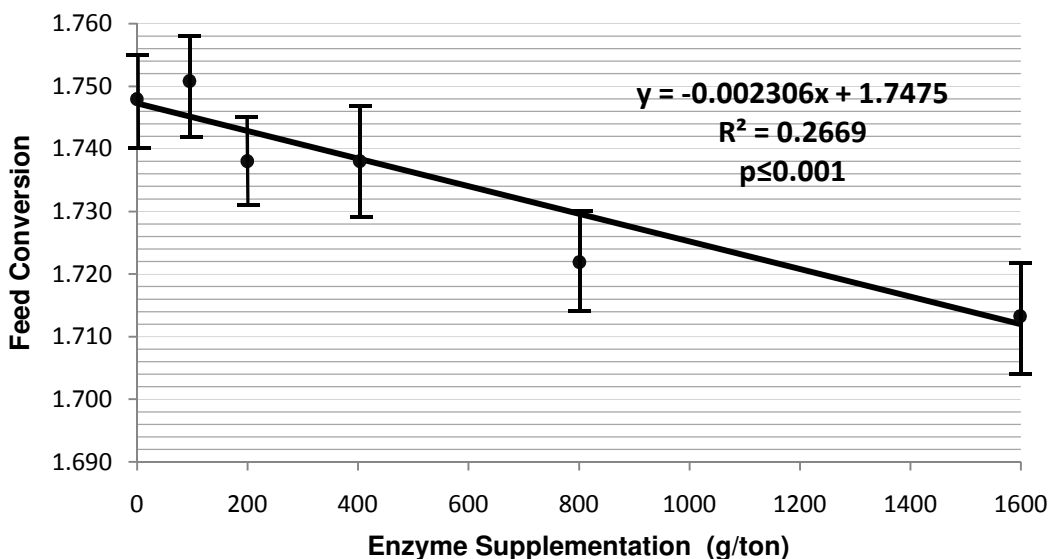


Figure 1 –Regression Analysis of Negative Control Treatments for Feed Conversion in 1 to 40 d ($p \leq 0.05$) for male broilers.

The analysis contrasting the treatments that received the supplementation versus the ones which did not receive it, indicated a greater

uniformity ($P \leq 0.05$) to Live Weight at 40 d among the treatments supplemented by the enzyme. Mortality during the trial and the deaths were not related to any dietary treatments. Carcass processing was unaffected ($P \leq 0.05$) by diet or enzyme supplementation.

Table 3. Live performance of broilers fed diets with graded increases of protease .

Treatments	BWG, g			Feed Intake, g			FCR		
	1 to 21 d	21 to 40 d	1 to 40 d	1 to 21 d	21 to 40 d	1 to 40 d	1 to 21 d	21 to 40 d	1 to 40 d
	PC ¹	896 ^a	1,934 ^a	2,831 ^a	1,201	3,348	4,550	1,340 ^a	1,731 ^a
NC ²	821 ^b	1,765 ^b	2,581 ^b	1,208	3,311	4,522	1,470 ^c	1,876 ^b	1,752 ^c
NC+100 ³	822 ^b	1,755 ^b	2,578 ^b	1,202	3,312	4,515	1,462 ^c	1,888 ^b	1,751 ^c
NC+200	837 ^b	1,775 ^b	2,605 ^b	1,198	3,328	4,526	1,431 ^{bc}	1,875 ^b	1,737 ^{bc}
NC+400	832 ^b	1,764 ^b	2,597 ^b	1,192	3,319	4,512	1,433 ^{bc}	1,881 ^b	1,737 ^{bc}
NC+800	829 ^b	1,772 ^b	2,601 ^b	1,199	3,279	4,478	1,446 ^{bc}	1,851 ^b	1,722 ^{bc}
NC+1600	839 ^b	1,792 ^b	2,631 ^b	1,193	3,315	4,509	1,421 ^b	1,850 ^b	1,713 ^b
Mean	840	1,794	2,632	1,198	3,316	4,515	1,430	1,850	1,716
CV, %	3,64	2,43	2,06	3,59	2,20	4,23	2,06	1,75	1,29
P _≤	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0,990	0,636	0,872	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Means followed by the same letter are not different using Tukey at $P \leq 0.05$.

1 : Positive Control; 2 : Negative Control 3: NC + Protease Supplementation (g/ton).

Amino acids Apparent Ileal Digestibility

The analysis of ileal digestibility of amino acids showed no significant difference between the treatments (Table 4). By performing a contrast analysis, comparing the NC treatments which received supplementation against the ones which did not receive it, it was found that enzymatic supplementation showed improvement in the digestibility of Met ($P = 0.047$) and His ($P = 0.053$).

Table 4. Apparent ileal digestibility of AA for male broilers fed diets with graded increases of protease.

Amino acids , %	Protease	Control	<i>P</i> value	CV %
Asp	77.08	75.15	0.166	6.83
Glu	84.91	83.12	0.147	4.48
Ser	82.30	80.66	0.181	5.10
Gly	76.29	74.49	0.269	7.29
His	86.39	88.52	0.053	3.93
Arg	89.71	89.52	0.470	2.92
Thr	77.03	76.21	0.252	7.25
Ala	81.88	80.27	0.286	5.60
Pro	79.69	77.65	0.252	6.57
Tyr	84.46	82.91	0.344	5.28
Val	70.33	72.87	0.520	10.62
Met	89.63	87.37	0.047	3.50
Cys	78.97	75.79	0.120	7.38
Ile	73.78	70.27	0.363	10.78
Leu	84.70	83.39	0.300	4.72
Phe	85.59	83.96	0.149	4.31
Lys	88.92	88.08	0.197	3.12
Mean	81.86	80.60		

Means followed by the same letter are not different using Tukey at $P \leq 0.05$.

Others Results

The analysis contrasting the treatments that received the supplementation versus the ones which did not receive it, indicated a greater uniformity ($p \leq 0.05$) to Live Weight at 40 d among the treatments supplemented by the enzyme (Table 5).

Table 5. Coefficient of variation for body weights at 40 days.

Protease Supplementation	Body Weight CV at 40 d
With	7,42
Without	6,57
Mean	6,72
CV%	17,02
Prob.	0,0418

Means followed by the same letter are not different using Tukey at $P \leq 0.05$.

The carcass evaluation was not significantly different between the different doses of proteases.

Table 6. Carcass yield and commercial cuts, %.

Treat.	Carcass Yield	Abdominal Fat	Breast Fillets	Tenders	Thighs	Wings	Drusmticks	Cages
PC ¹	78,4	2,79	22,2	4,39	18,6	10,3	12,7	27,8
NC ²	78,8	2,58	21,5	4,39	18,9	10,5	12,9	28,0
NC+100 ³	78,4	2,33	21,4	4,34	18,7	10,8	12,8	27,9
NC+200	78,4	2,60	21,2	4,38	18,7	10,3	12,7	27,4
NC+400	78,6	2,33	21,7	4,29	18,6	10,6	12,9	27,9
NC+800	78,8	2,65	21,1	4,31	18,7	10,2	12,7	27,3
NC+1600	78,7	2,39	21,6	4,30	18,8	10,5	13,0	27,7
Mean	78,55	2,46	21,54	4,37	18,71	10,45	12,78	27,74
CV%	1,15	25,43	3,87	7,03	3,51	3,54	3,41	3,68
Prob.	0,867	0,377	0,226	0,805	0,989	0,0175	0,703	0,678

¹: Positive Control;

²: Negative Control;

³:NC + Protease Supplementation (g/ton).

There were no statistical differences for the different causes of mortality and between the sum of these in the experiment (Table 6).

DISCUSSION

The purpose of the experiment reported in this paper was to investigate whether the beneficial effect of protease treatment with different doses in standard diets in poultry performance.

Studies with different nutritional levels and enzyme supplementation have presented results that corroborate those. Toledo et. al (2007) tested

different enzymatic complexes in the presence of proteases and observed significant improvements in diets with reduced nutritional levels. These results clearly show that the response of an enzyme or an enzyme complex will depend on the limiting nutrient and also on the ingredients from this diet, as observed in other studies (Kidd *et al.*, 1990). The FCR analysis in periods subsequent to 21 d show no difference in relation to the supplementation of protease. Likewise, Olukosi *et al.* (2007), working with an enzymatic combination of xylanase, protease and amylase observed that the benefit of enzymatic supplementation occurs mostly in the birds' early periods of life. These results suggest that the effect expected by the product occurs during periods in which the animal is enzymatically deficient.

Although others factors had influenced the results presented. The reduced energy levels resulted in a drastic reduction in the level of soybean oil in the Negative Control diets. The efficiency of utilization of energy consumed is improved compared with that of animals fed low fat diets (Leeson & Summers, 2001).

Another factor that may have had influence on the result is the digestibility of the feedstuffs of animal origin. Meat and bone meal may have considerably higher digestibility, which reduces the effect of the protease.

As a conclusion, protease treatments improved the FCR of broiler chicks in diets with reduced levels of crude protein and metabolizable energy, as well as digestible lysine and digestible methionine-cystine. In relation to the protease dose, the linear response obtained does not allow us to get a dose of maximum efficiency for the enzyme.

REFERENCES AND NOTES

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.

Araba, M. and N. M. Dale. 1990. Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. *Poult. Sci.* 69:1749-1752.

Coca-Sinova, A., D. G. Valencia, E. Jimenez-Moreno, R. Lazaro, and G. G. Mateos. 2008. Apparent ileal digestibility of energy, nitrogen, and amino acids of soybean meals of different origin in broilers. *Poult. Sci.* 87:2613-2623.

Douglas, M. W., C. M. Parsons, and M. R. Bedford. 2000. Effect of various soybean meal sources and avizyme on chick growth performance and ileal digestible energy. *J. Appl. Poult. Res.* 9:74-80.

Ghazi, S., J. A. Rooke, H. Galbraith, and A. Moran. 1997a. The potential for improving soybean meal in diets for chickens: treatment with different proteolytic enzymes. *Br. Poult. Sci.* 37:554-555.

Ghazi, S., J. A. Rooke, H. Galbraith, and A. Moran. 1997b. Effect of adding protease and alpha-galactosidase enzyme to soybean meal on nitrogen retention and true metabolisable energy in broilers. *Br. Poult. Sci.* 38:528-531.

Ghazi, S., J. A. Rooke, H. Galbraith, and M. R. Bedford. 2002. The potential for the improvement in the nutritive value of soybean meal by different proteases in broiler chicks and broiler cockerels. *Br. Poult. Sci.* 43:70-77.

Goldflus, F., M. Ceccantini, and W. Santos. 2006. Amino acid content of soybean samples collected in different brazilian states – Harvest 2003/2004. *Braz. J. Poult. Sci.* 8:105-111.

Hagen S. R., B. Frost, and J. Augustin. 1989. Precolumn phenylisothiocyanate derivatization and liquid-chromatography of amino-acids in food. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 72:912-916.

Kidd, M. T., G. W. Morgan, C. J. Price, P. A. Welch, and E. A. Fontana. 2001. Enzyme supplementation to corn and soybean meal diets for broilers. *J. Appl. Poult. Res.* 10:65–70.

Le Heuron, I., E. Lhoste, C. Wicker-Planquarl, N. Dakka, R. Toullec, T. Corring, P. Guilloteau, and A. Puigserver. 1993. Molecular aspects of enzyme synthesis in the exocrine pancreas with emphasis on development and nutritional regulation. *Proc. Nutr. Soc.* 52:301-313.

Lemme, A., V. Ravindran, and W. L. Bryden. 2004. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poult. Sci.* 60:423-437.

Leeson, S. and Summer, J.D. *Nutrition of the chicken*. 2001, 4th Edition. University Books.

Mahagna, M., I. Nir, M. Larbier, and Z. Nitsan. 1995. Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract, pancreatic enzymes activities and digestibility of nutrients in young meat-type chickens. *Reprod. Nutr. Dev.* 35:201-212.

Marsman, G. J., H. Gruppen, A. F. van der Poel, R. P. Kwakkel, M. W. Verstegen, and A. G. Voragen. 1997. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chime characteristics in broiler chicks. *Poult. Sci.* 76:864-872.

Myer, W.D., P.A.Ludden, V. Nayigihugu, B.W. Hess. 2004. Technical Note: A procedure for the preparation and quantitative analysis of sample for titanium dioxide. *J Anim Sci.* 82: 179-183.

Naveed, A., T. Acamovic, and M. R. Bedford. 1998. Effect of enzyme supplementation of UK-known *Lupinus albus* on growth performance in broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* 39:S36-S37.

Niban, Z., and M. Mahagna. 1993. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. *Br. Poult. Sci.* 34:523-532.

Olukosi, O.A., Cowieson, A.J., Adeola, O. 2007. Age-Related Influence of Cocktail of Xylanase, Amylase and Protease or Phytase Individually or in Combination. *Poult. Sci.* 86: 77-86.

Parsons, C. M., F. Castanon, and Y. Han. 1997. Protein and amino acid quality of meat and bone meal. *Poult. Sci.* 76:361-368.

Parsons, C. M., K. Hashimoto, K. J. Wedeking, Y. Han, and D. H. Baker. 1992. Effect of overprocessing on availability of amino acids and energy in soybean meal. *Poult. Sci.* 71:133-140.

SAKOMURA, N.K. & ROSTAGNO, H.S. 2007. *Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos*. Jaboticabal, FUNEP, p. 92-129.

SAS Institute. 2001. *User's Guide – Version 6 Edition*. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Simbaya, J., B. A. Slomminski, W. Guenter, A. Morgan, and L. D. Campbell. 1996. The effects of protease and carbohydrase supplementation on the nutritive value of canola meal for poultry. *Anim. Feed Sci. Technol.* 61:219-234.

Short, F.J., P. Gordon, J. Wiseman, K.N. Boorman. 1996. Determination of titanium dioxide added as inert marker in chicken digestibility studies. *Anim. Feed Sci. Technol.* 59:215-221.

Toledo, G.S.P.; Costa, P.T.C.; Silva, J.H.; Ceccantini, M., Junior, C.P. 2007. Broilers Fed Diets Varying in Energy and Protein Supplemented with a pool of Enzymes. *Ciência Rural.* v.37. 2:518-523.

Wang, X., C. M. Parsons. 1998. Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals. *Poult. Sci.* 77:834-841;

White J. A., R. J. Hart, and J. C. Fry. 1986. An evaluation of the waters pico-tag system for the amino-acid-analysis of food materials. *J. Automat. Chem.* 8:170-177.

Yadav, J. L., R. A. Sah. 2005. Supplementation of corn-soybean based broiler's diets with different levels of acid protease. *J. Inst. Agric. Anim. Sci.* 26:65-70.

3. CAPÍTULO III

3.1 CONCLUSÃO GERAL

Os ganhos em desempenho zootécnico, neste estudo são verificados no períodos iniciais, de 1 a 21 dias de idade. Esse ganho se refletirá principalmente na conversão alimentar do período total do estudo, porém não se observou ganho nos períodos compreendidos de 21 a 40 dias.

O índice de conversão alimentar foi influenciado pela dose de enzima adicionada, sendo a melhor resposta apresentada melhor quanto maior a suplementação enzimática.

Contrastando os tratamentos com níveis reduzidos que foram suplementados com protease e os tratamentos que não receberam a suplementação apresentou uma melhor digestibilidade aminoacídica de histidina e metionina.

Uma possível maior disponibilidade de nutrientes pode além de apresentar um melhor desempenho zootécnico pode proporcionar uma uniformidade maior dentro do lote, fato que foi observado no estudo quando comparado tratamentos suplementados frente a não suplementados.

A resposta linear para o aumento da inclusão da enzima para parâmetro CA, deixa o critério de escolha da dosagem deve levar em consideração uma avaliação do custo de formulação.

3.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de enzimas na produção avícola tem refletido a mudança de atitude que a indústria se viu obrigada a tomar frente a mudanças de mercado e elevadas cotações de seus insumos. Sem dúvida o fator custo tem sido o principal fator na escolha de aditivos utilizados em formulações. Porém há sinais claros que outros fatores tornar-se-ão decisivos no critério tomado pelo profissional da nutrição animal. Novas exigências feitas por mercados importadores cada vez mais exigentes tem colocado o consumidor um importante transformador de toda a cadeia produtiva, exigindo uma produção com impacto mínimo ao meio ambiente.

A pesquisa na área de enzima como aditivo em dietas de não-ruminantes propiciou uma exploração desse aditivo, podendo hoje ser amplamente usado em rações de todo mundo. Todavia, este potencial não se extinguiu e conhecimento deste produto pode ainda ser mais explorado, propiciando ao profissional uma produção menos onerosa, ao consumidor um alimento mais seguro e à produção tornar-se cada vez mais eficiente e sustentável ambientalmente.

A enzima protease, alvo da pesquisa em questão mostrou-se um aditivo de grande potencial. Podendo ser um melhorador de desempenho vivo, de digestibilidade, uma ferramenta importante na redução de custos de produção e um aditivo ecologicamente correto.

3.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGENZIO, R.A. Funções Secretórias do Trato Gastrointestinal. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p.319-329.

BAKER, D.H. Utilization of precursors for L-amino acids. In: D'MELLO, J.P.F. **Amino acids in farm animal nutrition**. Wallingford, Oxon: CAB International, 1994. p. 37-64.

BEDFORD, M.R. The effect of enzyme on digestion. **Journal Applied of Poultry Research**, Savoy, IL, v. 5, p 370-378, 1998.

BEDFORD, M.R.; MORGAN, A.J. The use of enzymes in canola-based diets. **Second EUROPEAN SYMPOSIUM OF FEED ENZYMES**, 2., 1995, Noordwijkerhout, NLD. [Noordwijkerhout], 1995. p. 125-129.

BRITO, C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; DIONIZIO, M.A.; CARVALHO, D.C.O. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de frangos de corte . **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, p.457-461, 2006.

CAINE, W.R.; SAUER, W.C.; TAMMINGA, S.; VERSTEGEN, M.W.A.; SCHULZE, H. Apparent ileal digestibilities of amino acids in newly weaned pigs fed diets with protease-treated soyabean meal. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 75, p. 2962–2969, 1997a.

CAINE, W.R.; TAMMINGA, S.; VERSTEGEN, M.W.A.; SAUER, W.C.; SCHULZE, H. Endogenous recoveries and true ileal digestibilities of amino acids in newly weaned pigs fed diets with protease-treated soyabean meal. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 75, p. 2970–2979, 1997b.

COCA-SINOVA, A.; VALENCIA, D.G.; JIMEZ-MORENO, E.; LAZARO, R.; MATEOS, G.G. Apparent ileal digestibility of energy, nitrogen, and amino acids of soybean meals of different origin in broilers. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.87, p. 2613-2623, 2008.

