

**REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA E  
FÓSFORO EM RAÇÕES COM FITASE PARA  
FRANGOS DE CORTE: DESEMPENHO,  
DIGESTIBILIDADE E EXCREÇÃO DE  
NUTRIENTES**

**YOLANDA LOPES DA SILVA**

**2004**

**YOLANDA LOPES DA SILVA**

**REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA E FÓSFORO EM RAÇÕES  
COM FITASE PARA FRANGOS DE CORTE: DESEMPENHO,  
DIGESTIBILIDADE E EXCREÇÃO DE NUTRIENTES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Doutor”.

**Orientador**  
**Prof. Paulo Borges Rodrigues**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS - BRASIL**  
**2004**

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

Silva, Yolanda Lopes da

Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para  
frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes /  
Yolanda Lopes da Silva. -- Lavras : UFLA, 2004.

210 p. : il.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Frango de corte. 2. Nutrição de monogástrico. 3. Fitase. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.5085

**YOLANDA LOPES DA SILVA**

**REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA E FÓSFORO EM  
RAÇÕES COM FITASE PARA FRANGOS DE CORTE: DESEMPENHO,  
DIGESTIBILIDADE E EXCREÇÃO DE NUTRIENTES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Doutor”.

**APROVADA em 09 de junho de 2004**

Prof. Édison José Fassani - UNIFENAS

Prof. Antônio Gilberto Bertechini – UFLA

Prof. Raimundo Vicente Souza - UFLA

Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA

Prof. Elias Tadeu Fialho - UFLA

**Prof. Paulo Borges Rodrigues  
UFLA  
(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL**

A Deus, pela sua infinita bondade e misericórdia.

Aos meus pais “in memoriam,” Marcelino e Yolanda

Que, ao partirem, deixaram saudades, mas seus exemplos foram ensinamentos de humildade e dignidade e suas lembranças permanecem.

### **OFEREÇO**

A todos aqueles que se dedicam à ciência por amor e geram conhecimentos para o bem da vida.

Aos meus familiares, em especial aos meus irmãos, irmãs, sobrinhos e sobrinhas, cunhados e cunhadas, que foram meu apoio e me encorajaram nos momentos em que pensei em desistir.

### **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

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

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

Ao orientador Prof. Paulo Borges Rodrigues, pela valiosa orientação, ensinamentos, confiança, amizade e incentivo, que possibilitaram a realização deste trabalho.

Ao Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pela co-orientação e auxílio na realização das análises estatísticas.

Ao Prof. Antônio Gilberto Bertechini, pelas sugestões e ensinamentos, para a realização deste trabalho.

Aos professores Édison José Fassani (UNIFENAS), Elias Tadeu Fialho (UFLA), Raimundo Vicente de Souza (UFLA), pela colaboração e participação na banca examinadora.

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

À Roche Vitaminas do Brasil, pela doação da enzima fitase para a realização dos experimentos.

À Vaccinar, em nome do Zootecnista Paulo Guilherme Furtado pela doação de alguns aminoácidos .

Ao bolsista de iniciação científica, Carlos Ribeiro Pereira, pela responsabilidade e dedicação, que foram fundamentais durante a condução dos experimentos e das análises laboratoriais.

Aos funcionários do setor de avicultura, Luiz Carlos de Oliveira, Cláudio Borges de Oliveira, Geraldo Alves e José Onofre da Silva, pela amizade e colaboração durante a condução dos experimentos. Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Suelba Ferreira de Souza, Márcio S. Nogueira, Eliana Maria Santos e José Virgílio, pelo auxílio nas realizações das análises laboratoriais e pela amizade. Aos secretários Carlos Henrique de Souza, Pedro Adão Pereira e a Keila Cristina Oliveira, pela amizade, carinho e atenção com que sempre me receberam. A D. Isbela, Dona Lia, José Geraldo, Gilberto F. Alves e demais funcionários do Departamento de Zootecnia, pela amizade.