CHAMPE, P.C., HARVEY, R.A. **Bioquímica Ilustrada**. 2.ed. Porto Alegre, RS: Artes Médicas. 1996. p. 238-239.

CLASSEN, H. L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science Technology**, New York, v. 62, n1, p. 21-27, 1996.

D'MELLO, J.P.F. **Amino acids in Animal Nutrition**. 2nd ed. Edinburg, UK : CAB International, 2003. p.1-14.

FERKET, P.R. Pratical Use of Feed Enzyme for Turkey and Broilers. **Journal Applied of Poultry Research**, Savoy, IL, v. 2, p. 75-81, 1993.

GIVENS, D.I.; DEAVILLE, E.R. The current and future role of near infrared reflectance spectroscopy in animal nutrition: a review. **Australian Journal Agricultural Research**, Brisbane, QLD, v.50, p. 1131-1145, 1999.

GOLDFLUS, F.; CECCANTINI, M.; SANTOS, W. Amino acid content of soybean samples collected in different brazilian states – Harvest 2003/2004. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, SP, v.8, p.105-111, 2006.

GUYTON, A. C.; HALL, J.E. **Textbook of medical physiology**. 11th.ed. Philadelphia : Elsevier Saunders, 2006. p. 814-816.

GHAZI, S.; ROOKE, J.A.; GALBRAITH, H.; BEDFORD, M.R. The potential for the improvement of the nutritive value of soybean meal by different proteases in broiler chicks and broiler cockerels. **British Poultry Science**, Edinburg, UK, v. 43, p.70-77, 2002.

HEDSTROM, L. Serine Protease Mechanism and Specificity. **Chemical Reviews**, Washington, DC, v. 102, p. 4501-4523, 2002.

HONG, D.; BURROWS, H.; ADEOLA, O. Addition of Enzyme to Starter and Grower Diets for Ducks. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.81, p. 1842-1849, 2002.

JARONI, D.;SCHEIDELER, S.E.; BECK, M.M.; WYATT, C. The Effect of Dietary Wheat Middlings and Enzyme Supplementation II: Apparent Nutrient Digestibility, Digestive Tract Size, Gut Viscosity, and Gut Morphology in Two Strains of Leghorn Hens. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.78, p. 1664-1674, 1999.

KIDD, M. T.; MORGAN JR., G.W.; PRICE, J. Enzyme Supplementation to Corn and Soybean Meal diets for broilers. **Journal Applied of Poultry Research**, Savoy, IL, v.10, p.65-70, 2001.

LEMME, A.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L. Ileal digestibility of amino acid in feed ingredients for broilers. **World's Poultry Science Journal**, Wallington, UK, v. 60, p.423–437, 2004.

LESSON, S.; SUMMERS, J.D. Protein and Amino Acids. **Nutrition of the Chicken**. 4th ed. Ghelph, Ontario: University Books, 2001.

MARSMAN, G.J.P.; GRUPPEN, H.; VAN DER POEL, A.F.B.; KWAKKEL, R.P.; VERSTEGEN, M.W.A.; VORMAGEN, A.G.J. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities and chyme characteristics in broiler chicks. **Poultry Science**, Savoy, IL, v. 76, p. 864–872, 1997.

NELSON, D.L.; COX, M. M.; LEHNINGER, A.L. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4th ed. New York: W.H. Freeman, 2005.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirement of Poultry**. 9th ed. Washington DC, 1994. 155 p.

ODETALLAH, N.H.; WANG, J.J.; GARLICH, J.D.; SHIH, J.C.H. Keratinase in Starter Diets Improves Growth of Broilers Chicks. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.82, p.664-670, 2003.

OLUKOSI, O.A.; COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.82, p.77-86, 2007.

PARSONS, C. M. F.; CASTANON, Y. H. Protein and amino acid quality of meat and bone meal. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.76, p. 361-368, 1997.

PELUZIO, M.C.G.; BATISTA, E.S. Proteínas. In: COSTA, N.M.B.; PELUZIO, M.C.G. **Nutrição Básica e Metabolismo**. Viçosa : Editora UFV, 2008.p. 120-154.

PLUMSTEAD, P.W.; ROMERO-SANCHEZ, H.; PATON, N.D.; SPEARS, J.W.; BRAKE, J. Effects of dietary metabolizable energy and protein on early growth responses of broilers to dietary lysine. **Poultry Science**, Savoy, IL, v. 86, p. 2639-2648, 2007.

ROSA, A. P.; UTTPATEL, R. Enzimas em uma Nutrição Diferenciada. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, RS, 2007.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para Aves e Suínos**. Viçosa, MG. : [s.n.], 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H.S.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.L.T. Aminoácidos Totais e Digestíveis para Aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas, 1999. p.65-83.

RUTZ, FERNANDO. Proteínas: Digestão e Absorção – In: FISILOGIA Aviária Aplicada à Frangos de Corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 135-140,

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. Jaboticabal : FUNEP, 2007. p. 92-129.

THYS, R.C.S. **Produção Caracterização, purificação e aplicação de uma protease produzida pelo microrganismo *Microbacterium sp. kr10***, 2004, 114f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

TOLEDO, G.S.P.; COSTA, P.T.C.; SILVA, J.H.; CECCANTINI, M., JUNIOR, C.P. Broilers Fed Diets Varying in Energy and Protein Supplemented with a pool of Enzymes. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.37, p. 518-523, 2007.

UNI, Z.;NOY, Y.;SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the Poult. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.38, p.215-222, 1999.

VIEIRA, S.L.; LIMA, I.L.; BORGES, C.A.; FERNANDES, L.M.; QUADROS, V.R. Broiler utilization of vegetarian diets. **Poultry Science**, Savoy, IL, v. 82, p. 38, 2003.

WANG, J.J.; GARLICH, J.D.; SHIH, J.C.H. Beneficial of Versazyme, a Keratinase Feed Additive, on Body Weight, Feed Conversion and Breast Yield of Broiler Chickens. **Journal Applied of Poultry Reaserch**, Savoy, IL, v.15, p.544-550, 2006.

WISEMAN, A. **Manual de Biotecnología de los enzimas**. Zaragoza: Acribia, 1991. 444p.

YU, B.; WU, S.T.; LIU, C.C.; GAUTHIER, R.; CHIOU, P.W.S. Effects of enzyme inclusion in a maize-soybean diet on broiler performance. **Animal Feed Science and Technology**, New York, v.134, p.283-294, 2007.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K.; SILVERSIDES. F.G.; FIQUEIRDO. A.; PACK. M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.78, p.561-568, 1999.

APÉNDICES

Apêndice 1. Condições Ambientais.

Dia	Data	Temp. Máxima (°C)	Temp. Mínima (°C)	UR Máxima. (%)	UR Mínima (%)
0	31/10	33,5	29,8	56	38
1	1/11	34,0	30,4	68	41
2	2/11	32,6	29,9	72	38
3	3/11	33,6	30,4	32	28
4	4/11	34,0	28,0	48	27
5	5/11	34,5	28,9	35	23
6	6/11	33,4	27,5	33	24
7	7/11	35,0	26,0	52	24
8	8/11	34,3	27,8	35	26
9	9/11	30,6	26,9	62	42
10	10/11	31,0	25,0	63	42
11	11/11	31,2	25,1	56	26
12	12/11	33,4	24,1	58	24
13	13/11	32,4	24,0	57	56
14	14/11	27,5	23,0	57	38
15	15/11	26,2	19,8	52	37
16	16/11	25,8	23,2	58	36
17	17/11	30,6	24,6	58	38
18	18/11	30,1	23,0	50	29
19	19/11	26,8	21,1	68	50
20	20/11	28,0	21,6	70	42
21	21/11	27,3	20,8	69	40
22	22/11	29,5	17,7	75	35
23	23/11	26,2	20,1	68	57
24	24/11	23,5	20,4	82	42
25	25/11	24,9	18,7	76	54
26	26/11	27,7	19,8	75	38
27	27/11	27,3	19,2	69	40
28	28/11	27,6	17,5	76	44
29	29/11	27,0	18,6	68	42
30	30/11	27,6	22,5	57	44
31	1/12	26,2	19,2	56	40
32	2/12	27,8	20,7	70	38
33	3/12	29,3	22,6	77	50
34	4/12	32,6	23,4	74	52
35	5/12	28,7	20,6	81	60
36	6/12	31,0	19,1	77	47
37	7/12	30,4	19,0	60	30
38	8/12	31,5	19,3	67	46
39	9/12	28,5	21,7	56	40
40	10/12	33,8	23,6	83	54

Apêndice 2. Programa de Luz.

Dia de Experimento	Horas de Luz
0 - 12	24 h
13 - 21	18 h
22 - 38	14 h (Luz Natural)
39-40	24h

Apêndice 3. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 1 a 14 dias de idade.

Trat	Controle	Enzima	Peso 1	Peso 7	Mort 1-7%	GP 1-7	CA 1-7	Cons 1-7	Peso 14	Mort 7-14%	GP 7-14	CA 7-14	Cons 7-14
T1	CP	0	0,044	0,159	0,00	0,114	1,244	0,142	0,447	0,00	0,289	1,312	0,379
T1	CP	0	0,046	0,178	0,00	0,132	1,249	0,165	0,495	0,00	0,317	1,261	0,400
T1	CP	0	0,044	0,175	0,00	0,131	1,191	0,156	0,493	3,57	0,318	1,266	0,402
T1	CP	0	0,045	0,152	0,00	0,107	1,213	0,130	0,448	0,00	0,296	1,225	0,362
T1	CP	0	0,045	0,157	0,00	0,112	1,223	0,137	0,446	0,00	0,289	1,299	0,376
T1	CP	0	0,046	0,156	0,00	0,111	1,277	0,141	0,449	0,00	0,292	1,330	0,389
T1	CP	0	0,045	0,164	0,00	0,119	1,317	0,157	0,467	0,00	0,303	1,325	0,401
T1	CP	0	0,046	0,160	0,00	0,114	1,175	0,134	0,453	0,00	0,293	1,295	0,379
T1	CP	0	0,045	0,164	3,57	0,119	1,223	0,145	0,475	0,00	0,311	1,236	,384
T2	CP	200	0,045	0,167	0,00	0,122	1,158	0,141	0,469	0,00	0,301	1,273	0,386
T2	CP	200	0,046	0,163	0,00	0,117	1,226	0,144	0,465	0,00	0,302	1,267	0,419
T2	CP	200	0,045	0,158	0,00	0,113	1,203	0,136	0,462	0,00	0,304	1,246	0,381
T2	CP	200	0,045	0,164	3,57	0,119	1,202	0,143	0,464	0,00	0,301	1,333	0,352
T2	CP	200	0,046	0,162	0,00	0,116	1,209	0,141	0,461	0,00	0,299	1,274	0,409
T2	CP	200	0,046	0,175	0,00	0,129	1,215	0,157	0,486	0,00	0,311	1,326	0,389
T2	CP	200	0,045	0,166	0,00	0,121	1,249	0,151	0,476	0,00	0,310	1,258	0,390
T2	CP	200	0,045	0,165	3,57	0,120	1,204	0,145	0,464	0,00	0,299	1,280	0,404
T2	CP	200	0,044	0,152	3,57	0,108	1,256	0,135	0,450	0,00	0,299	1,251	0,400
T3	CN	0	0,046	0,161	0,00	0,116	1,210	0,140	0,444	0,00	0,283	1,364	0,374
T3	CN	0	0,046	0,166	0,00	0,120	1,369	0,164	0,456	0,00	0,291	1,442	0,394
T3	CN	0	0,044	0,159	0,00	0,115	1,242	0,143	0,436	0,00	0,276	1,377	0,395
T3	CN	0	0,045	0,142	0,00	0,096	1,296	0,125	0,424	0,00	0,282	1,248	0,406
T3	CN	0	0,046	0,165	0,00	0,119	1,311	0,156	0,457	0,00	0,292	1,399	0,400
T3	CN	0	0,045	0,154	0,00	0,109	1,216	0,133	0,434	0,00	0,279	1,394	0,404

Apêndice 4. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 1 a 14 dias de idade.

Trat	Controle	Enzima	Peso 1	Peso 7	Mort 1-7%	GP 1-7	CA 1-7	Cons 1-7	Peso 14	Mort 7-14%	GP 7-14	CA 7-14	Cons 7-14
T3	CN	0	0,045	0,164	0,00	0,119	1,229	0,146	0,444	0,00	0,280	1,393	0,416
T3	CN	0	0,046	0,166	0,00	0,121	1,254	0,151	0,440	0,00	0,274	1,475	0,406
T3	CN	0	0,0456	0,161	0,00	0,116	1,259	0,146	0,451	0,00	0,289	1,383	0,385
T4	CN	100	0,045	0,149	0,00	0,104	1,240	0,129	0,411	0,00	0,262	1,428	0,390
T4	CN	100	0,044	0,151	0,00	0,107	1,280	0,137	0,423	0,00	0,271	1,450	0,440
T4	CN	100	0,044	0,153	3,57	0,109	1,263	0,138	0,429	0,00	0,276	1,433	0,370
T4	CN	100	0,044	0,158	0,00	0,114	1,289	0,146	0,436	0,00	0,279	1,456	0,389
T4	CN	100	0,044	0,153	0,00	0,109	1,270	0,138	0,432	0,00	0,279	1,432	0,396
T4	CN	100	0,045	0,156	3,57	0,111	1,301	0,144	0,428	0,00	0,272	1,486	0,419
T4	CN	100	0,044	0,164	0,00	0,120	1,226	0,147	0,444	0,00	0,279	1,491	0,383
T4	CN	100	0,045	0,164	0,00	0,119	1,257	0,150	0,445	0,00	0,281	1,445	0,400
T4	CN	100	0,045	0,149	0,00	0,104	1,274	0,133	0,418	0,00	0,269	1,434	0,362
T5	CN	200	0,046	0,157	0,00	0,111	1,212	0,135	0,441	0,00	0,284	1,372	0,395
T5	CN	200	0,045	0,168	3,57	0,123	1,229	0,151	0,464	0,00	0,296	1,487	0,362
T5	CN	200	0,046	0,156	0,00	0,110	1,318	0,145	0,430	3,57	0,275	1,347	0,408
T5	CN	200	0,045	0,164	3,57	0,119	1,290	0,154	0,440	0,00	0,276	1,411	0,429
T5	CN	200	0,046	0,168	0,00	0,122	1,292	0,158	0,461	0,00	0,293	1,351	0,393
T5	CN	200	0,046	0,159	3,57	0,114	1,269	0,144	0,436	0,00	0,276	1,515	0,405
T5	CN	200	0,045	0,153	0,00	0,108	1,285	0,139	0,420	0,00	0,267	1,433	0,396
T5	CN	200	0,044	0,162	0,00	0,118	1,194	0,141	0,440	0,00	0,278	1,440	0,385
T5	CN	200	0,044	0,132	7,14	0,089	1,193	0,106	0,396	0,00	0,264	1,373	0,387
T6	CN	400	0,045	0,164	0,00	0,119	1,241	0,147	0,447	0,00	0,284	1,393	0,414
T6	CN	400	0,046	0,144	0,00	0,098	1,255	0,123	0,435	7,14	0,291	1,243	0,390
T6	CN	400	0,046	0,169	0,00	0,123	1,302	0,160	0,457	0,00	0,289	1,413	0,402

Apêndice 5. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 1 a 14 dias de idade.

Trat	Controle	Enzima	Peso 1	Peso7	Mort 1-7%	GP 1-7	CA 1-7	Cons 1-7	Peso 14	Mort 7-14%	GP 7-14	CA 7-14	Cons 7-14
T6	CN	400	0,046	0,176	0,00	0,130	1,264	0,164	0,479	0,00	0,303	1,415	0,379
T6	CN	400	0,045	0,154	0,00	0,109	1,303	0,141	0,427	0,00	0,274	1,436	0,393
T6	CN	400	0,046	0,160	7,14	0,114	1,237	0,141	0,446	0,00	0,286	1,417	0,419
T6	CN	400	0,045	0,156	3,57	0,111	1,233	0,136	0,434	0,00	0,279	1,420	0,394
T6	CN	400	0,044	0,150	0,00	0,106	1,264	0,134	0,424	0,00	0,274	1,407	0,396
T6	CN	400	0,045	0,150	0,00	0,105	1,313	0,138	0,420	0,00	0,270	1,434	0,414
T7	CN	800	0,045	0,171	3,57	0,126	1,286	0,162	0,467	0,00	0,296	1,401	0,390
T7	CN	800	0,046	0,159	3,57	0,114	1,196	0,136	0,439	0,00	0,280	1,392	0,402
T7	CN	800	0,045	0,163	0,00	0,118	1,285	0,151	0,440	0,00	0,277	1,451	0,379
T7	CN	800	0,046	0,156	0,00	0,110	1,208	0,133	0,432	3,57	0,276	1,374	0,393
T7	CN	800	0,044	0,154	0,00	0,109	1,346	0,147	0,436	0,00	0,283	1,389	0,419
T7	CN	800	0,045	0,162	0,00	0,117	1,317	0,154	0,439	0,00	0,276	1,515	0,394
T7	CN	800	0,045	0,154	0,00	0,109	1,309	0,142	0,424	0,00	0,270	1,458	0,396
T7	CN	800	0,045	0,149	0,00	0,104	1,301	0,136	0,431	0,00	0,282	1,405	0,383
T7	CN	800	0,045	0,149	3,57	0,104	1,222	0,127	0,418	0,00	0,269	1,424	0,414
T8	CN	1600	0,045	0,154	3,57	0,109	1,168	0,127	0,430	0,00	0,276	1,352	0,373
T8	CN	1600	0,044	0,166	0,00	0,122	1,240	0,151	0,459	0,00	0,292	1,369	0,400
T8	CN	1600	0,046	0,160	0,00	0,114	1,219	0,139	0,441	0,00	0,281	1,392	0,391
T8	CN	1600	0,044	0,161	0,00	0,116	1,184	0,138	0,447	0,00	0,286	1,384	0,396
T8	CN	1600	0,045	0,161	0,00	0,116	1,259	0,146	0,460	0,00	0,299	1,351	0,404
T8	CN	1600	0,044	0,166	0,00	0,121	1,229	0,149	0,455	0,00	0,289	1,432	0,414
T8	CN	1600	0,045	0,158	3,57	0,113	1,220	0,138	0,449	0,00	0,291	1,426	0,416
T8	CN	1600	0,045	0,169	0,00	0,124	1,237	0,153	0,460	0,00	0,291	1,377	0,401
T8	CN	1600	0,044	0,147	0,00	0,103	1,146	0,118	0,427	0,00	0,280	1,372	0,384

Apêndice 6. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 21 a 28 dias de idade.

Trat	Controle	Enzima	Peso 21	Mort 14-21%	GP 14-21	CA 14-21	Cons 14-21	Peso 28	Mort 1-28%	GP 21-28	CA 21-28	Cons 21-28
T1	CP	0	0,915	0,000	0,468	1,389	1,345	1,571	0,000	0,656	1,536	1,427
T1	CP	0	0,968	0,000	0,473	1,431	1,346	1,620	0,000	0,652	1,547	1,429
T1	CP	0	1,013	0,000	0,520	1,385	1,318	1,699	0,000	0,687	1,553	1,415
T1	CP	0	0,862	0,000	0,414	1,526	1,376	1,573	3,571	0,711	1,510	1,434
T1	CP	0	0,915	0,000	0,469	1,393	1,340	1,551	0,000	0,636	1,565	1,435
T1	CP	0	0,939	0,000	0,491	1,386	1,354	1,605	0,000	0,666	1,542	1,434
T1	CP	0	0,961	0,000	0,494	1,392	1,360	1,636	0,000	0,675	1,544	1,438
T1	CP	0	0,941	0,000	0,489	1,376	1,324	1,586	0,000	0,645	1,549	1,418
T1	CP	0	0,962	0,000	0,487	1,356	1,298	1,607	0,000	0,645	1,542	1,399
T2	CP	200	0,954	0,000	0,486	1,349	1,298	1,612	0,000	0,658	1,545	1,402
T2	CP	200	0,933	0,000	0,468	1,373	1,317	1,571	0,000	0,639	1,541	1,411
T2	CP	200	0,961	0,000	0,499	1,342	1,293	1,637	0,000	0,676	1,505	1,383
T2	CP	200	0,959	0,000	0,495	1,364	1,332	1,616	0,000	0,657	1,543	1,420
T2	CP	200	0,945	0,000	0,484	1,369	1,317	1,587	0,000	0,642	1,570	1,422
T2	CP	200	0,995	0,000	0,509	1,405	1,354	1,686	0,000	0,691	1,566	1,443
T2	CP	200	0,966	0,000	0,490	1,379	1,321	1,642	0,000	0,676	1,546	1,416
T2	CP	200	0,959	0,000	0,495	1,373	1,320	1,583	0,000	0,624	1,571	1,422
T2	CP	200	0,939	0,000	0,488	1,375	1,319	1,601	0,000	0,662	1,556	1,420
T3	CN	0	0,865	0,000	0,421	1,691	1,510	1,470	0,000	0,605	1,707	1,594
T3	CN	0	0,871	0,000	0,414	1,614	1,518	1,481	0,000	0,610	1,670	1,582
T3	CN	0	0,865	0,000	0,429	1,491	1,418	1,459	0,000	0,594	1,704	1,538
T3	CN	0	0,814	0,000	0,389	1,637	1,451	1,512	0,000	0,698	1,672	1,547
T3	CN	0	0,863	0,000	0,406	1,695	1,533	1,481	0,000	0,618	1,639	1,579
T3	CN	0	0,858	0,000	0,424	1,530	1,441	1,441	0,000	0,583	1,711	1,554

Apêndice 7. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 21 a 28 dias de idade.

Trat	Controle	Enzima	Peso 21	Mort 14-21%	GP 14-21	CA 14-21	Cons 14-21	Peso 28	Mort 21-28%	GP 21-28	CA 21-28	Cons 21-28
T3	CN	0	0,869	0,000	0,425	1,533	1,441	1,485	0,000	0,616	1,660	1,535
T3	CN	0	0,869	0,000	0,429	1,480	1,445	1,459	0,000	0,591	1,693	1,549
T3	CN	0	0,878	0,000	0,427	1,559	1,456	1,467	0,000	0,589	1,759	1,581
T4	CN	100	0,840	0,000	0,429	1,518	1,452	1,436	0,000	0,596	1,676	1,548
T4	CN	100	0,836	0,000	0,414	1,541	1,474	1,417	0,000	0,581	1,688	1,565
T4	CN	100	0,855	0,000	0,426	1,534	1,463	1,456	0,000	0,601	1,686	1,558
T4	CN	100	0,861	0,000	0,424	1,557	1,486	1,461	3,571	0,601	1,691	1,571
T4	CN	100	0,894	0,000	0,462	1,507	1,452	1,512	0,000	0,618	1,683	1,549
T4	CN	100	0,869	0,000	0,441	1,517	1,476	1,463	0,000	0,594	1,701	1,570
T4	CN	100	0,876	0,000	0,432	1,564	1,491	1,472	0,000	0,596	1,710	1,582
T4	CN	100	0,951	0,000	0,506	1,390	1,390	1,471	0,000	0,520	1,946	1,593
T4	CN	100	0,824	0,000	0,406	1,557	1,477	1,381	0,000	0,556	1,739	1,586
T5	CN	200	0,882	0,000	0,441	1,485	1,410	1,499	0,000	0,617	1,646	1,510
T5	CN	200	0,911	0,000	0,447	1,496	1,452	1,499	0,000	0,588	1,732	1,565
T5	CN	200	0,849	0,000	0,419	1,519	1,431	1,433	0,000	0,584	1,675	1,533
T5	CN	200	0,885	0,000	0,445	1,511	1,446	1,484	0,000	0,599	1,704	1,553
T5	CN	200	0,914	0,000	0,453	1,532	1,437	1,532	0,000	0,619	1,716	1,553
T5	CN	200	0,885	0,000	0,450	1,519	1,483	1,499	0,000	0,614	1,692	1,572
T5	CN	200	0,854	0,000	0,434	1,517	1,458	1,434	0,000	0,581	1,705	1,561
T5	CN	200	0,885	0,000	0,445	1,515	1,445	1,484	0,000	0,599	1,707	1,554
T5	CN	200	0,815	0,000	0,419	1,479	1,409	1,406	0,000	0,591	1,647	1,512
T6	CN	400	0,884	0,000	0,436	1,501	1,428	1,465	0,000	0,581	1,714	1,545
T6	CN	400	0,868	0,000	0,433	1,490	1,371	1,482	0,000	0,615	1,656	1,491
T6	CN	400	0,886	0,000	0,429	1,525	1,454	1,483	0,000	0,597	1,695	1,554

Apêndice 8. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 21 a 28 dias de idade.

Trat	Controle	Enzima	Peso 21	Mort 14-21%	GP 14-21	CA 14-21	Cons 14-21	Peso 28	Mort 21-28%	GP 21-28	CA 21-28	Cons 21-28
T6	CN	400	0,936	0,000	0,458	1,487	1,430	1,548	0,000	0,611	1,690	1,536
T6	CN	400	0,853	0,000	0,426	1,517	1,461	1,434	0,000	0,581	1,717	1,568
T6	CN	400	0,912	0,000	0,465	1,483	1,428	1,482	0,000	0,571	1,767	1,563
T6	CN	400	0,868	0,000	0,434	1,498	1,436	1,445	0,000	0,577	1,723	1,554
T6	CN	400	0,832	0,000	0,409	1,524	1,449	1,411	0,000	0,579	1,694	1,553
T6	CN	400	0,859	0,000	0,439	1,467	1,436	1,449	0,000	0,590	1,692	1,544
T7	CN	800	0,933	0,000	0,466	1,477	1,425	1,560	0,000	0,627	1,677	1,529
T7	CN	800	0,870	3,571	0,431	1,532	1,437	1,449	0,000	0,579	1,677	1,535
T7	CN	800	0,869	0,000	0,429	1,512	1,459	1,476	0,000	0,607	1,673	1,550
T7	CN	800	0,869	0,000	0,437	1,473	1,403	1,468	0,000	0,599	1,679	1,518
T7	CN	800	0,873	0,000	0,436	1,534	1,457	1,476	3,571	0,604	1,678	1,548
T7	CN	800	0,870	0,000	0,431	1,550	1,504	1,473	0,000	0,603	1,695	1,585
T7	CN	800	0,849	0,000	0,425	1,541	1,482	1,449	0,000	0,600	1,668	1,561
T7	CN	800	0,875	0,000	0,444	1,491	1,438	1,461	0,000	0,586	1,688	1,542
T7	CN	800	0,862	3,571	0,444	1,434	1,404	1,458	0,000	0,596	1,690	1,522
T8	CN	1600	0,847	0,000	0,417	1,488	1,398	1,441	0,000	0,595	1,670	1,514
T8	CN	1600	0,898	0,000	0,439	1,504	1,420	1,494	0,000	0,596	1,682	1,528
T8	CN	1600	0,851	0,000	0,411	1,555	1,450	1,457	0,000	0,606	1,703	1,559
T8	CN	1600	0,875	0,000	0,427	1,582	1,452	1,485	0,000	0,611	1,655	1,537
T8	CN	1600	0,927	0,000	0,467	1,454	1,394	1,564	0,000	0,636	1,649	1,500
T8	CN	1600	0,888	0,000	0,433	1,490	1,433	1,544	0,000	0,656	1,656	1,526
T8	CN	1600	0,916	3,571	0,467	1,462	1,417	1,513	0,000	0,597	1,701	1,531
T8	CN	1600	0,881	0,000	0,421	1,523	1,430	1,500	0,000	0,619	1,672	1,533
T8	CN	1600	0,876	0,000	0,449	1,462	1,393	1,469	0,000	0,593	1,664	1,506

Apêndice 9. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 35 a 40 dias de idade.

Trat	Controle	Enzima	Peso 35	Mort 28-35%	GP 28-35	CA 28-35	Cons 28-35	Peso 40	Mort 35-40%	GP 35-40	CA 35-40	Cons 35-40
T1	CP	0	2,332	3,571	0,762	1,834	1,397	2,865	0,000	0,533	1,942	1,757
T1	CP	0	2,376	7,143	0,756	1,727	1,306	2,903	0,000	0,527	1,933	1,718
T1	CP	0	2,432	0,000	0,733	1,813	1,328	2,944	0,000	0,512	2,093	1,795
T1	CP	0	2,315	0,000	0,742	1,726	1,282	2,860	0,000	0,545	1,869	1,692
T1	CP	0	2,310	0,000	0,759	1,698	1,289	2,833	0,000	0,523	1,896	1,708
T1	CP	0	2,320	0,000	0,715	1,763	1,261	2,847	0,000	0,527	1,924	1,730
T1	CP	0	2,379	0,000	0,743	1,743	1,295	2,866	0,000	0,486	2,088	1,761
T1	CP	0	2,333	3,571	0,747	1,753	1,309	2,886	0,000	0,553	1,886	1,721
T1	CP	0	2,341	0,000	0,734	1,728	1,268	2,886	0,000	0,544	1,833	1,695
T2	CP	200	2,325	0,000	0,713	1,757	1,252	2,799	0,000	0,474	2,045	1,755
T2	CP	200	2,339	0,000	0,768	1,687	1,295	2,876	0,000	0,537	1,907	1,700
T2	CP	200	2,350	0,000	0,713	1,755	1,251	2,865	0,000	0,515	1,933	1,714
T2	CP	200	2,344	0,000	0,728	1,757	1,279	2,850	0,000	0,506	1,994	1,746
T2	CP	200	2,321	0,000	0,734	1,719	1,262	2,842	0,000	0,521	1,952	1,732
T2	CP	200	2,380	0,000	0,694	1,874	1,300	2,949	0,000	0,569	1,873	1,765
T2	CP	200	2,390	0,000	0,748	1,751	1,309	2,920	0,000	0,530	1,942	1,732
T2	CP	200	2,333	0,000	0,750	1,744	1,307	2,838	0,000	0,505	2,009	1,758
T2	CP	200	2,372	0,000	0,771	1,731	1,335	2,862	0,000	0,490	2,095	1,764
T3	CN	0	2,179	0,000	0,709	1,840	1,304	2,636	0,000	0,457	2,175	1,881
T3	CN	0	2,179	0,000	0,698	1,870	1,305	2,709	0,000	0,530	1,904	1,813
T3	CN	0	2,127	0,000	0,669	1,908	1,276	2,624	0,000	0,497	2,063	1,883
T3	CN	0	2,076	0,000	0,564	1,914	1,080	2,584	0,000	0,508	1,997	1,857
T3	CN	0	2,199	0,000	0,718	1,848	1,326	2,703	0,000	0,504	1,980	1,814
T3	CN	0	2,089	0,000	0,649	1,952	1,266	2,553	0,000	0,464	2,102	1,910

Apêndice 10. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 35 a 40 dias de idade.

Trat	Controle	Enzima	Peso 35	Mort 28-35%	GP 28-35	CA 28-35	Cons 28-35	Peso 40	Mort 35-40%	GP 35-40	CA 35-40	Cons 35-40
T3	CN	0	2,159	0,000	0,674	1,941	1,309	2,635	0,000	0,476	2,131	1,894
T3	CN	0	2,131	0,000	0,671	1,929	1,295	2,607	0,000	0,476	2,118	1,901
T3	CN	0	2,149	0,000	0,682	1,888	1,288	2,592	0,000	0,443	2,229	1,932
T4	CN	100	2,107	0,000	0,671	1,893	1,271	2,581	0,000	0,474	2,119	1,880
T4	CN	100	2,103	0,000	0,686	1,852	1,270	2,618	0,000	0,515	2,366	1,924
T4	CN	100	2,151	0,000	0,695	1,865	1,296	2,673	0,000	0,521	2,040	1,856
T4	CN	100	2,138	0,000	0,676	1,899	1,284	2,659	0,000	0,521	1,874	1,822
T4	CN	100	2,197	0,000	0,685	1,943	1,331	2,696	0,000	0,499	2,096	1,896
T4	CN	100	2,153	0,000	0,690	1,853	1,278	2,622	0,000	0,469	2,092	1,865
T4	CN	100	2,144	0,000	0,671	1,909	1,281	2,599	0,000	0,456	2,199	1,917
T4	CN	100	2,146	0,000	0,675	1,876	1,266	2,622	0,000	0,476	2,056	1,949
T4	CN	100	2,047	0,000	0,666	1,875	1,249	2,533	0,000	0,486	2,044	1,879
T5	CN	200	2,199	0,000	0,700	1,888	1,321	2,683	0,000	0,484	2,102	1,862
T5	CN	200	2,194	0,000	0,695	1,867	1,297	2,719	0,000	0,525	1,980	1,856
T5	CN	200	2,106	0,000	0,673	1,877	1,264	2,600	0,000	0,494	2,015	1,849
T5	CN	200	2,175	3,571	0,692	1,931	1,335	2,706	0,000	0,531	2,032	1,883
T5	CN	200	2,194	0,000	0,662	1,962	1,299	2,692	0,000	0,498	2,044	1,900
T5	CN	200	2,254	3,571	0,755	1,954	1,476	2,666	0,000	0,412	2,056	1,890
T5	CN	200	2,091	0,000	0,656	1,917	1,259	2,564	0,000	0,474	2,041	1,879
T5	CN	200	2,169	0,000	0,684	1,900	1,300	2,644	0,000	0,476	2,170	1,907
T5	CN	200	2,088	0,000	0,682	1,872	1,276	2,582	0,000	0,494	2,050	1,847
T6	CN	400	2,124	0,000	0,659	1,902	1,253	2,569	0,000	0,446	2,170	1,908
T6	CN	400	2,182	0,000	0,699	1,848	1,292	2,680	0,000	0,498	2,020	1,830
T6	CN	400	2,173	0,000	0,690	1,886	1,301	2,649	0,000	0,476	2,112	1,883

Apêndice 11. Dados coletados e calculados de desempenho de frangos de corte machos de 35 a 40 dias de idade.

Trat	Controle	Enzima	Peso 35	Mort 28-35%	GP 28-35	CA 28-35	Cons 28-35	Peso 40	Mort 35-40%	GP 35-40	CA 35-40	Cons 35-40
T6	CN	400	2,249	0,000	0,701	1,871	1,312	2,744	0,000	0,494	2,066	1,863
T6	CN	400	2,126	0,000	0,692	1,863	1,289	2,621	0,000	0,496	2,017	1,858
T6	CN	400	2,189	0,000	0,707	1,860	1,315	2,708	0,000	0,519	2,455	1,974
T6	CN	400	2,113	0,000	0,668	1,929	1,289	2,595	0,000	0,481	2,083	1,903
T6	CN	400	2,076	0,000	0,665	1,893	1,259	2,594	0,000	0,517	1,960	1,847
T6	CN	400	2,135	0,000	0,686	1,866	1,281	2,621	0,000	0,486	2,068	1,863
T7	CN	800	2,262	3,571	0,702	1,934	1,359	2,752	0,000	0,489	2,115	1,891
T7	CN	800	2,135	0,000	0,685	1,810	1,241	2,658	0,000	0,524	1,918	1,778
T7	CN	800	2,147	0,000	0,671	1,902	1,277	2,629	0,000	0,482	2,062	1,867
T7	CN	800	2,144	0,000	0,676	1,875	1,268	2,633	0,000	0,488	2,023	1,849
T7	CN	800	2,162	0,000	0,686	1,886	1,294	2,689	0,000	0,527	1,965	1,840
T7	CN	800	2,173	0,000	0,701	1,866	1,307	2,713	0,000	0,540	1,898	1,820
T7	CN	800	2,101	0,000	0,652	1,903	1,241	2,576	0,000	0,476	2,044	1,860
T7	CN	800	2,134	0,000	0,672	1,888	1,269	2,626	0,000	0,492	2,038	1,863
T7	CN	800	2,070	0,000	0,612	2,011	1,232	2,541	0,000	0,471	2,108	1,891
T8	CN	1600	2,137	0,000	0,696	1,839	1,279	2,632	0,000	0,495	2,025	1,834
T8	CN	1600	2,171	0,000	0,678	1,870	1,268	2,661	0,000	0,489	2,035	1,853
T8	CN	1600	2,141	0,000	0,684	1,889	1,291	2,634	0,000	0,493	2,113	1,888
T8	CN	1600	2,178	0,000	0,693	1,836	1,272	2,714	0,000	0,535	1,927	1,775
T8	CN	1600	2,259	0,000	0,695	1,874	1,302	2,787	0,000	0,529	1,981	1,827
T8	CN	1600	2,247	0,000	0,703	1,858	1,306	2,745	0,000	0,499	2,052	1,842
T8	CN	1600	2,182	0,000	0,669	1,921	1,285	2,660	0,000	0,478	2,129	1,874
T8	CN	1600	2,179	0,000	0,679	1,906	1,295	2,659	0,000	0,480	2,074	1,870
T8	CN	1600	2,118	0,000	0,649	1,943	1,261	2,599	0,000	0,481	2,098	1,890

Apêndice 12. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas dietas (nmol/mg de ração MS).