Aos colegas de pós-graduação, Neudi, Henrique e Adriano Kaneo, pela colaboração durante a montagem dos experimentos. Ao amigo Marcelo Gomes de Araújo, pelas horas de estudos, pelos momentos de alegre convívio e pelo auxílio na montagem dos experimentos. Aos amigos, que tive oportunidade de conviver durante o curso, especialmente Reinaldo, Jodnes, Silvio, Jocélio, Oiti, Paulo (Gaúcho), Hunaldo, Jerônimo, Delma, Inácio, Afrânio, Ednéia, Ivína, Kênia, Paula, Mônica, Adriano Geraldo, Joadil, Ana Luiza, Márcia Cristina e Kamilla.

Às amigas Ana Lúcia, Rosemeire e Ana Cristina, que mesmo distante sempre me incentivaram.

À amiga Luciana Reinaldo, pela ajuda no final do experimento.

Aos amigos de outrora que tive a felicidade de reencontrar, especialmente Ângela Maria Luz, Cléia Cândida de Andrade, Maria Eloisa Salustiano, Sebastião Pereira Lopes, Suelba Ferreira e Rilke Tadeu.

Enfim, agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

Ninguém consegue alcançar um objetivo sozinho.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

YOLANDA LOPES DA SILVA, filha de Marcelino Lopes da Silva e Yolanda Maria da Silva, nasceu em 11 de agosto de 1959, em Lavras, MG.

Graduou-se em Zootecnia, na antiga Escola Superior de Agricultura de Lavras, atualmente Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG em 1982.

Em 1984, iniciou-se o mestrado na Universidade Federal de Pelotas, concluindo em 1986.

Foi professora substituta no curso de Agronomia na Universidade Federal de Mato Grosso e professora nos cursos de Agronomia e Zootecnia da Universidade de Alfenas, MG.

Em março de 2001 iniciou o doutorado na Universidade Federal de Lavras, na área de concentração de Nutrição de Monogástricos, concluindo-o em 09 de junho de 2004.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>2</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Principais poluentes dos resíduos avícolas .....	4
2.1.1 Nitrogênio .....	4
2.1.2 Fósforo (P) .....	5
2.2 Manipulação nutricional da dieta .....	6
2.2.1 Redução do nível de proteína bruta da dieta e suplementação com aminoácidos sintéticos .....	6
2.2.1.1 Desempenho de frangos de corte alimentados com rações com níveis reduzidos de PB e suplementados com aminoácidos sintéticos .....	11
2.2.1.2 Efeito da redução da PB e suplementação da ração com aminoácidos sobre a excreção de nitrogênio por frangos de corte .....	14
2.2.1.3 Efeito de rações com PB reduzida suplementadas com aminoácidos sintéticos sobre as características de carcaça em frangos de corte .....	16
2.2.2 Adição de fitase na ração de aves .....	19
2.2.2.1 Efeito do fitato na disponibilidade dos nutrientes para aves .....	19
2.2.2.2 Origem e características da fitase .....	21
2.2.2.3 Efeito da adição de fitase no desempenho de frangos de corte .....	22
2.2.2.4 Efeito da fitase sobre a digestibilidade dos nutrientes .....	27
2.2.2.5 Efeito da fitase e suplementação de aminoácidos em dietas com níveis reduzidos de Pd e PB no desempenho e digestibilidade de nutrientes para aves .....	32
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO II - REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA E FÓSFORO EM RAÇÕES COM FITASE PARA FRANGOS DE CORTE, NA FASE DE 1 A 21 DIAS DE IDADE. I – DESEMPENHO E TEORES DE MINERAIS NA CAMA</b> .....	<b>46</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>47</b>