Aa	PC 0	PC 200	NC 0	NC 100	NC 200	NC 400	NC 800	NC 1600
Asp	151,287	146,667	138,908	139,402	138,583	137,019	138,342	133,966
Glu	233,424	228,548	225,864	220,060	221,816	225,848	222,300	214,918
Hyp	19,086	18,286	20,611	19,352	19,036	23,393	19,518	19,356
Ser	101,704	99,575	100,715	98,543	99,160	100,265	99,761	97,024
His	29,031	27,243	29,229	27,361	26,949	27,184	27,150	26,893
Gly	162,058	158,599	158,851	157,462	155,782	168,198	159,145	157,434
Arg	86,119	84,032	85,443	80,604	80,463	80,786	79,564	78,420
Thr	57,812	54,499	60,583	55,452	54,384	55,962	54,277	53,261
Ala	132,365	130,151	133,275	130,785	129,907	136,721	130,929	128,759
Pro	115,168	113,179	118,522	113,811	114,694	122,124	114,644	113,997
Tyr	38,937	37,988	37,734	37,156	36,542	37,442	38,074	36,883
Val	48,360	45,063	55,876	45,541	44,714	48,290	44,089	44,362
Ile	32,248	29,541	37,998	30,047	28,966	31,244	28,379	28,592
Lys	76,664	74,715	66,583	64,235	63,742	62,964	62,767	62,306
Leu	120,076	117,908	124,723	116,515	116,754	122,351	117,201	116,412
Phe	51,255	49,624	51,218	48,210	47,968	48,902	47,506	47,888
Cys	25,636	22,191	24,706	25,016	25,785	25,070	24,188	24,974
Met	23,925	24,279	20,188	21,592	21,481	20,132	19,513	20,654
TOTAL	1505,156	1462,088	1491,027	1431,144	1426,724	1473,896	1427,346	1406,099

Apêndice 13. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas excretas de frangos de corte aos 40 dias sem suplementação enzimática (AA Nmol/mg MS Excreta).

Aa	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8
Asp	116,557	140,769	140,268	146,591	117,395	117,429	135,884	117,545
Glu	129,655	169,931	154,037	162,104	138,274	122,334	142,923	121,584
Hyp	28,791	39,760	37,024	32,783	30,207	31,062	33,255	28,796
Ser	68,587	81,011	77,952	82,006	65,758	66,138	78,972	62,584
His	11,975	18,159	15,013	18,538	14,551	12,011	15,996	11,627
Gly	138,024	181,073	163,738	163,631	147,248	137,410	157,960	125,838
Arg	30,837	40,720	36,134	31,965	34,371	36,086	30,251	30,174
Thr	51,712	62,813	57,292	58,609	49,117	46,489	59,954	45,931
Ala	90,409	115,057	100,084	110,706	100,342	83,305	105,818	79,749
Pro	87,297	120,094	109,787	110,424	98,390	83,066	103,424	80,221
Tyr	21,873	27,621	19,525	29,358	22,910	21,142	27,820	20,576
Val	46,727	68,380	62,636	63,163	54,979	46,670	62,007	47,977
Ile	29,414	45,559	41,139	42,064	36,053	30,639	40,516	31,675
Lys	22,875	29,196	33,809	35,767	27,029	27,644	34,235	25,362
Leu	65,082	91,519	79,267	88,875	76,111	65,776	83,932	66,190
Phe	25,599	36,216	32,259	35,231	28,847	27,571	32,433	26,765
Cys	21,210	26,042	24,072	26,310	21,343	17,876	24,848	16,913
Met	9,157	10,722	8,551	12,085	9,510	7,844	10,266	7,482
Total	995,780	1192,58	1072,43	1180,49	1304,64	1250,20	980,49	946,99

Apêndice 14. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas excretas de frangos de corte aos 40 dias com 100 g/ton de suplementação enzimática (AA nmol/mg MS Excreta).

Aa	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8
Asp	138,291	126,833	118,663	123,330	119,901	111,269	115,283	106,010
Glu	152,374	131,335	117,871	125,220	131,139	110,372	121,558	108,878
Hyp	32,190	34,093	29,814	33,051	26,657	27,155	28,254	29,678
Ser	82,788	69,263	64,786	69,479	72,013	61,652	63,395	61,692
His	15,901	12,992	12,580	11,828	15,521	10,789	11,609	9,756
Gly	157,702	152,834	137,489	145,741	137,982	129,752	131,702	132,394
Arg	27,345	32,731	21,960	31,821	29,999	25,008	35,398	29,651
Thr	61,912	50,677	46,321	48,053	53,045	44,839	43,555	43,846
Ala	109,702	95,180	87,796	88,917	97,682	82,645	82,403	79,704
Pro	103,683	95,609	85,281	90,945	88,339	75,923	81,436	76,667
Tyr	27,040	23,094	20,176	22,542	22,803	19,808	21,209	19,922
Val	61,143	56,639	48,354	51,580	51,281	46,876	47,263	39,895
Ile	39,501	36,818	31,327	33,911	33,649	30,665	31,126	25,638
Lys	31,773	29,206	26,902	26,583	33,755	25,022	22,654	22,051
Leu	80,109	74,283	65,496	69,831	75,500	62,422	66,246	59,150
Phe	29,635	29,183	25,794	27,280	29,623	24,388	26,782	24,183
Cys	24,382	18,279	18,517	20,013	22,179	20,474	20,313	19,370
Met	10,450	6,860	7,627	7,869	10,072	6,798	7,654	7,377
Total	1185,921	1075,908	966,755	1027,996	1051,140	915,858	957,842	895,864

Apêndice 15. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas excretas de frangos de corte aos 40 dias com 400 g/ton de suplementação enzimática (AA nmol/mg MS Excreta).

Aa	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
Asp	126,169	0,331	135,368	117,271	0,275	116,548	0,355
Glu	135,071	0,331	145,235	120,179	0,275	125,637	0,355
Hyp	32,204	0,331	36,062	32,686	0,275	31,566	0,355
Ser	67,456	0,331	72,559	64,596	0,275	65,842	0,355
His	13,510	0,331	15,583	10,144	0,275	12,236	0,355
Gly	147,033	0,331	163,100	142,840	0,275	142,148	0,355
Arg	32,523	0,331	39,597	32,819	0,275	35,828	0,355
Thr	51,488	0,331	51,943	44,841	0,275	46,861	0,355
Ala	94,496	0,331	99,415	83,185	0,275	86,092	0,355
Pro	92,798	0,331	103,218	84,828	0,275	88,020	0,355
Tyr	22,592	0,331	20,491	21,569	0,275	21,362	0,355
Val	57,265	0,331	57,767	48,976	0,275	49,943	0,355
Ile	37,604	0,331	38,458	32,211	0,275	33,182	0,355
Lys	27,620	0,331	31,882	25,186	0,275	27,277	0,355
Leu	72,776	0,331	77,383	63,902	0,275	68,115	0,355
Phe	29,277	0,331	31,152	24,245	0,275	27,084	0,355
Cys	19,279	0,331	22,717	18,641	0,275	18,337	0,355
Met	8,317	0,331	9,328	7,646	0,275	7,640	0,355
Total	1067,479	0,331	1151,257	975,765	0,275	1003,718	0,355

Apêndice 16. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas excretas de frangos de corte aos 40 dias com 800 g/ton de suplementação enzimática (AA nmol/mg MS Excreta).

Aa	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
Asp	129,950	111,300	123,533	101,179	141,258	126,092
Glu	153,976	119,862	128,920	108,820	150,205	131,829
Hyp	32,695	32,433	34,695	28,450	35,400	32,309
Ser	84,722	71,516	68,586	56,194	77,241	70,400
His	14,405	11,866	11,799	8,166	13,531	11,899
Gly	160,549	143,707	157,468	137,690	122,998	154,099
Arg	31,808	33,759	32,430	25,902	73,141	32,175
Thr	62,596	50,515	49,567	37,587	53,795	50,765
Ala	108,969	83,860	96,583	80,174	108,239	94,069
Pro	103,680	80,377	94,972	79,483	104,459	95,795
Tyr	26,784	20,807	23,762	19,435	27,025	25,084
Val	55,377	42,505	52,132	42,509	59,402	58,095
Ile	34,723	26,480	33,951	27,521	39,191	38,145
Lys	30,958	24,203	29,807	21,839	32,095	30,643
Leu	81,100	59,964	68,363	59,182	79,144	76,049
Phe	29,062	23,284	25,656	21,910	28,051	29,990
Cys	25,583	18,817	21,059	16,605	24,682	18,716
Met	9,943	6,957	8,565	6,915	10,975	8,106
Total	1176,879	962,213	1061,847	879,561	1180,831	1084,259

Apêndice 17. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas excretas de frangos de corte aos 40 dias com 1600 suplementação enzimática (AA nmol/mg MS Excreta).

Aa	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
Asp	111,445	107,585	117,532	104,361	115,633	117,896
Glu	117,722	114,269	124,718	111,015	125,209	120,457
Hyp	28,321	28,369	32,809	29,613	29,929	28,904
Ser	61,812	60,038	63,108	56,849	61,288	62,626
His	9,232	6,932	9,398	8,457	10,310	10,370
Gly	139,563	134,292	157,693	131,864	144,382	135,927
Arg	27,380	28,580	22,956	25,734	33,317	30,597
Thr	45,655	43,627	45,585	39,830	42,154	44,990
Ala	84,346	82,077	91,674	78,425	84,832	81,531
Pro	82,408	80,641	92,191	81,275	86,029	80,147
Tyr	20,630	19,847	17,025	19,912	23,559	22,495
Val	49,565	46,699	50,792	45,915	49,487	46,571
Ile	31,469	30,176	32,321	29,236	32,024	29,204
Lys	21,999	23,529	21,695	20,991	24,342	23,893
Leu	61,665	63,303	59,486	59,779	68,529	62,546
Phe	22,565	23,709	21,195	22,378	26,000	23,970
Cys	17,190	18,473	19,484	15,689	17,931	19,388
Met	7,677	7,275	7,499	6,483	6,760	7,279
Total	940,645	919,422	987,161	887,806	981,715	948,792

Apêndice 18. Valores de Aminoácidos encontrados via HPLC nas excretas de frangos de corte aos 40 dias com 200 g/ton de suplementação enzimática (AA nmol/mg MS Excreta).

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
Asp	117,157	132,085	124,490	113,699
Glu	127,046	151,526	128,035	122,229
Hyp	29,675	28,484	34,161	30,553
Ser	69,356	73,058	66,432	59,984
His	12,041	15,241	12,427	12,312
Gly	144,278	147,462	151,942	141,463
Arg	24,401	24,363	35,250	33,865
Thr	48,938	52,049	48,030	45,060
Ala	94,550	107,314	92,968	91,065
Pro	90,782	110,244	91,910	90,079
Tyr	22,640	27,568	22,065	23,548
Val	52,955	66,187	53,136	53,114
Ile	33,986	44,092	34,875	35,129
Lys	25,012	26,842	26,713	24,718
Leu	69,770	82,534	70,241	70,406
Phe	25,501	30,583	28,358	27,857
Cys	22,943	25,279	18,590	20,182
Met	9,322	11,469	8,581	7,626
Total	1020,357	1156,380	1048,203	1002,889

Apêndice 19. Valores de Dióxido de Titânio (mg/kg MS) das excretas dos frangos de corte aos 40 dias de idade.

Enz.	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8	Amostra 9
0	4370	4203	3419	3719	3096	3418	2635	3562	3347
100	3411	3733	4002	3947	3855	3726	3427	3577	3504
200	5843	2767	3177	2846	4187	2749	2653	2577	2641
400	3024	3355	4073	3784	3639	2816	3467	3250	4103
800	3282	8493	3362	3948	5016	4368	4700	3269	5004
1600	5523	3495	3368	3274	3181	3267	3571	3418	3442

Apêndice 20. Valores Calculados de Coeficiente de Digestibilidade Ileal Aparente dos Aminoácidos Asp, Glu, Hyp, Ser, His, Gly, Arg, Thr, Ala e Pro dos Frangos de Cortes aos 40 dias.

Enz.	Asp	Glu	Hyp	Ser	His	Gly	Arg	Thr	Ala	Pro
0	82,51	88,03	70,88	85,80	91,46	81,89	92,48	82,21	85,86	84,65
0	78,11	85,22	61,06	83,22	88,87	77,66	90,83	79,50	83,72	79,92
0	77,48	83,69	60,95	82,60	86,73	75,30	89,28	78,40	79,94	77,88
0	71,22	81,38	52,52	76,93	83,90	70,74	89,58	70,88	76,64	74,32
0	72,99	79,95	48,58	78,56	83,44	69,62	87,30	72,37	76,99	72,99
0	63,51	75,19	45,01	71,85	78,07	64,39	87,07	66,55	71,28	67,79
0	78,38	86,15	61,45	83,20	89,49	77,88	89,20	80,37	84,01	82,08
0	76,97	85,35	61,97	83,09	89,17	78,44	90,39	79,36	83,71	81,58
100	72,78	81,00	54,36	76,95	84,05	72,52	90,69	69,36	76,98	75,00
100	77,19	85,04	55,83	82,38	88,09	75,66	89,82	77,09	81,75	78,94
100	80,09	87,47	63,97	84,62	89,25	79,58	93,63	80,46	84,30	82,47
100	79,02	86,51	59,50	83,28	89,75	78,05	90,64	79,45	83,88	81,05
100	78,39	85,03	65,40	81,64	85,75	77,99	90,65	75,97	81,24	80,50
100	78,20	86,30	61,67	82,91	89,23	77,49	91,53	77,91	82,74	81,78
100	78,36	85,55	61,80	83,17	88,90	78,11	88,51	79,45	83,51	81,28
200	79,69	86,78	59,03	83,28	90,47	77,54	90,17	78,88	83,72	82,01
200	87,69	91,66	77,30	89,81	93,49	86,51	95,58	86,89	89,40	88,47
200	71,50	79,57	55,26	77,97	83,09	71,70	90,95	71,38	75,30	71,26
200	81,74	88,27	63,53	86,38	90,63	80,18	91,10	82,05	85,45	83,71
200	74,60	82,94	50,31	81,27	85,86	71,89	86,97	74,35	78,30	75,69
400	69,55	80,22	54,48	77,75	83,57	71,09	86,69	69,57	77,14	74,87
400	70,55	80,83	54,05	78,43	82,91	71,10	85,39	72,33	78,33	74,81
400	78,32	86,05	67,97	84,34	89,64	78,87	92,61	79,69	82,88	81,93
400	76,48	85,38	61,60	82,30	89,75	76,66	88,84	77,98	83,28	80,91
400	69,79	80,25	52,08	76,68	84,02	69,99	84,25	70,26	77,64	74,41
400	73,83	83,96	54,17	80,24	85,24	72,64	88,78	74,60	80,29	77,87
400	75,03	84,81	58,63	82,03	88,02	75,79	87,92	77,08	82,76	80,52
800	73,27	80,29	52,33	75,83	84,90	71,29	88,62	67,18	76,31	74,26
800	91,15	94,07	81,73	92,12	95,19	90,07	95,33	89,76	92,96	92,29
800	75,19	83,89	50,62	80,90	87,93	72,51	88,68	74,63	79,51	76,99
800	82,70	88,42	65,52	86,67	92,88	79,53	92,30	83,62	85,51	83,60
800	80,99	87,42	66,23	85,58	90,72	85,61	82,88	81,54	84,61	83,03
800	73,96	83,06	52,71	79,84	87,48	72,33	88,45	73,28	79,47	76,13
1600	84,74	89,95	73,16	88,31	93,70	83,74	93,60	84,28	87,99	86,74
1600	76,72	84,59	57,52	82,06	92,53	75,28	89,44	76,26	81,52	79,50
1600	73,61	82,55	49,02	80,44	89,49	69,87	91,20	74,26	78,59	75,68
1600	75,85	83,98	52,56	81,83	90,25	74,03	89,82	76,81	81,11	77,89
1600	74,42	82,73	54,17	81,28	88,64	72,82	87,41	76,54	80,47	77,63
1600	74,10	83,50	56,05	81,00	88,65	74,59	88,52	75,14	81,36	79,31

Apêndice 21. Valores Calculados de Coeficiente de Digestibilidade Ileal Aparente dos Aminoácidos Tyr, Val, Ile, Lys, Leu, Phe, Cys, Mety e Total dos Frangos de Cortes aos 40 dias.

Enz.	Tyr	Val	Ile	Lys	Leu	Phe	Cys	Met	Total
0	87,92	82,57	83,86	92,84	89,12	89,58	82,10	90,54	86,08
0	88,78	75,70	76,53	88,99	86,22	86,35	78,88	90,82	82,66
0	83,82	73,78	74,72	89,18	83,74	84,99	76,98	87,45	80,84
0	78,31	67,35	68,63	84,87	80,20	81,37	70,41	85,04	76,70
0	80,49	67,38	68,04	88,31	80,44	81,15	71,91	85,84	76,68
0	73,10	60,92	61,73	81,43	75,36	76,22	63,18	79,30	71,01
0	85,67	78,64	79,38	89,38	86,51	86,23	81,49	90,06	83,18
0	85,16	76,63	77,31	89,63	85,56	85,78	81,37	89,91	82,71
100	80,03	63,16	63,92	86,43	81,13	83,13	73,26	86,72	77,26
100	84,42	68,82	69,28	88,60	84,01	84,82	81,68	92,03	81,15
100	87,30	75,17	75,62	90,20	86,85	87,49	82,69	91,74	84,20
100	85,61	73,14	73,24	90,19	85,79	86,58	81,03	91,36	82,97
100	84,58	71,71	71,87	86,80	83,72	84,56	77,73	88,28	81,55
100	85,44	71,89	72,13	89,36	85,37	86,18	77,65	91,40	82,52
100	85,06	72,84	72,89	90,77	85,12	85,46	78,75	90,72	82,49
200	85,68	76,60	77,21	90,83	86,44	86,60	79,32	90,87	83,28
200	90,98	82,75	82,91	94,28	91,30	92,26	87,04	93,68	89,58
200	77,44	55,74	54,48	87,41	78,86	80,94	70,68	84,04	75,76
200	87,73	75,85	75,53	91,48	87,77	87,98	85,35	91,88	85,07
200	80,05	63,23	62,46	88,00	81,33	82,02	75,77	89,01	78,24
400	80,05	60,79	60,20	85,49	80,33	80,20	74,57	86,34	76,05
400	83,69	64,34	63,31	84,91	81,15	81,01	72,99	86,19	76,72
400	85,49	73,94	73,71	89,59	86,63	87,35	79,10	89,18	83,15
400	84,17	72,13	71,67	89,01	85,65	86,38	79,57	89,56	81,81
400	79,74	63,27	62,29	84,62	80,23	80,33	74,03	86,52	75,82
400	87,21	69,15	69,26	85,71	83,63	84,32	78,54	88,42	79,40
400	84,37	72,04	71,55	87,24	84,86	85,02	79,61	89,71	81,04
800	79,98	64,26	65,18	85,96	80,31	82,59	69,90	85,50	76,54
800	93,99	89,40	89,74	95,76	94,37	94,61	91,44	96,08	92,59
800	82,66	67,15	66,76	86,81	83,80	85,00	75,81	87,81	79,33
800	87,92	77,19	77,06	91,77	88,05	89,09	83,76	91,62	85,42
800	86,78	74,91	74,29	90,48	87,43	89,01	81,00	89,53	84,60
800	81,18	62,35	61,60	86,05	81,46	81,96	77,89	88,13	78,30
1600	89,74	79,51	79,81	93,52	90,28	91,36	87,38	93,18	87,73
1600	84,40	69,49	69,41	89,05	84,24	85,65	78,56	89,79	81,05
1600	86,12	65,56	66,00	89,53	84,63	86,69	76,53	89,08	78,88
1600	83,26	67,91	68,29	89,55	84,08	85,51	80,52	90,27	80,42
1600	81,07	66,94	66,81	88,42	82,55	83,91	78,72	90,30	79,31
1600	82,05	69,10	69,94	88,71	84,19	85,27	77,15	89,63	80,14

Apêndice 22. Coeficiente de Variação para Peso Vivo aos 40 dias de idade.