<b>ABSTRACT.....</b>	<b>49</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>54</b>
2.1 Local, período experimental, animais e instalações.....	54
2.2 Delineamento experimental .....	54
2.3 Rações e manejo experimentais .....	55
2.4 Variáveis analisadas.....	58
2.4.1 Desempenho.....	58
2.4.2 Teor de minerais na cama .....	58
2.5 Análises estatísticas .....	59
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>60</b>
3.1 Desempenho.....	60
3.2 Teores de minerais na cama.....	65
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>72</b>
<b>CAPÍTULO III - REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA E FÓSFORO EM RAÇÕES COM FITASE PARA FRANGOS DE CORTE, NA FASE DE 1 A 21 DIAS DE IDADE. II – VALORES ENERGÉTICOS E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES.....</b>	<b>76</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>77</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>79</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>81</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>83</b>
2.1 Local, período experimental, animais.....	83
2.2 Instalações e equipamentos.....	83
2.3 Delineamento experimental .....	83
2.4 Ensaio metabólico, rações experimentais e análises laboratoriais .....	84
2.5 Análise estatística .....	86
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>88</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>105</b>

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>106</b>
--	------------

<b>CAPÍTULO IV - REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA E FÓSFORO EM RAÇÕES COM FITASE PARA FRANGOS DE CORTE, NA FASE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE. I – DESEMPENHO, TEORES DE MINERAIS NA CAMA E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA .....</b>	<b>109</b>
---	------------

<b>RESUMO.....</b>	<b>110</b>
--------------------	------------

<b>ABSTRACT.....</b>	<b>112</b>
----------------------	------------

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>114</b>
--------------------------	------------

<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>118</b>
-----------------------------------	------------

2.1 Local, período experimental, animais e instalações.....	118
---	-----

2.2 Delineamento experimental .....	118
-------------------------------------	-----

2.3 Rações e manejo experimentais .....	119
---	-----

2.4 Variáveis analisadas.....	121
-------------------------------	-----

2.4.1 Desempenho.....	121
-----------------------	-----

2.4.2 Teor de minerais na cama .....	122
--------------------------------------	-----

2.4.3 Avaliação de carcaça .....	122
----------------------------------	-----

2.5 Análise estatística .....	123
-------------------------------	-----

<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>125</b>
--------------------------------------	------------

3.1 Desempenho.....	125
---------------------	-----

3.2 Teores de minerais na cama.....	129
-------------------------------------	-----

3.3 Características de carcaça .....	134
--------------------------------------	-----

<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>140</b>
--------------------------	------------

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>141</b>
--	------------

<b>CAPÍTULO V - REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA E FÓSFORO EM RAÇÕES COM FITASE PARA FRANGOS DE CORTE, NA FASE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE. II – VALORES ENERGÉTICOS E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES.....</b>	<b>145</b>
--	------------

<b>RESUMO.....</b>	<b>146</b>
--------------------	------------

<b>ABSTRACT.....</b>	<b>148</b>
----------------------	------------

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>150</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>153</b>
2.1 Local, período experimental e animais .....	153
2.2 Instalações e equipamentos.....	153
2.3 Delineamento experimental .....	154
2.4 Ensaio metabólico, rações experimentais e análises laboratoriais .....	154
2.5 Análise estatística .....	157
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>158</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>176</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>177</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>180</b>

## RESUMO

SILVA, Yolanda Lopes da. **Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes.** LAVRAS: UFLA, 2004. 210 p. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

Experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, para avaliar o efeito da redução dos níveis de proteína bruta (PB) e fósforo disponível (Pd) em rações com fitase para frangos de corte, sobre o desempenho, características de carcaça, excreção de poluentes, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos das rações. O delineamento experimental dos ensaios de desempenho foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 3 + 1, sendo três níveis de PB (15%, 17% e 19%) e três níveis de Pd (0,25%; 0,34% e 0,45%) no período de 1 a 21 dias (fase 1) e níveis de 14%, 16% e 18% de PB e de 0,20%; 0,30% e 0,40% de Pd de 22 a 42 dias de idade (fase 2) e ração controle com níveis nutricionais recomendados por pesquisadores brasileiros. Nas rações com níveis reduzidos de Pd foram adicionadas 500 FTU de fitase e reduziu-se em 17% o teor de Ca para a fase 1 e 20% para a fase 2. Avaliaram-se nos ensaios de crescimento o desempenho e os teores de nitrogênio (N), cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), cobre (Cu), zinco (Zn) na cama e características de carcaça. Nos ensaios de metabolismo foram determinados os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), consumo, excreção e coeficiente de retenção de N, P, Ca, K, Cu e Zn das rações. Para a fase inicial, os piores resultados de desempenho foram obtidos pelas aves alimentadas com as rações, contendo 15% de PB e 0,25% de Pd. Os níveis de PB e Pd da ração influenciaram significativamente ( $P < 0,05$ ) os teores de P, Ca, Zn, Cu e K na cama, mas não tiveram efeito significativo sobre os teores de nitrogênio. As rações com teores de PB de 15% e 17%, suplementadas com aminoácidos sintéticos, apresentaram valores de EMAn superiores ao da ração controle. Constatou-se que a redução dos teores de PB melhorou o CD da MS. Com relação ao consumo, excreção e coeficiente de retenção do P, N e Ca, constatou-se que houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as rações com níveis reduzidos de PB e Pd e ração

---

<sup>1</sup> **Comitê Orientador:** Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Orientador), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA, Antônio Gilberto Bertechini - UFLA, Elias Tadeu Fialho UFLA.

controle. O consumo de K das aves alimentadas com a ração controle foi superior ao das rações com teores de PB de 15% e 17% nos diferentes níveis de Pd e ração com 19% de PB e 0,45% de Pd sem fitase. Não houve diferença significativa para o coeficiente de retenção de K entre as rações. Verificou-se menor consumo de Cu para as aves que receberam as rações com PB e Pd reduzidos. A redução dos teores de PB e suplementação das rações com fitase reduziu a excreção e melhorou a retenção de Cu. Houve redução no consumo e excreção de Zn para as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos, independente da suplementação com fitase. Os coeficientes de retenção das rações com 0,45% de Pd sem fitase, em todos os níveis de PB, foram iguais ( $P>0,05$ ) ao da ração controle, que foi superior aos das demais rações. Para a fase de 22 a 42 dias de idade, os piores resultados de desempenho foram obtidos pelas aves alimentadas com ração contendo 14% de PB e 0,20% de Pd, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase. Os teores de P na cama foram menores para as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos. O teor de Ca na cama foi menor para aves que consumiram as rações com 16% de PB nos diferentes níveis de Pd do que para aquelas que consumiram a ração controle. Não constataram-se diferenças significativas entre as rações para os teores de N, Zn e Cu na cama. Não houve efeito dos níveis de PB e Pd da ração sobre o rendimento de carcaça e de cortes, mas houve efeito do nível de PB da ração sobre a porcentagem de gordura abdominal. As rações com níveis reduzidos de PB apresentaram valores mais elevados de EMAn. Observou-se melhora no CDMS para a ração com 14% de PB. O consumo e a excreção de P, Ca e N das rações com teores de PB reduzidos suplementadas ou não com fitase, foram menores do que o consumo da ração controle. O coeficiente de retenção do P e Ca da ração com 14% de PB e 0,20% de Pd + fitase foi superior ao da ração controle. A retenção de nitrogênio pelas aves que consumiram a ração com 14% de PB em todos os níveis de Pd foi superior à retenção da ração controle. Houve redução no consumo e excreção de K ( $P<0,05$ ) pelas aves que receberam as rações com PB e Pd reduzidos. As aves que consumiram as rações com 14% de PB nos diferentes níveis de Pd e a rações com 18% de PB nos níveis de Pd de 0,30% + fitase e 0,40% sem fitase apresentaram menor consumo de Cu do que aquelas que foram alimentadas com a ração controle. Não se observaram diferenças ( $P>0,05$ ) na excreção de Cu para as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos e aquelas que consumiram a ração controle. O coeficiente de retenção do Cu das rações com 14% de PB nos três níveis de Pd foi inferior ao da ração controle. O consumo de Zn das aves que receberam as rações com 18% de PB e 0,20% de Pd + fitase e ração com 16% de PB + 0,40% de Pd sem fitase foi igual ao da ração controle. A excreção de Zn das aves que receberam as rações com 14% de PB, independente da suplementação de fitase e rações com 0,30% de Pd e diferentes níveis de PB, foi menor do que a excreção daquelas que consumiram a ração controle. Não observou-se diferença