Trat	Controle	Enzima	Coeficiente de Variação, %								
			R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
T1	CP	0	7,87	5,53	7,60	4,97	8,01	4,52	7,29	5,03	5,37
T2	CP	200	4,86	6,59	6,85	6,52	7,23	6,74	8,50	7,31	6,42
T3	CN	0	7,13	7,11	8,45	7,38	7,82	7,35	5,51	6,08	9,73
T4	CN	100	6,54	7,57	7,39	5,91	7,08	9,55	6,89	7,83	6,20
T5	CN	200	7,03	8,24	9,06	8,19	5,35	10,13	5,81	8,01	6,01
T6	CN	400	6,78	8,19	6,11	7,22	6,05	4,08	5,22	7,26	5,32
T7	CN	800	6,01	8,18	8,11	7,42	7,05	5,54	6,13	6,97	7,91
T8	CN	1600	5,09	7,95	8,35	5,83	4,24	4,66	5,98	6,04	6,07

Apêndice 23. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o peso inicial dos frangos dos corte.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	3,4863	0,4980	1,70	0,1240
Erro	64	18,7117	0,2923		
Total Corrigido	71	22,1981			

CV, % = 1,20

Apêndice 24. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Peso vivo dos frangos dos corte aos 7 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	383,6528	54,8075	1,00	0,4377
Erro	63	3442,4955	57,6427		
Total Corrigido	70	3826,1483			

CV, % = 4,62

Apêndice 25. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o Peso Vivo dos frangos dos corte aos 14 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,010	0,0014	7,26	<,0001
Erro	62	0,012	0,0002		
Total Corrigido	69	0,022			

CV, % = 3,17

Apêndice 26. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Peso Vivo dos frangos dos corte de aos 21 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,0760	0,0108	13,35	<.0001
Erro	62	0,0504	0,0008		
Total Corrigido	69	0,1265			

CV, % = 3,18

Apêndice 27. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Peso Vivo dos frangos dos corte aos 28 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,266	0,038	27,96	<,0001
Erro	63	0,085	0,0013		
Total Corrigido	70	0,352			

CV, % = 2,44

Apêndice 28. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o peso vivo dos frangos dos corte aos 35 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,535	0,076	36,85	<,0001
Erro	64	0,132	0,002		
Total Corrigido	71	0,668			

CV, % = 2,06

Apêndice 29. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Peso Vivo dos frangos dos corte aos 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,715	0,102	35,98	<,0001
Erro	64	0,181	0,002		
Total Corrigido	71	0,897			

CV, % = 1,97

Apêndice 30. Análise do Efeito dos tratamentos sobre ganho de peso dos frangos dos corte de 1 a 7 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	444,174	63,45	1,17	0,3321
Erro	63	3413,57	54,18		
Total Corrigido	70	3857,74			

CV, % = 6,42

Apêndice 31. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Ganho de Peso dos frangos dos corte de 7 a 14 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,0066	0,00095	13,46	<,0001
Erro	62	0,0043	0,00007		
Total Corrigido	69	0,0110			

CV, % = 2,93

Apêndice 32. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o Ganho de Peso dos frangos dos corte de 14 aos 21 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,0343	0,0049	13,13	<,0001
Erro	62	0,0231	0,0003		
Total Corrigido	69	0,0575			

CV, % = 4,31

Apêndice 33. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Ganho de Peso dos frangos dos corte de 21 a 28 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,0582	0,0083	20,77	<,0001
Erro	63	0,0252	0,0004		
Total Corrigido	70	0,0835			

CV, % = 3,26

Apêndice 34. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Ganho de Peso dos frangos dos corte de 28 a 35 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,050	0,0071	10,99	<,0001
Erro	64	0,041	0,0006		
Total Corrigido	71	0,091			

CV, % = 3,67

Apêndice 35. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Ganho de Peso dos frangos dos corte de 35 a 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,0147	0,0021	3,19	0,005
Erro	64	0,0421	0,000		
Total Corrigido	71	0,0568			

CV, % = 5,14

Apêndice 36. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o Ganho de Peso dos frangos dos corte de 1 a 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,7155	0,1022	36,05	<,0001
Erro	64	0,1815	0,0028		
Total Corrigido	71	0,8970			

CV, % = 2,00

Apêndice 37. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o Consumo dos frangos dos corte de 1 a 7 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	343,15	49,022	0,44	0,8713
Erro	63	6972,207	110,669		
Total Corrigido	70	7315,3627			

CV, % = 7,33

Apêndice 38. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Consumo dos frangos dos corte de 7 a 14 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,0017	0,0002	1,21	0,311
Erro	62	0,0126	0,0002		
Total Corrigido	69	0,0144			

CV, % = 3,62

Apêndice 39. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Consumo dos frangos dos corte de 14 a 21 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,0026	0,0003	0,82	0,5719
Erro	62	0,0289	0,0004		
Total Corrigido	69	0,0316			

CV, % = 3,25

Apêndice 40. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Consumo dos frangos dos corte de 21 a 28 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,0036	0,0005	0,80	0,5917
Erro	63	0,0405	0,0006		
Total Corrigido	70	0,0441			

CV, % = 2,50

Apêndice 41. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Consumo dos frangos dos corte de 28 a 35 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,012	0,0017	0,95	0,477
Erro	64	0,120	0,0018		
Total Corrigido	71	0,133			

CV, % = 3,37

Apêndice 42. Análise do Efeito dos tratamentos sobre o Consumo dos frangos dos corte de 35 a 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,0094	0,0013	0,51	0,8209
Erro	64	0,1673	0,0026		
Total Corrigido	71	0,1767			

CV, % = 5,03

Apêndice 43. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Consumo dos frangos dos corte de 1 a 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,0201	0,0028	0,27	0,9620
Erro	64	0,6733	0,0105		
Total Corrigido	71	0,6935			

CV, % = 5,14

Apêndice 44. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 1 a 7 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,0379	0,0054	3,38	0,004
Erro	63	0,1010	0,0016		
Total Corrigido	70	0,1390			

CV, % = 3,20

Apêndice 45. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 7 a 14 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,2637	0,0376	27,13	<,0001
Erro	62	0,0861	0,0013		
Total Corrigido	69	0,3498			

CV, % = 2,69

Apêndice 46. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 14 a 21 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,2675	0,0382	8,73	<,0001
Erro	62	0,1265	0,0020		
Total Corrigido	69	0,3940			

Apêndice 47. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 1 a 21 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,1964	0,0280	35,38	<,0001
Erro	64	0,0507	0,0007		
Total Corrigido	71	0,2472			

CV, % = 1,98

Apêndice 48. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 21 a 28 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,3113	0,0444	30,89	<,0001
Erro	63	0,0907	0,0014		
Total Corrigido	70	0,4020			

CV, % = 2,29

Apêndice 49. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 28 a 35 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,264	0,0377	22,89	<,0001
Erro	64	0,105	0,0016		
Total Corrigido	71	0,369			

CV, % = 2,18

Apêndice 50. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão dos frangos dos corte de 35 a 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,2192	0,0313	3,33	0,0043
Erro	64	0,6014	0,0093		
Total Corrigido	71	0,8207			

CV, % = 4,75

Apêndice 51. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 21 a 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,2555	0,0365	29,97	<,0001
Erro	64	0,0779	0,0012		
Total Corrigido	71	0,3335			

CV, % = 1,90

Apêndice 52. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Conversão Alimentar dos frangos dos corte de 1 a 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0,2217	0,0316	74,13	<,0001
Erro	64	0,0273	0,0004		
Total Corrigido	71	0,2490			

CV, % = 1,23

Apêndice 53. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Mortalidade dos frangos dos corte de 1 a 7 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	10,8488	1,549	0,62	0,7391
Erro	63	158,0215	2,508		
Total Corrigido	70	168,8703			

CV, % = 224,89

Apêndice 54. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Mortalidade dos frangos dos corte de 7 a 14 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	16,900	2,414	0,99	0,448
Erro	62	151,466	2,443		
Total Corrigido	69	168,367			

CV, % = 218,82

Apêndice 55. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Mortalidade dos frangos dos corte de 14 a 21 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	5,446	0,7780	1,55	0,1684
Erro	62	31,179	0,5028		
Total Corrigido	69	36,625			

CV, % = 463,3

Apêndice 56. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Mortalidade dos frangos dos corte dos 21 aos 28 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	2,6573	0,3796	0,71	0,6601
Erro	64	34,0136	0,5314		
Total Corrigido	71	36,6709			

CV, % = 489,89

Apêndice 57. Análise do Efeito dos tratamentos sobre a Mortalidade dos frangos dos corte de 28 a 35 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	21,081	3,011	2,27	0,0399
Erro	64	85,034	1,328		
Total Corrigido	71	106,115			

CV, % = 331,97

Apêndice 58. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Mortalidade dos frangos dos corte de 35 a 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	0	0	.	.
Erro	64	0	0		
Total Corrigido	71	0			

Apêndice 59. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Mortalidade dos frangos dos corte de 1 a 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	7	82,022	11,717	1,86	0,0905
Erro	64	402,44	6,288		
Total Corrigido	71	484,516			

CV, % = 136,64

Apêndice 60. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Asp dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	177,613	35,522	1,42	0,244
Erro	33	828,194	25,096		
Total Corrigido	38	1005,808			

CV, % = 6,53

Apêndice 61. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Glu dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	58,943	11,788	0,91	0,489
Erro	33	429,674	13,020		
Total Corrigido	38	488,618			

CV, % = 4,26

Apêndice 62. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Hyp dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	123,967	24,793	0,36	0,873
Erro	33	2287,876	69,329		
Total Corrigido	38	2411,843			

CV, % = 14,08

Apêndice 63. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Ser dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	64,972	12,994	0,82	0,543
Erro	33	522,266	15,826		
Total Corrigido	38	587,238			

CV, % = 4,85

Apêndice 64. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa His dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	103,965	20,793	1,81	0,137
Erro	33	378,131	11,458		
Total Corrigido	38	482,087			

CV, % = 3,84

Apêndice 65. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Gly dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	118,441	23,688	0,86	0,516
Erro	33	906,310	27,463		
Total Corrigido	38	1024,752			

CV, % = 6,90

Apêndice 66. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Arg dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	43,591	8,718	1,24	0,311
Erro	33	231,190	7,005		
Total Corrigido	38	274,781			

CV, % = 2,95

Apêndice 67. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Thr dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	70,920	14,184	0,50	0,776
Erro	33	942,728	28,567		
Total Corrigido	38	1013,649			

CV, % = 6,95

Apêndice 68. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Ala dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	43,119	8,623	0,47	0,798
Erro	33	609,877	18,481		
Total Corrigido	38	652,997			

CV, % = 5,27

Apêndice 69. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Pro dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	64,159	12,831	0,53	0,753
Erro	33	800,634	24,261		
Total Corrigido	38	864,793			

CV, % = 6,21

Apêndice 70. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Tyr dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	28,313	5,662	0,32	0,895
Erro	33	579,734	17,567		
Total Corrigido	38	608,047			

CV, % = 4,98

Apêndice 71. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Val dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	129,789	25,957	0,50	0,774
Erro	33	1714,137	51,943		
Total Corrigido	38	1843,927			

CV, % = 10,17

Apêndice 72. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Ile dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	195,634	39,126	0,72	0,611
Erro	33	1789,148	54,216		
Total Corrigido	38	1984,783			

CV, % = 10,37

Apêndice 73. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Lys dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	54,911	10,982	1,43	0,240
Erro	33	253,793	7,690		
Total Corrigido	38	308,705			

CV, % = 3,12

Apêndice 74. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Leu dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	35,630	7,126	0,50	0,775
Erro	33	472,843	14,328		
Total Corrigido	38	508,473			

CV, % = 4,48

Apêndice 75. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Phe dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	63,776	12,755	1,00	0,433
Erro	33	421,191	12,763		
Total Corrigido	38	484,967			

CV, % = 4,19

Apêndice 76. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Cys dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	106,191	21,23	0,73	0,604
Erro	33	960,809	29,11		
Total Corrigido	38	1067,00			

CV, % = 6,88

Apêndice 77. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Met dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	59,394	11,87	1,40	0,250
Erro	33	280,113	8,48		
Total Corrigido	38	339,508			

CV, % = 3,26

Apêndice 78. Análise do Efeito dos tratamentos sobre Digestibilidade do Aa Total dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	64,219	12,843	0,71	0,622
Erro	33	600,087	18,184		
Total Corrigido	38	664,306			

CV, % = 5,25

Apêndice 79. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Asp dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	54,654	54,659	2,09	0,158
Erro	30	784,698	26,156		
Total Corrigido	31	839,357			

CV, % = 6,60

Apêndice 80. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Glu dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	32,342	32,341	2,43	0,129
Erro	30	398,777	13,292		
Total Corrigido	31	431,119			

CV, % = 4,29

Apêndice 81. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Hyp dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	28,434	28,434	0,39	0,535
Erro	30	2174,252	72,475		
Total Corrigido	31	2202,687			

CV, % = 14,32

Apêndice 82. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Ser dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	30,103	30,103	1,86	0,182
Erro	30	485,812	16,193		
Total Corrigido	31	515,915			

CV, % = 4,88

Apêndice 83. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa His dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	47,498	47,498	4,05	0,0533
Erro	30	352,052	11,735		
Total Corrigido	31	399,551			

CV, % = 3,87

Apêndice 84. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Gly dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	38,985	38,985	1,33	0,257
Erro	30	876,649	29,221		
Total Corrigido	31	915,635			

CV, % = 7,07

Apêndice 85. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Arg dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	3,411	3,411	0,52	0,475
Erro	30	196,201	6,540		
Total Corrigido	31	199,613			

CV, % = 2,83

Apêndice 86. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Thr dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	14,741	14,741	0,52	0,478
Erro	30	858,710	28,623		
Total Corrigido	31	873,451			

CV, % = 6,91

Apêndice 87. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Ala dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	25,549	25,54	1,34	0,256
Erro	30	572,257	19,075		
Total Corrigido	31	597,806			

CV, % = 5,33

Apêndice 88. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Pro dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	39,500	39,500	1,39	0,217
Erro	30	746,113	24,870		
Total Corrigido	31	785,613			

CV, % = 6,26

Apêndice 89. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Tyr dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	19,924	19,924	1,11	0,30
Erro	30	539,960	17,998		
Total Corrigido	31	559,885			

CV, % = 5,03

Apêndice 90. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Val dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	20,390	20,390	0,38	0,540
Erro	30	1593,957	53,131		
Total Corrigido	31	1614,347			

CV, % = 10,19

Apêndice 91. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Ile dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	42,925	42,925	0,78	0,385
Erro	30	1660,087	55,336		
Total Corrigido	31	1703,013			

CV, % = 10,36

Apêndice 92. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Lys dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	13,536	13,536	1,74	0,197
Erro	30	233,732	7,791		
Total Corrigido	31	247,269			

CV, % = 3,12

Apêndice 93. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Leu dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	18,038	18,038	1,24	0,274
Erro	30	435,825	14,527		
Total Corrigido	31	453,864			

CV, % = 4,50

Apêndice 94. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Phe dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	29,995	29,995	2,39	0,132
Erro	30	375,989	12,532		
Total Corrigido	31	405,984			

CV, % = 4,13

Apêndice 95. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Cys dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	85,581	85,581	2,81	0,104
Erro	30	913,698	30,456		
Total Corrigido	31	999,279			

CV, % = 7,01

Apêndice 96. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Aa Met dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	44,996	44,996	5,05	0,0322
Erro	30	267,524	8,917		
Total Corrigido	31	312,520			

CV, % = 3,33

Apêndice 97. Análise do Efeito da suplementação enzimática sobre Digestibilidade do Total dos Aa dos frangos dos corte de 40 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	1	24,786	24,786	1,34	0,255
Erro	30	554,008	18,466		
Total Corrigido	31	578,795			

CV, % = 5,27

Apêndice 98. Análise de regressão linear para C A dos frangos de cortes de 1 a 7 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	1	0,0158	0,0158	9,25	0,0037
Erro	51	0,0874	0,0017		
Total Corrigido	52	0,1032			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,275	0,0078	162,86	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,000031	0,00001	-3,04	0,0037

CV, %= 3,28 R²= 0,153

Apêndice 99. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 7 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	2	0,0237	0,0118	7,45	0,0015
Erro	50	0,0795	0,0015		
Total Corrigido	52	0,1032			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,261	0,0096	130,49	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	0,00005	0,000038	1,32	0,1918
Efeito Quadrad. Enzima	1	-5,0647E-8	2,2803E-8	-2,22	0,0309

CV,%= 3,16 $R^2= 0,229$

Apêndice 100. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 7 aos 14 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	1	0,0087	0,0087	5,49	0,0232
Erro	50	0,0800	0,0016		
Total Corrigido	51	0,0888			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,427	0,0077	185,32	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,000023	0,00001	-2,34	0,0232

CV,%= 2,82 $R^2= 0,098$

Apêndice 101. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 7 a 14 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	2	0,0106	0,0053	3,32	0,0445
Erro	49	0,0782	0,0016		
Total Corrigido	51	0,0888			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,4211	0,0099	142,38	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	0,00001	0,00003	0,42	0,673
Efeito Quadrad. Enzima	1	-2,462E-8	2,3116E-8	-1,07	0,291

CV,%= 2,82 $R^2= 0,119$

. Apêndice 102. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 14 aos 21 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	1	0,0096	0,0096	3,80	0,057
Erro	50	0,1268	0,0025		
Total Corrigido	51	0,1364			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,5309	0,0097	157,84	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,000024	0,000012	-1,95	0,057

CV,%= 3,31 $R^2= 0,070$

Apêndice 103. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 14 aos 21 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	2	0,0197	0,0098	4,16	
Erro	49	0,1166	0,0023		
Total Corrigido	51	0,1364			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,547	0,0121	126,90	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,00011	0,000047	-2,51	0,0153
Efeito Quadrad. Enzima	1	5,8303E-8	2,8232E-8	2,07	0,0442

CV,%= 3,21 $R^2= 0,110$

Apêndice 104. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 21 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	1	0,0091	0,0091	9,68	0,003
Erro	52	0,0490	0,00094		
Total Corrigido	53	0,0581			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,457	0,0057	254,05	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,000023	0,0000076	-3,11	0,003

CV,%= 2,12 $R^2= 0,156$

Apêndice 105. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 21 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	2	0,0097	0,0048	5,14	0,0092
Erro	51	0,0483	0,00094		
Total Corrigido	53	0,0581			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,461	0,0074	197,05	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,000046	0,000029	-1,60	0,116
Efeito Quadrad. Enzima	1	1,444E-8	1,760E-8	0,82	0,415

CV,%= 2,13 $R^2= 0,167$

Apêndice 106. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 21 a 28 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	1	0,00806	0,00806	4,42	0,0404
Erro	51	0,09291	0,00182		
Total Corrigido	52	0,10097			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,7064	0,00812	210,17	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,0000224	0,00001067	-2,10	0,0404

CV,%= 2,51 $R^2= 0,079$

Apêndice 107. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 21 a 28 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	2	0,00809	0,00404	2,18	0,124
Erro	50	0,09288	0,0018		
Total Corrigido	52	0,10097			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,7073	0,01069	159,66	152,197
Efeito Linear Enzima	1	-0,0000277	0,000041	-0,66	0,00806
Efeito Quadrad. Enzima	1	3,2635E-9	2,493E-8	0,13	0,000031

CV,%= 2,11 $R^2= 0,187$

Apêndice 108. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 28 a 35 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	1	0,000908	0,000908	0,64	0,427
Erro	52	0,0738	0,00142		
Total Corrigido	53	0,0747			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,895	0,00704	269,17	
Efeito Linear Enzima	1	-0,0000074	0,0000093	-0,80	

CV,%=1,99 $R^2=0,012$

Apêndice 109. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 28 a 35 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	2	0,000941	0,00047	0,33	0,723
Erro	51	0,0738	0,00145		
Total Corrigido	53	0,0747			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,894	0,0091	206,82	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,0000021	0,0000363	-0,06	0,9529
Efeito Quadrad. Enzima	1	-3,292E-9	2,174E-8	-0,15	0,8802

CV,%= 2,011 $R^2=0,0126$

Apêndice 110. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 35 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	1	0,00627	0,00627	14,67	0,0003
Erro	52	0,02223	0,000427		
Total Corrigido	53	0,0285			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,7158	0,00386	444,09	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,0000196	0,000051	-3,83	0,0003

CV,%= 1,21 $R^2=0,22$

Apêndice 111. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 35 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	2	0,0068	0,00341	8,03	0,0009
Erro	51	0,0216	0,000425		
Total Corrigido	53	0,0285			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,7194	0,00496	346,35	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,000413	0,0000197	-2,10	0,0408
Efeito Quadrad. Enzima	1	1,3448E-8	1,1783E-8	1,14	0,2591

CV,%= 1,20 $R^2= 0,239$

Apêndice 112. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 35 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	1	0,0139	0,01398	1,37	0,2469
Erro	52	0,5301	0,01020		
Total Corrigido	53	0,5441			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	2,082	0,01887	110,36	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,0000293	0,000025	-1,17	0,2469

CV,%= 4,88 $R^2= 0,0257$

Apêndice 113. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 35 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	2	0,0178	0,00895	0,87	0,426
Erro	51	0,5262	0,0103		
Total Corrigido	53	0,5441			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	2,0918	0,0244	85,52	230,761
Efeito Linear Enzima	1	-0,0000869	0,000097	-0,90	0,013
Efeito Quadrad. Enzima	1	3,5727E-8	5,8061E-8	0,62	0,0039

CV,%= 4,914 $R^2= 0,032$

Apêndice 114. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 21 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	1	0,00796	0,0079	6,10	0,0168
Erro	52	0,06779	0,0013		
Total Corrigido	53	0,07575			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,8815	0,00675	278,87	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,0000221	0,0000089	-2,47	0,0168

CV,%= 1,93 $R^2= 0,105$

Apêndice 115. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 21 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	2	0,00831	0,00415	3,14	0,0517
Erro	51	0,06744	0,00132		
Total Corrigido	53	0,07575			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,8844	0,0087	215,19	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,0000393	0,0000347	-1,13	0,2630
Efeito Quadrad. Enzima	1	1,0662E-8	2,078E-8	0,51	0,6102

CV,%= 1,944 $R^2= 0,109$

Apêndice 116. Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	1	0,00627	0,00627	14,6	0,0003
Erro	52	0,02223	0,00427		
Total Corrigido	53	0,0285			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,7158	0,00386	444,09	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,0000196	0,000051	-3,83	0,0003

CV,%= 1,21 $R^2= 0,2201$

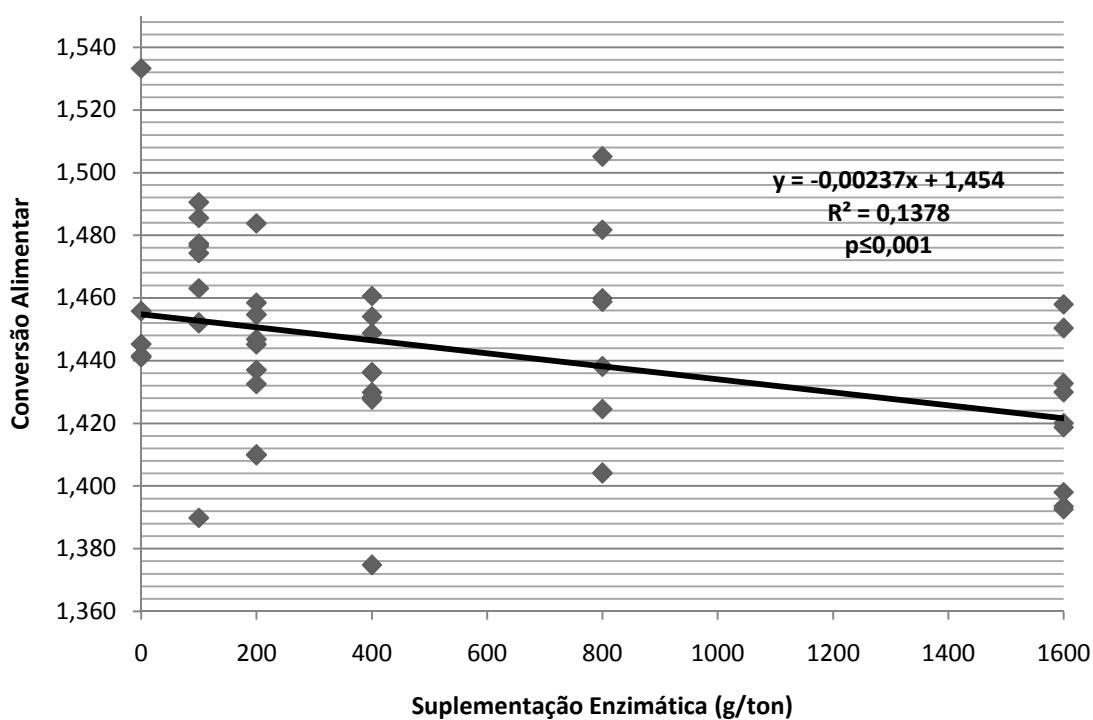
Apêndice 117. Análise de regressão quadrática para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Enzima	2	0,00683	0,00341	8,03	0,0009
Erro	51	0,0216	0,000425		
Total Corrigido	53	0,0285			
Parâmetro Estimado		Parâmetro	Erro Padrão	Valor t	Pr> t
Intercepto	1	1,7194	0,00496	346,35	<,0001
Efeito Linear Enzima	1	-0,0000413	0,0000197	-2,10	0,040
Efeito Quadrad. Enzima	1	1,3448E-8	1,178E-8	1,14	0,259

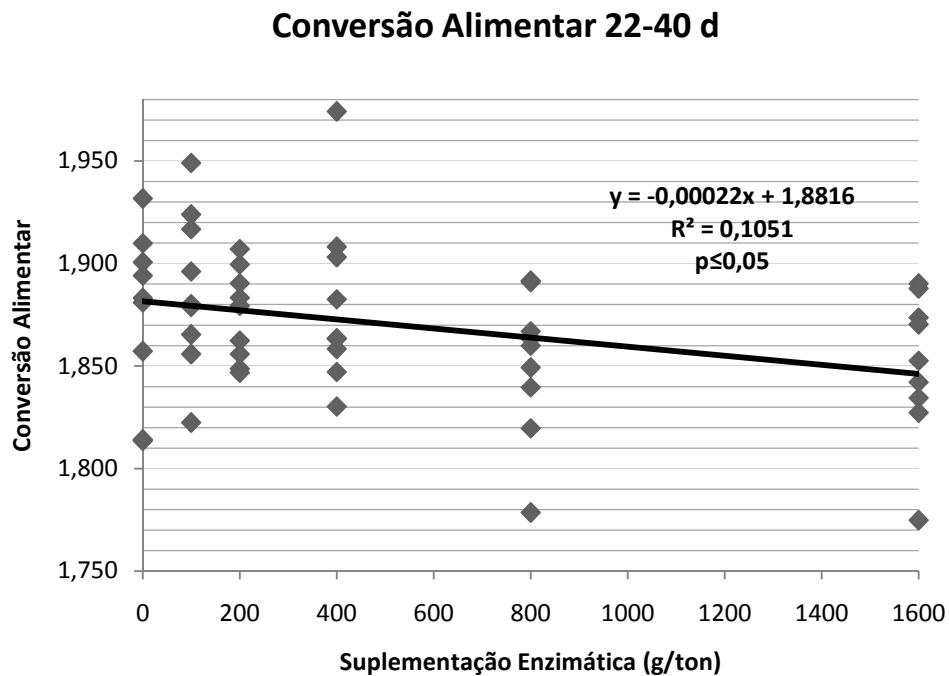
CV,%= 1,20 $R^2 = 0,239$

Apêndice 118. Gráfico representativo da Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 21 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.

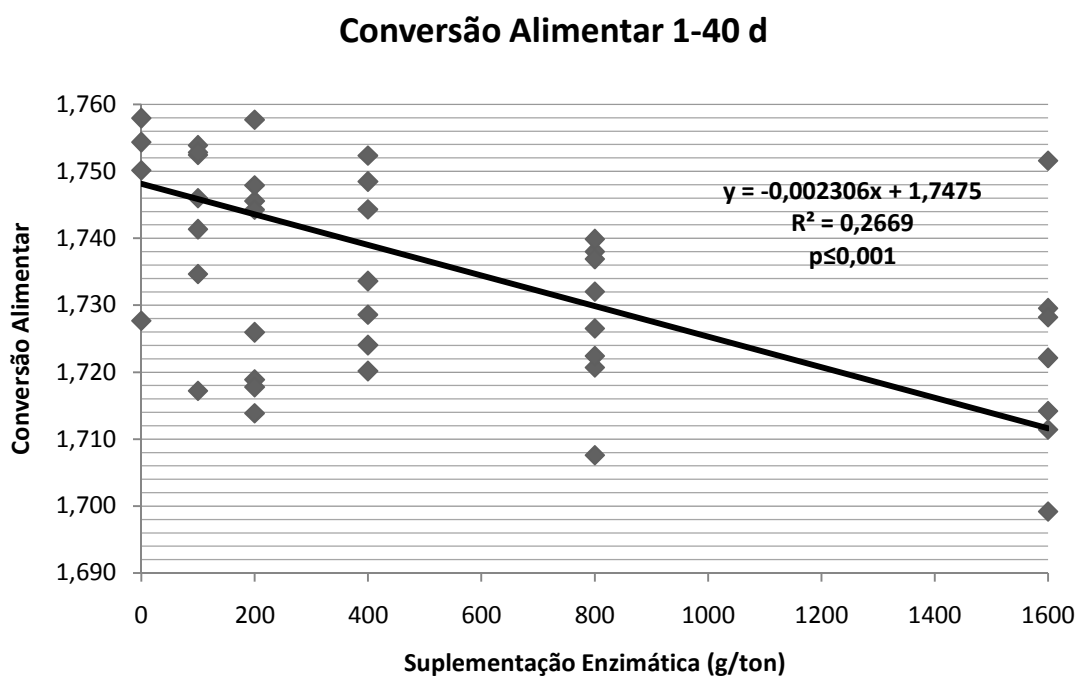
Conversão Alimentar 1-21 d



Apêndice 119. Gráfico representativo da Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 21 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.



Apêndice 120. Gráfico representativo da Análise de regressão linear para Conversão Alimentar dos frangos de cortes de 1 a 40 dias submetidos a dietas com níveis crescentes de enzima.



Apêndice 121. Normas para Publicação Revista Poultry Science.

POULTRY SCIENCE INSTRUCTIONS TO AUTHORS 1

¹Updated November 2009

Editorial Policies and Procedures

Poultry Science publishes the results of fundamental and applied research concerning poultry, poultry products, and avian species in general. Submitted manuscripts shall provide new facts or confirmatory data. Papers dealing with experimental design, teaching, extension endeavors, or those of historical or biographical interest may also be appropriate. A limited number of review papers will be considered for publication if they contribute significant additional knowledge, or synthesis of knowledge, to a subject area. Papers that have been, or are scheduled to be, published elsewhere will not be accepted. Publication of a preliminary report, such as an abstract, does not preclude consideration of a complete report for publication as long as it has not been published in full in a proceedings or similar scientific publication; appropriate identification of previously published preliminary reports should be provided in a title page footnote. Translation of an article into other languages for publication requires approval by the editor-in-chief. Opinions or views expressed in papers published by *Poultry Science* are those of the author(s) and do not necessarily represent the opinion of the Poultry Science Association or the editor-in-chief.

Contact Information for Journal Staff

For information on the scientific content of the journal, contact the editor-in-chief, Dr. Colin G. Scanes, 335 Chapman Hall, 2310 East Hartford Ave., University of Wisconsin, Milwaukee, WI 53201; e-mail: scanes@uwm.edu (with cc to cscanes@wi.rr.com). For assistance with Manuscript Central, manuscript submission and copyright forms, or page charge and offprint orders, contact Jeremy Holzner, editorial assistant, Headquarters Office, 2441 Village Green Place, Champaign, IL 61822 (FAX: 217-378-4083; jeremyh@assoqh.org). For other information or to submit a paper, contact Susan Pollock, managing editor, Headquarters Office, Poultry Science Association, Inc., 2441 Village Green Place, Champaign, IL 61822 (telephone: 217-356-7641; FAX: 217-378-4083; journals@assoqh.org).

Care and Use of Animals

Authors must make it clear that experiments were conducted in a manner that avoided unnecessary discomfort to the animals by the use of proper management and laboratory techniques. Experiments shall be conducted in accordance with the principles and specific guidelines presented in *Guidelines for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching*, 1st revised edition, 1999 (Association Headquarters, 2441 Village Green Place, Champaign, IL 61822); and, if applicable, *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals* (United States Department of Human Health and Services, National Institutes of Health, Publication Number ISBN 0-309-05377-3, 1996); or *Guide to the Care and Use of Experimental Animals*, 2nd ed. Volume 1, 1993 (Canadian Council on Animal Care). Methods of killing experimental animals must be described in the text. In describing surgical procedures, the type and dosage of the anesthetic agent must be specified. Intra-abdominal and intrathoracic invasive surgery requires anesthesia. This includes caponization. The editor-in-chief of *Poultry Science* may refuse to publish manuscripts that are not compatible with these guides. If rejected solely on that basis, however, the paper may be resubmitted for reconsideration when accompanied by a written verification that a committee on animal care in research has approved the experimental design and procedures involved.

Types of Articles

Full-Length Articles. The majority of papers published in *Poultry Science* are full-length articles. The journal emphasizes the importance of good scientific writing and clarity in presentation of the concepts, apparatus, and sufficient background information that would be required for thorough understanding by scientists in other disciplines. The results of experiments published in *Poultry Science* must be replicated, either by replicating treatments within experiments or by repeating experiments.

Research Notes. Research Notes are short notes giving the results of complete experiments but are less comprehensive than full-length

articles. Preliminary or progress reports will not be accepted. The running head shall be "RESEARCH NOTE." Authors must also indicate the section under which the manuscript is to be reviewed on the title page of the manuscript and on the Manuscript Submission and Copyright Release Form. Research Notes will be published as a subsection of the scientific section in which they were reviewed. Research Notes are limited to five printed pages including tables and figures. Manuscripts should be prepared according to the guidelines for full-length articles.

Symposium Papers. The symposium organizer or chair must present the proposal and tentative budget to the Board of Directors at the summer meeting one full 1 year before the symposium is to be scheduled. The symposium chair must then develop detailed symposium plans, including a formal outline of the talks approved and full budgetary expectations, which must be brought to the Board of Directors at the January meeting prior to the meeting at which the symposium is scheduled. The symposium chair must decide whether or not the symposium is to be published and will inform the editor-in-chief of this decision at the January meeting. If the decision is not to publish the symposium, the individual authors retain the right to submit their papers for consideration for the journal as ordinary manuscripts. If publication is decided upon, all manuscript style and form guidelines of the journal shall be followed. Manuscripts must be prepared electronically, including figures and tables, and then uploaded onto the *Poultry Science* Manuscript Central site within 2 weeks after the annual meeting. The symposium chair will review the papers and, if necessary, return them to the authors for revision. The symposium chair then forwards the revised manuscript to the editor-in-chief for final review. Final revisions by the author and recommendations for acceptance or rejection by the chair must be completed by December 31 of the year in which the symposium was presented. Manuscripts not meeting this deadline will not be included in the published symposium proceedings. Symposium papers must be prepared in accordance with the guidelines for full-length articles and are subject to review. Offprints and costs of pages are the responsibility of the author.