significativa ( $P < 0,05$ ) para o coeficiente de retenção do zinco entre as rações com PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase e a ração controle. Para a fase inicial, concluiu-se que os teores de proteína bruta das rações para frangos de corte podem ser reduzidos para 17% e 19% e o teor de fósforo disponível para 0,34%, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos e fitase. Nesses níveis de proteína bruta e de fósforo disponível ocorreu redução no impacto ambiental devido à redução nos teores de P, Ca, Cu e Zn na cama. A redução dos níveis de PB e Pd para 17% e 0,34%, respectivamente, em rações com fitase para frangos de corte na fase inicial, melhorou os valores de EMAn e digestibilidade da matéria seca. Assim, é possível reduzir a excreção de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco. O uso de aminoácidos sintéticos e fitase na ração de frangos de corte, na fase de 22 a 42 dias permitiu reduzir os níveis de proteína bruta, fósforo disponível e cálcio para 14,0%; 0,30% e 0,70%, sem afetar o desempenho das aves. O uso destes níveis nas rações, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase, reduziu, os teores de fósforo na cama em média, 33,92% e de zinco em 14,81%. A redução dos teores de proteína bruta e fósforo disponível melhorou os valores de energia metabolizável aparente corrigida, digestibilidade da matéria seca e reduziu a excreção de nitrogênio, fósforo e zinco, quando associada à suplementação com fitase.

## ABSTRACT

SILVA, Yolanda Lopes da. **Reduction of the protein and phosphorus levels in diets with phytase for broilers: performance, digestibility and excretion of nutrients.** LAVRAS: UFLA, 2004. 210 p. (Thesis – Doctorate in Animal Science). Universidade Federal de Lavras – MG.<sup>1</sup>

Experiments were conducted in the Poultry Farming Sector at the Animal Science Department of the Federal University of Lavras, to evaluate the effect of the reduction of the levels of crude protein (CP) and available phosphorus (AP) in broilers diets with phytase on the performance, carcass traits, pollutant excretion, nutrient digestibility and energetic values of the diets. The experimental design of the performance trials was in randomized blocks in 3 x 3 + 1 factorial scheme, they being three levels of CP (15%, 17% and 19%) and three levels of AP (0.25%; 0.34% and 0.45%) over the period of 1 to 21 days (phase 1) and levels of 14%, 16% and 18% of CP and of 0.20%; 0.30% and 0.40% of AP of 22 to 42 days old (phase 2) and control diet with nutritional levels recommended by Brazilian researchers. In the diets with reduced levels of AP were added 500 FTU of phytase and Ca content was reduced by 17% for phase 1 and 20% for phase 2. In the growth trials, performance and the contents of nitrogen (N), calcium (Ca), phosphorus (P), potassium (K), copper (Cu), zinc (Zn) in the litter and carcass traits were evaluated. In the metabolism trials, the values of apparent metabolizable energy corrected by nitrogen balance (EMAn) and the digestibility coefficients of dry matter (CDMS), feed intake, excretion and retention coefficient of N, P, Ca, K, Cu and Zn of the diets. For the initial phase, the worst performance results were obtained by the birds fed the diets, containing 15% of CP and 0.25% of AP. The levels of CP and AP of the diet influenced significantly ( $P < 0.05$ ) the contents of P, Ca, Zn, Cu and K in the litter, but they had no significant effect upon nitrogen contents. The diets with contents of CP of 15% and 17%, supplemented with synthetic amino acids, presented EMAn values superior to that of the control diet. It was found that reduced CP contents improved the DC of DM. Concerning intake, excretion and retention coefficient of P, N and Ca, it was observed that there were significant differences ( $P < 0.05$ ) among the diets with reduced levels of CP and AP and control diet. K intake of the broilers fed the control diet was superior to