Invited Papers. Invited papers, such as the World's Poultry Science Association lecture, should be submitted online; the editorial office will then make these papers available to the

editor-in-chief. These papers are subject to review, and all manuscript style and form guidelines of the journal shall be followed. Invited papers are exempt from page charges but not offprint charges.

Review Papers. Review papers are accepted only if they provide new knowledge or a high-caliber synthesis of important knowledge. Reviews are not exempt from pages charges. All *Poultry Science* guidelines for style and form apply.

Invited Reviews. Invited Reviews will be approximately 10 published pages and in review format. The editor-in-chief will send invitations to the authors and then review these contributions when they are submitted. Nominations or suggestions for potential timely reviews are welcomed and should be sent directly to the editor-in-chief.

Contemporary Issues. Contemporary Issues in *PoultryScience* will address critical issues facing poultry scientists and the poultry industry. As such, submissions to this section should be of interest to any poultry scientist, to the industry, to instructors and faculty teaching contemporary issues classes, and to undergraduate and graduate students. The section will consist of short papers (approximately 2 published pages) written in essay format and will include an abstract, appropriate subheadings, and references.

Rapid Communications. We aim for receipt-to-decision times of a month or less, and accepted papers will have priority for publication in the next available issue of *Poultry Science*. These papers will present informative and significant new findings, such as tissue-specific gene expression profile data with full-length cDNA and genomic gene structure characterization. These papers will be short (2 to 4 published pages), adhere to journal format, and include references and an abstract. Rapid Communications should **not** be preliminary reports or incomplete studies. Authors will select Rapid Communications as the paper type when submitting the paper.

Book Reviews. *Poultry Science* publishes reviews of books considered to be of interest to the readers. The editor-in-chief ordinarily solicits reviews. Unsolicited reviews must be sent directly to the editor-in-chief for approval. Book reviews shall be prepared in accordance to the style and form requirements of the journal,

and they are subject to editorial revision. No page charges will be assessed.

Letters to the Editor. The purpose of letters will be to discuss, critique, or expand on scientific points made in articles recently published in *Poultry Science*. Introduction of unpublished data will not be allowed, nor will material based on conjecture or speculation. Letters must be received within 6 months of an article's publication.

Letters will be limited to 400 words and 5 references (approximately 3 double-spaced, typed pages including references). Letters shall have a title. Author name(s) and affiliation(s) shall be placed between the end of the text and list of references. Letters will be sent electronically directly to the editor-in-chief for consideration. The author(s) of the original paper(s) will be provided a copy of the letter and offered the opportunity to submit for consideration a reply within 30 days. Replies will have the same page restrictions and format as letters, and the titles shall end with "—Reply." Letters and replies will be published together. Acceptability of letters will be decided by the editor-in-chief. Letters and replies shall follow appropriate *Poultry Science* format and may be edited by the editor-in-chief and a technical editor. If multiple letters on the same topic are received, a representative letter concerning a specific article will be published. All letters may not be published. Letters and replies will be published as space permits.

SUBMISSION OF ELECTRONIC MANUSCRIPTS

Authors should submit their papers electronically (<http://mc.manuscriptcentral.com/ps>). Detailed instructions for submitting electronically are provided online at that site. Authors who are unable to submit electronically should contact the editorial office (jeremyh@assoqh.org) for assistance.

Copyright Agreement

Authors shall complete the Manuscript submission and Copyright Release form for each new manuscript submission; faxed copies are acceptable. The form is published in *Poultry Science* as space permits and is available online (<http://ps.fass.org>). The copyright agreement is included in the Manuscript Submission and Copyright Release Form and must be completed by all authors before publication can proceed. The corresponding author is responsible for

obtaining the signatures of coauthors. Persons unable to sign copyright agreements, such as federal employees, must indicate the reason for exemption on the form. The Poultry Science Association grants to the author the right of republication in any book of which he or she is the author or editor, subject only to giving proper credit to the original journal publication of the article by the Association. The Poultry Science Association, Inc. retains the copyright to all materials accepted for publication in the journal. Please address requests for permission to reproduce published material to the editor-in-chief. All tables must be original material. If an author wishes to present data previously published in tabular form, copyright permission to reproduce the table must be obtained by the author and forwarded to the PSA editorial office, even when the format of the table submitted with the manuscript is different than the table already published. If an author desires to reprint a figure published elsewhere, copyright permission to use the figure must be obtained by the author and forwarded to the PSA editorial office.

REVIEW OF MANUSCRIPTS

After a manuscript is submitted electronically, the editorial office informs the appropriate section editor, who assigns two reviewers, at least one of whom is an associate editor. Each reviewer has 3 weeks to review the manuscript, after which his or her comments are forwarded to the section editor. The section editor may recommend rejection or acceptance at this point, after which the manuscript and reviewer comments are made available to the editor-in-chief for a final decision. More commonly, the manuscript will be sent back to the corresponding author for revision according to the guidelines of the reviewers. Authors have 6 weeks to complete the revision, which shall be returned to the section editor. Failure to return the manuscript within 6 weeks will cause the paper to be purged from the files. Purged manuscripts may be reconsidered, but they will have to be processed as new manuscripts. Section editors handle all initial correspondence with authors during the review process. The editor-in-chief will notify the author of the final decision to accept or reject. Rejected manuscripts can be resubmitted only with an invitation from the section editor or editor-in-chief. Revised versions of previously rejected manuscripts are treated as new submissions. Therefore, authors must complete a new Manuscript Submission and Copyright Release Form.

PRODUCTION OF PROOFS

Accepted manuscripts are forwarded by the editor-in-chief to the editorial office for technical editing and typesetting. At this point the technical editor may contact the authors for missing information or figure revisions. The manuscript is then typeset, figures reproduced, and author proofs prepared.

Proofs

Author proofs of all manuscripts will be provided to the corresponding author. Author proofs should be read carefully and checked against the typed manuscript, because the responsibility for proofreading is with the author(s). Corrections may be returned by fax, mail, or e-mail. For faxed or mailed corrections, changes to the proof should be made neatly and clearly in the margins of the proof. If extensive editing is required, corrections should be provided on a separate sheet of paper with a symbol indicating location on the proof. Changes sent by e-mail to the technical editor must indicate page, column, and line numbers for each correction to be made on the proof. Corrections can also be marked using the note and highlight tools to indicate necessary changes. Author alterations to copy exceeding 10% of the cost of composition will be charged to the author. Editor queries should be answered on the galley proofs; failure to do so may delay publication. Proof corrections should be made and returned to the technical editor within 48 hours of receipt.

Publication Charges and Offprints

Poultry Science has two options available for the publication of articles: conventional page charges and Open Access (OA). **OA.** For authors who wish to publish their papers OA (freely available to everyone when the issue is posted online), authors will pay the OA fee when proofs are returned to the editorial office. Charges for OA are \$2,400 if at least one author is a current professional member of PSA; the charge is \$3,100 when no author is a professional member of PSA.

Conventional Page Charges. The current charge for publication is \$100 per printed page (or fraction thereof) in the journal if at least one author is a professional member of PSA. If no author is a member of PSA, the publication charge is \$170 per journal page.

Offprints and Color Charges. Offprints may be ordered at an additional charge. Authors who submit articles containing color

illustrations are responsible for paying the additional charge for color printing, including the printing of any reprints they order, and must agree in writing prior to publication to pay the additional charges. When the galley proof is sent, the author is asked to complete an offprint order requesting the number of offprints desired and the name of the institution, agency, or individual responsible for publication charges.

MANUSCRIPT PREPARATION: STYLE AND FORM

General

Papers must be written in English. The text and all supporting materials must use American spelling and usage as given in *The American Heritage Dictionary*, *Webster's Third International Dictionary*, or the *Oxford American English Dictionary*. Authors should follow the style and form recommended in *Scientific Style and Format. The CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers*. 6th ed. Council of Biology Editors Style Manual Committee. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. Authors should prepare the main text, tables, and figure captions in MS Word. Details on figure preparation and file formats are provided in the Figures section of these instructions.

Preparing the Manuscript File

Manuscripts should be typed double-spaced, with lines and pages numbered consecutively, using Times New Roman font at 12 points. All special characters (e.g., Greek, math, symbols) should be inserted using the symbols palette available in this font. Complex math should be entered using MathType from Design Science (<http://www.dessci.com>). Equations created using the new Equation Builder feature in Microsoft Word 2007 may not be compatible with earlier versions of Word or other software used in our journal composition system. Tables and figures should be placed in separate sections at the end of the manuscript (not placed in the text). Failure to follow these instructions may result in an immediate rejection of the manuscript.

Headings

Major Headings. Major headings are centered (except ABSTRACT), all capitals, boldface, and consist of ABSTRACT, INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION (or RESULTS AND DISCUSSION), ACKNOWLEDGMENTS (optional), APPENDIX (optional), and REFERENCES.

First Subheadings. First subheadings are placed on a separate line, begin at the left margin, the first letter of all important words is capitalized, and the headings are boldface and italic. Text that follows a first subheading should be in a new paragraph.

Second Subheadings. Second subheadings begin the first line of a paragraph. They are indented, boldface, italic, and followed by a period. The first letter of each important word should be capitalized. The text follows immediately after the final period of the subheading.

Title Page

The title page shall begin with a running head (short title) of not more than 45 characters. The running head is centered, is in all capital letters, and shall appear on the top of the title page. No abbreviations should be used. The title of the paper must be in boldface; the first letter of the article title and proper names are capitalized, and the remainder of the title is lowercase. The title must have no abbreviations, and numbers must be given in words rather than in numerals (e.g., One-Day-Old Broilers). Under the title, names of authors should be typed with initial capital letters and a space between initials (e.g., T. E. Smith). Affiliations will be footnoted using the following symbols: *, †, ‡, §, #, ¶, and be placed below the author names. Do not give authors' titles, positions, or degrees. Numbered footnotes may be used to provide supplementary information, such as present address, acknowledgment of grants, and experiment station or journal series number. The corresponding author should be indicated with a numbered footnote (e.g.,¹Corresponding author: myname@university.edu). Note that there is no period after the corresponding author's e-mail address. The title page shall include the name and full address of the corresponding author. Telephone and FAX numbers and e-mail address must also be provided. The title page must indicate the appropriate scientific section for the paper (i.e., Education and Production; Environment, Well-Being, and Behavior; Genetics; Immunology, Health, and Disease; Metabolism and Nutrition; Molecular, Cellular, and Developmental Biology; Physiology, Endocrinology, and Reproduction; or Processing, Products, and Food Safety). Authors may create a full title page as a one-page document, in a file separate from the rest of the paper. This file can be uploaded and marked "not for review." Authors who choose to upload manuscripts with a full title page at the beginning will have their papers forwarded to reviewers as is.

Abbreviations

Author-derived abbreviations should be defined at first use in the abstract and again in the body of the manuscript. The abbreviation will be shown in bold type at first use in the body of the manuscript. Refer to the Miscellaneous Usage Notes for more information on abbreviations.

Abstract

The Abstract disseminates scientific information through abstracting journals and through convenience for the readers. The Abstract, consisting of not more than 325 words, appears at the beginning of the manuscript with the word ABSTRACT without a following period. It must summarize the major objectives, methods, results, conclusions, and practical applications of the research. The Abstract must consist of complete sentences and use of abbreviations should be limited. References to other work and footnotes are not permitted. The Abstract and Key Words must be on a separate sheet of paper.

Key Words

The Abstract shall be followed by a maximum of five key words or phrases to be used for subject indexing. These should include important words from the title and the running head and should be singular, not plural, terms (e.g., broiler, not broilers). Authors should consult a current "Subject Index" in *Poultry Science* for additional key words. Key words should be formatted as follows:

Key words: . . .

Introduction

The Introduction, while brief, should provide the reader with information necessary for understanding research presented in the paper. Previous work on the topic should be summarized, and the objectives of the current research must be clearly stated.

Materials and Methods

All sources of products, equipment, and chemicals used in the experiments must be specified parenthetically at first mention in text, tables, and figures [i.e., (model 123, ABC Corp., Provo, UT)]. Model and catalog numbers should be included. Information shall include the full corporate name (including division, branch, or other subordinate part of the corporation, if applicable), city, and state (country if outside the United States), or Web address. Street addresses need not be given unless the reader would not be able to determine

the full address for mailing purposes easily by consulting standard references. Age, sex, breed, and strain or genetic stock of animals used in the experiments shall be specified. Animal care guidelines should be referenced if appropriate. Papers must contain analyzed values for those dietary ingredients that are crucial to the experiment. In other papers, authors should state whether experimental diets meet or exceed the National Research Council (1994) requirements as appropriate. If not, crude protein and metabolizable energy levels should be stated. For layer diets, calcium and phosphorus contents should also be specified. When describing the composition of diets and vitamin premixes, the concentration of vitamins A and E should be expressed as IU/kg on the basis of the following equivalents:

Vitamin A

1 IU = 0.3 µg of all-*trans* retinol

1 IU = 0.344 µg of retinyl acetate

1 IU = 0.552 µg of retinyl palmitate

1 IU = 0.60 µg of β-carotene

Vitamin E

1 IU = 1 mg of dl-α-tocopheryl acetate

1 IU = 0.91 mg of dl-α-tocopherol

1 IU = 0.67 mg of dl-α-tocopherol

In the instance of vitamin D₃, cholecalciferol is the acceptable term on the basis that 1 IU of vitamin D₃ = 0.025 µg of cholecalciferol. The sources of vitamins A and E must be specified in parentheses immediately following the stated concentrations.

Statistical Analysis. Biology should be emphasized, but the use of incorrect or inadequate statistical methods to analyze and interpret biological data is not acceptable. Consultation with a statistician is recommended. Statistical methods commonly used in the animal sciences need not be described in detail, but adequate references should be provided. The statistical model, classes, blocks, and experimental unit must be designated. Any restrictions used in estimating parameters should be defined. Reference to a statistical package without reporting the sources of variation (classes) and other salient features of the analysis, such as covariance or orthogonal contrasts, is not sufficient. A statement of the results of statistical analysis should justify the interpretations and conclusions. When possible, results of similar experiments should be pooled statistically. Do not report a number of similar experiments separately. The experimental unit is the smallest unit to which an individual treatment is imposed. For group-fed animals, the group of animals in the pen is the

experimental unit; therefore, groups must be replicated. Repeated chemical analyses of the same sample usually do not constitute independent experimental units. Measurements on the same experimental unit over time also are not independent and must not be considered as independent experimental units. For analysis of time effects, use time sequence analysis.

Usual assumptions are that errors in the statistical models are normally and independently distributed with constant variance. Most standard methods are robust to deviations from these assumptions, but occasionally data transformations or other techniques are helpful. For example, it is recommended that percentage data between 0 and 20 and between 80 and 100 be subjected to arc sin transformation prior to analysis. Most statistical procedures are based on the assumption that experimental units have been assigned to treatments at random. If animals are stratified by ancestry or weight or if some other initial measurement should be accounted for, the model should include a blocking factor, or the initial measurement should be included as a covariate. A parameter [mean (μ), variance (σ^2)], which defines or describes a population, is estimated by a statistic (\bar{x} , s^2). The term **parameter** is not appropriate to describe a variable, observation, trait, characteristic, or measurement taken in an experiment. Standard designs are adequately described by name and size (e.g., “a randomized complete block design with 6 treatments in 5 blocks”). For a factorial set of treatments, an adequate description might be as follows: “Total sulfur amino acids at 0.70 or 0.80% of the diet and Lys at 1.10%, 1.20%, or 1.30% of the diet were used in a 2 × 3 factorial arrangement in 5 randomized complete blocks consisting of initial BW.” Note that a **factorial arrangement is not a design**; the term “design” refers to the method of grouping experimental units into homogeneous groups or blocks (i.e., the way in which the randomization is restricted). Standard deviation refers to the variability in a sample or a population. The standard error (calculated from error variance) is the estimated sampling error of a statistic such as the sample mean. When a standard deviation or standard error is given, the number of degrees of freedom on which it rests should be specified. When any statistical value (as mean or difference of 2 means) is mentioned, its standard error or confidence limit should be given. The fact that differences are not “statistically significant” is no reason for omitting standard errors. They are of value when results from several experiments are

combined in the future. They also are useful to the reader as measures of efficiency of experimental techniques. A value attached by “±” to a number implies that the second value is its standard error (not its standard deviation). Adequate reporting may require only 1) the number of observations, 2) arithmetic treatment means, and 3) an estimate of experimental error. The pooled standard error of the mean is the preferred estimate of experimental error. Standard errors need not be presented separately for each mean unless the means are based on different numbers of observations or the heterogeneity of the error variance is to be emphasized. Presenting individual standard errors clutters the presentation and can mislead readers. For more complex experiments, tables of subclass means and tables of analyses of variance or covariance may be included. When the analysis of variance contains several error terms, such as in split-plot and repeated measures designs, the text should indicate clearly which mean square was used for the denominator of each F statistic. Unbalanced factorial data can present special problems. Accordingly, it is well to state how the computing was done and how the parameters were estimated. Approximations should be accompanied by cautions concerning possible biases. Contrasts (preferably orthogonal) are used to answer specific questions for which the experiment was designed; they should form the basis for comparing treatment means. Nonorthogonal contrasts may be evaluated by Bonferroni t statistics. The exact contrasts tested should be described for the reader. Multiple-range tests are not appropriate when treatments are orthogonally arranged. Fixed-range, pair wise, multiple-comparison tests should be used only to compare means of treatments that are unstructured or not related. Least squares means are the correct means to use for all data, but arithmetic means are identical to least squares means unless the design is unbalanced or contains missing values or an adjustment is being made for a covariate. In factorial treatment arrangements, means for main effects should be presented when important interactions are not present. However, means for individual treatment combinations also should be provided in table or text so that future researchers may combine data from several experiments to detect important interactions. An interaction may not be detected in a given experiment because of a limitation in the number of observations. The terms significant and highly significant traditionally have been reserved for $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively; however, reporting

the P -value is preferred to the use of these terms. For example, use “. . . there was a difference ($P < 0.05$) between control and treated samples” rather than “. . . there was a significant ($P < 0.05$) difference between control and treated samples.” When available, the observed significance level (e.g., $P = 0.027$) should be presented rather than merely $P < 0.05$ or $P < 0.01$, thereby allowing the reader to decide what to reject. Other probability (α) levels may be discussed if properly qualified so that the reader is not misled. Do not report P values to more than 3 places after the decimal. Regardless of the probability level used, failure to reject a hypothesis should be based on the relative consequences of type I and II errors. A “nonsignificant” relationship should not be interpreted to suggest the absence of a relationship. An inadequate number of experimental units or insufficient control of variation limits the power to detect relationships. Avoid the ambiguous use of $P > 0.05$ to declare nonsignificance, such as indicating that a difference is not significant at $P > 0.05$ and subsequently declaring another difference significant (or a tendency) at $P < 0.09$. In addition, readers may incorrectly interpret the use of $P > 0.05$ as the probability of a β error, not an α error.

Present only meaningful digits. A practical rule is to round values so that the change caused by rounding is less than one-tenth of the standard error. Such rounding increases the variance of the reported value by less than 1%, so that less than 1% of the relevant information contained in the data is sacrificed. In most cases, 2 or 3 significant digits (not decimal places) are sufficient.

Results and Discussion

Results and Discussion sections may be combined, or they may appear in separate sections. If separate, the Results section shall contain only the results and summary of the author's experiments; there should be no literature comparisons. Those comparisons should appear in the Discussion section.

Acknowledgments

An Acknowledgments section, if desired, shall follow the Discussion section. Acknowledgments of individuals should include affiliations but not titles, such as Dr., Mr., or Ms. Affiliations shall include institution, city, and state. Review copies shall have authors' institutions omitted.

Appendix

A technical Appendix, if desired, shall follow the Discussion section or Acknowledgments, if present. The Appendix may contain supplementary material, explanations, and elaborations that are not essential to other major sections but are helpful to the reader. Novel computer programs or mathematical computations would be appropriate. The Appendix will not be a repository for raw data.

References

Citations in Text. In the body of the manuscript, refer to authors as follows: Smith and Jones (1992) or Smith and Jones (1990, 1992). If the sentence structure requires that the authors' names be included in parentheses, the proper format is (Smith and Jones, 1982; Jones, 1988a,b; Jones et al., 1993). Where there are more than two authors of one article, the first author's name is followed by the abbreviation et al. More than one article listed in the same sentence of text must be in chronological order first, and alphabetical order for two publications in the same year. Work that has not been accepted for publication shall be listed in the text as: "J. E. Jones (institution, city, and state, personal communication)." The author's own unpublished work should be listed in the text as "(J. Smith, unpublished data)." Personal communications and unpublished data must not be included in the References section.

References Section. To be listed in the References section, papers must be published or accepted for publication. Manuscripts submitted for publication can be cited as "personal communication" or "unpublished data" in the text. Citation of abstracts, conference proceedings, and other works that have not been peer reviewed is strongly discouraged unless essential to the paper. Abstract and proceedings references are not appropriate citations in the Materials and Methods section of a paper. In the References section, references shall first be listed alphabetically by author(s)' last name(s), and then chronologically. The year of publication follows the authors' names. As with text citations, two or more publications by the same author or set of authors in the same year shall be differentiated by adding lowercase letters after the date. The dates for papers with the same first author that would be abbreviated in the text as et al., even though the second and subsequent authors differ, shall also be differentiated by letters. All authors' names must appear in the Reference section. Journals shall be abbreviated according to the conventional ISO abbreviations given in

journals database of the National Library of Medicine (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=journals>). One-word titles must be spelled out. Inclusive page numbers must be provided. Sample references are given below. Consult recent issues of *Poultry Science* for examples not included below. Article:

Bagley, L. G., and V. L. Christensen. 1991. Hatchability and physiology of turkey embryos incubated at sea level with increased eggshell permeability. *Poult. Sci.* 70:1412–1418.

Bagley, L. G., V. L. Christensen, and R. P. Gildersleeve. 1990. Hematological indices of turkey embryos incubated at high altitude as affected by oxygen and shell permeability. *Poult. Sci.* 69:2035–2039.

Witter, R. L., and I. M. Gimeno. 2006. Susceptibility of adult chickens, with and without prior vaccination, to challenge with Marek's disease virus. *Avian Dis.* doi:10.1637/7498-010306R.1 Book:

Metcalf, J., M. K. Stock, and R. L. Ingermann. 1984. The effects of oxygen on growth and development of the chick embryo. Pages 205-219 in *Respiration and Metabolism of Embryonic Vertebrates*. R. S. Seymour, ed. Dr. W. Junk, Dordrecht, the Netherlands.

National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC. Federal Register: Department of Agriculture, Plant and Animal Health Inspection

Service. 2004. Blood and tissue collection at slaughtering and rendering establishments, final rule. 9CFR part 71. *Fed. Regist.* 69:10137–10151.

Other:

Choct, M., and R. J. Hughes. 1996. Long-chain hydrocarbons as a marker for digestibility studies in poultry. *Proc. Aust. Poult. Sci. Symp.* 8:186. (Abstr.)

Dyro, F. M. 2005. Arsenic. WebMD. <http://www.emedicine.com/neuro/topic20.htm> Accessed Feb. 2006.

El Halawani, M. E., and I. Rosenboim. 2004. Method to enhance reproductive performance in poultry. Univ. Minnesota, assignee. US Pat. No. 6,766,767.

Hruby, M., J. C. Remus, and E. E. M. Pierson. 2004. Nutritional strategies to meet the challenge of feeding poultry without antibiotic growth promotants. *Proc. 2nd Mid-Atlantic Nutr. Conf.*, Timonium, MD. Univ. Maryland, College Park.

Luzuriaga, D. A. 1999. Application of computer vision and electronic nose technologies for quality assessment of color and odor of shrimp and salmon. PhD Diss. Univ. Florida, Gainesville.

Peak, S. D., and J. Brake. 2000. The influence of feeding program on broiler breeder male mortality. *Poult. Sci.* 79(Suppl. 1):2. (Abstr.)

Tables

Tables must be created using the MS Word table feature and inserted in the manuscript after the references section. When possible, tables should be organized to fit across the page without running broadside. Be aware of the dimensions of the printed page when planning tables (use of more than 15 columns will create layout problems). Place the table number and title on the same line above the table. The table title does not require a period. Do not use vertical lines and use few horizontal lines. Use of bold and italic typefaces in the table body should be done sparingly; such use must be defined in a footnote. Each table must be on a separate page. To facilitate placement of all tables into the manuscript file (just after the references) authors should use “section breaks” rather than “page breaks” at the end of the manuscript (before the tables) and between tables. Units of measure for each variable must be indicated. Papers with several tables must use consistent format. All columns must have appropriate headings. Abbreviations not found on the inside front cover of the journal must be defined in each table and must match those used in the text. Footnotes to tables should be marked by superscript numbers. Each footnote should begin a new line. Superscript letters shall be used for the separation of means in the body of the table and explanatory footnotes must be provided [i.e., “Means within a row lacking a common superscript differ ($P < 0.05$).”]; other significant P -values may be specified. Comparison of means within rows and columns should be indicated by different series of superscripts (e.g., a,b, . . . in rows; x-z . . . in columns) The first alphabetical letter in the series (e.g., a or A) shall be used to indicate the largest mean. Lowercase superscripts indicate $P \leq 0.05$. Uppercase letters indicate $P \leq 0.01$ or less. Probability values may be indicated as follows: * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$, and † $P \leq 0.10$. Consult a recent issue of *Poultry Science* for examples of tables.

Figures

To facilitate review, figures should be placed at the end of the manuscript (separated by section breaks). Each figure should be placed on a

separate page, and identified by the manuscript number and the figure number. A figure with multiple panels or parts should appear on one page (e.g., if Figure 1 has parts a, b, and c, place all of these on the same page). Figure captions should be typed (double spaced) on a separate page.

- **Figure Size.** Prepare figures at final size for publication. Figures should be prepared to fit one column (8.9 cm wide), 2 columns (14 cm wide), or full-page width (19 cm wide).

- **Font Size.** Ensure that all type within the figure and axis labels are readable at final publication size. A minimum type size of 8 points (after reduction) should be used.

- **Fonts.** Use Helvetica or Times New Roman. Symbols may be inserted using the Symbol palette in Times New Roman.

- **Line Weight.** For line graphs, use a minimum stroke weight of 1 point for all lines. If multiple lines are to be distinguished, use solid, long-dash, short-dash, and dotted lines. Avoid the use of color, gray, or shaded lines, as these will not reproduce well. Lines with different symbols for the data points may also be used to distinguish curves.

- **Axis Labels.** Each axis should have a description and a unit. Units may be separated from the descriptor by a comma or parentheses, and should be consistent within a manuscript.

- **Shading and Fill Patterns.** For bar charts, use different fill patterns if needed (e.g., black, white, gray, diagonal stripes). Avoid the use of multiple shades of gray, as they will not be easily distinguishable in print.

- **Symbols.** Identify curves and data points using the following symbols only: □, ■, ○, ●, ▲, ▼, n, ,, e, r, +, or ×. Symbols should be defined in a key on the figure if possible.

- **File Formats.** Figures can be submitted in Word, PDF, EPS, TIFF, and JPEG. Avoid PowerPoint files and other formats. For the best printed quality, line art should be prepared at 600 ppi. Grayscale and color images and photomicrographs should be at least 300 ppi.

- **Grayscale Figures.** If figures are to be reproduced in grayscale (black and white), submit in grayscale. Often color will mask contrast problems that are apparent only when the figure is reproduced in grayscale.

- **Color Figures.** If figures are to appear in color in the print journal, files must be submitted in CMYK color (not RGB).

- **Photomicrographs.** Photomicrographs must have their unmagnified size designated, either in the caption or with a scale bar on the figure. Reduction for publication can make a

magnification power designation (e.g., 100×) inappropriate.

- **Caption.** The caption should provide sufficient information that the figure can be understood with excessive reference to the text. All author-derived abbreviations used in the figure should be defined in the caption.

- **General Tips.** Avoid the use of three-dimensional bar charts, unless essential to the presentation of the data. Use the simplest shading scheme possible to present the data clearly. Ensure that data, symbols, axis labels, lines, and key are clear and easily readable at final publication size.

Color Figures. Submitted color images should be at least 300 ppi. The cost to publish each color figure is \$995; a surcharge for color reprints ordered will be assessed. Authors must agree in writing to bear the costs of color production after acceptance and prior to publication of the paper. The form “Color Charge Agreement” is available on the journal web site (<http://ps.fass.org>) and should be completed and returned to PSA Headquarters upon submission.

Miscellaneous Usage Notes

Abbreviations. Abbreviations shall not be used in the title, key words, or to begin sentences, except when they are widely known throughout science (e.g., DNA, RNA) or are terms better known by abbreviation (e.g., IgG, CD). A helpful criterion for use of abbreviation is whether it has been accepted into thesauri and indexes widely used for searching major bibliographic databases in the scientific field. Abbreviations may be used in heads within the paper, if they have been first defined within the text. The inside back cover of every issue of the journal lists abbreviations that can be used without definition. The list is subject to revision at any time, so authors should always consult the most recent issue of the journal (or the updated list at <http://ps.fass.org/>) for relevant information. Abbreviations are allowed when they help the flow of the manuscript; however, excessive use of abbreviations can confuse the reader. The suitability of abbreviations will be evaluated by the reviewers and editors during the review process and by the technical editor during editing. As a rule, author-derived abbreviations should be in all capital letters. Terms used less than three times must be spelled out in full rather than abbreviated. All terms are to be spelled out in full with the abbreviation following in bold type in parentheses the first time they are mentioned in the main body of the text. Abbreviations shall be used consistently thereafter, rather than the

full term. The abstract, text, each table, and each figure must be understood independently of each other. Therefore, abbreviations shall be defined within each of these units of the manuscript. Plural abbreviations do not require “s.” Chemical symbols and three-letter abbreviations for amino acids do not need definition. Units of measure, except those in the standard *Poultry Science* abbreviation list, should be abbreviated as listed in the *CRC Handbook for Chemistry and Physics* (CRC Press, 2000 Corporate Blvd., Boca Raton, FL 33431) and do not need to be defined.

The following abbreviations may be used without definition in *Poultry Science*.

A adenine
 ADG average daily gain
 ADFI average daily feed intake
 AME apparent metabolizable energy
 AME_n nitrogen-corrected apparent metabolizable energy
 ANOVA analysis of variance
 B cell bursal-derived, bursal-equivalent derived cell
 bp base pairs
 BSA bovine serum albumin
 BW body weight
 C cytosine
 cDNA complementary DNA
 cfu colony-forming units
 CI confidence interval
 CP crude protein
 cpm counts per minute
 CV coefficient of variation
 d day
 do degrees of freedom
 DM dry matter
 DNA deoxyribonucleic acid
 EDTA ethylenediaminetetraacetate
 ELISA enzyme-linked immunosorbent antibody assay
 EST expressed sequence tag
 g gram
 g gravity
 G guanine
 GAT glutamic acid-alanine-tyrosine
 G:F gain-to-feed ratio
 GLM general linear model
 h hour
 HEPES *N*-2-hydroxyethyl piperazine-*N'*-ethane-sulfonic acid
 HPLC high-performance (high-pressure) liquid chromatography
 ICU international chick units
 Ig immunoglobulin
 i.m. intramuscular
 i.p. intraperitoneal
 IU international units
 i.v. intravenous
 kb kilobase pairs
 kDa kilodalton
 L liter*
 L:D hours light:hours darkness in a photoperiod
 m meter
 μ_{micro}
 M molar
 MAS marker-assisted selection
 ME metabolizable energy
 ME_n nitrogen-corrected metabolizable energy
 MHC major histocompatibility complex
 mRNA messenger ribonucleic acid

min minute
 mo month
 MS mean square
 n number of observations
 N normal
 NAD nicotinamide adenine dinucleotide
 NADH reduced nicotinamide adenine dinucleotide
 NRC National Research Council
 NS not significant
 PAGE polyacrylamide gel electrophoresis
 PBS phosphate-buffered saline
 PCR polymerase chain reaction
 pfu plaque-forming units
 QTL quantitative trait loci
 r correlation coefficient
 r² coefficient of determination, simple
 R² coefficient of determination, multiple
 RFLP restriction fragment length polymorphism
 RH relative humidity
 RIA radioimmunoassay
 RNA ribonucleic acid
 rpm revolutions per minute
 s second
 s.c. subcutaneous
 SD standard deviation
 SDS sodium dodecyl sulfate
 SE standard error
 SEM standard error of the mean
 SRBC sheep red blood cells
 SNP single nucleotide polymorphism
 T thymine
 TBA thiobarbituric acid
 T cell thymic-derived cell
 TME true metabolizable energy
 TME_n nitrogen-corrected true metabolizable energy
 Tris tris(hydroxymethyl)aminomethane
 TSAA total sulfur amino acids
 U uridine
 USDA United States Department of Agriculture
 UV ultraviolet
 vol/vol volume to volume
 vs. versus
 wt/vol weight to volume
 wt/wt weight to weight
 wk week
 yr year

*Also capitalized with any combination, e.g., mL.

International Words and Phrases. Non-English words in common usage (defined in recent editions of standard dictionaries) will not appear in italics (e.g., *in vitro*, *in vivo*, *in situ*, *a priori*). However, genus and species of plants, animals, or bacteria and viruses should be italicized. Authors must indicate accent marks and other diacriticals on international names and institutions. German nouns shall begin with capital letters.

Capitalization. Breed and variety names are to be capitalized (e.g., Single Comb White Leghorn).

Number Style. Numbers less than 1 shall be written with preceding zeros (e.g., 0.75). All numbers shall be written as digits. Measures must be in the metric system; however, US equivalents may be given in parentheses. *Poultry Science* requires that measures of energy be given in calories rather than joules,

but the equivalent in joules may be shown in parentheses or in a footnote to tables. Units of measure not preceded by numbers must be written out rather than abbreviated (e.g., lysine content was measured in milligrams per kilogram of diet) unless used parenthetically. Measures of variation must be defined in the Abstract and in the body of the paper at first use. Units of measure for feed conversion or feed efficiency shall be provided (i.e., g:g).

Nucleotide Sequences. Nucleotide sequence data must relate to poultry or poultry pathogens and must complement biological data published in the same or a companion paper. If sequences are excessively long, it is suggested that the most relevant sections of the data be published in *Poultry Science* and the remaining sequences be submitted to one of the sequence databases. Acceptance for publication is contingent on the submission of sequence data to one of the databases. The following statement should appear as a footnote to the title on the title page of the manuscript. "The nucleotide sequence data reported in this paper have been submitted to GenBank Submission (Mail Stop K710, Los Alamos National Laboratories, Los Alamos, NM 87545) nucleotide sequence database and have been assigned the accession number XNNNNN."

Publication of the description of molecular clones is assumed by the editors to place them in the public sector.

Therefore, they shall be made available to other scientists for research purposes. Nucleotide sequences must be submitted as camera-ready figures no larger than 21.6 × 27.9 cm in standard (portrait) orientation. Abbreviations should follow *Poultry Science* guidelines.

General Usage. Note that "and/or" is not permitted; choose the more appropriate meaning or use "x or y or both." Use the slant line only when it means "per" with numbered units of measure or "divided by" in equations. Use only one slant line in a given expression (e.g., g/d per chick). The slant line may not be used to indicate ratios or mixtures. Use "to" instead of a hyphen to indicate a range. Insert spaces around all signs (except slant lines) of operation (=, −, +, ×, >, or <, etc.) when these signs occur between two items. Items in a series should be separated by commas (e.g., a, b, and c). Restrict the use of "while" and "since" to meanings related to time. Appropriate substitutes include "and," "but," or "whereas" for "while" and "because" or "although" for "since." Leading (initial) zeros should be used with numbers less

than 1 (e.g., 0.01). Commas should be used in numbers greater than 999. Registered (®) and trademark (™) symbols should not be used, unless as part of an article title in the References section. Trademarked product names should be capitalized.

Supplemental Information (Online)

The following information is available online and updated regularly. Please refer to these pages when preparing a manuscript for submission.

Journal Title Abbreviations. A list of standard abbreviations for common journal titles is available online

(<http://ps.fass.org/misc/ifora.dtl>).

SI Units. The following site (National Institute of Standards and Technology) provides a comprehensive guide to SI units and usage: <http://physics.nist.gov/Pubs/SP811/contents.html>

Figure and Table Preparation Guidelines. Current detailed information on figure and table preparation can be found at <http://ps.fass.org/misc/ifora.dtl>

Manuscript Central Instructions. Manuscripts are submitted online (<http://mc.manuscriptcentral.com/psa>). Full user instructions for using the Manuscript Central system are available on the Manuscript Central home page.