---

<sup>1</sup> **Guidance Committee:** Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Adviser), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA, Antônio Gilberto Bertechini – UFLA, Elias Tadeu Fialho – UFLA.

that of the diets with CP contents of 15 and 17% at the different levels of AP and diet with 19% of CP and 0.45% of AP without phytase. There was no significant difference for K retention coefficient among the diets. Less Cu intake was verified for the broilers fed diets with reduced CP and AP. Reduction in the contents of CP and supplementation of diets with phytase reduced excretion and improved Cu retention. There was a reduction in intake and excretion of Zn for the broilers fed diets with reduced CP and AP, regardless of the phytase supplementation. The retention coefficients of the diets with 0.45% of aP without phytase, in all the levels of CP, were similar ( $P>0.05$ ) to the control diet, which was superior to those of the other diets. For the 22- 42 day old phase, the lower performance results were obtained by the broilers fed diet containing 14% of CP and 0.20% of AP, supplemented with synthetic aminoacids and phytase. P contents in the bedding were smaller for the birds which consumed the diets with reduced CP and AP. Ca content in the litter was smaller for the birds consuming the diets with 16% of CP in the different levels of AP than for those fed the control diet. No significant differences were found among the diets for the contents of N, Zn and Cu in the litter. There was no effect of the levels of CP and aP of the diet on carcass and cutting yield, but there was a effect of the level of CP of the diet on abdominal fat percentage. The diets with reduced levels of CP shown higher values of EMAn. Improvement in CDMS was observed for the diet with 14% of CP. The intake and excretion of P, Ca and N of the diets with reduced contents of CP supplemented or not with phytase, were smaller than those fed the control diet. The retention coefficient of P and Ca of the diet with 14% of CP and 0.20% of AP + phytase was superior to that of the control diet. N retention by the broilers fed diet with 14% of CP in all the levels of AP was higher than the retention of the control diet. There was reduction in intake and excretion of K ( $P<0.05$ ) by the broilers fed diets with reduced CP and AP. The broilers fed diets with 14% of CP at the different levels of AP and the diets with 18% of CP at the levels of AP 0.30% + phytase and 0.40% without phytase shown less intake of Cu than those fed the control diet. No significant differences were observed ( $P>0.05$ ) in the excretion of the control diets with reduced CP and AP and those consuming the control diet. Cu retention coefficient of the diets with 14% of CP at the three levels of AP was inferior to that of the control diet. Zn intake of the broilers fed diets with 18% of CP and 0.20% of AP + phytase and diet with 16% of CP + 0.40% of AP without phytase was equal to that of the control diet. The excretion of Zn of the broilers fed diets with 14% of CP, independent of phytase and diets with 0.30% of AP and different levels of CP, was smaller than those fed control diet. No significant difference ( $P<0.05$ ) was found for zinc retention coefficient among the diets with reduced CP and AP, supplemented with aminoacids and phytase and the control diet. For the initial phase ( 1 to 21 days old ), it was conclude that the contents of crude protein of broiler diets should be reduced to 17% and 19% and

the content of available phosphorus to 0.34%, since that diets be supplemented with aminoacids and phytase. At those levels of crude protein and available phosphorus shown reduction in the environmental impact due to the reduction in the contents of P, Ca, Cu and Zn in the litter. Reduction in the levels of CP and AP to 17% and 0.34%, respectively, in diets with phytase for broilers at the initial phase (1 to 21 days old) , also improved the EMAn values and dry matter digestibility. Thus, it is possible to reduce the excretion of nitrogen, phosphorus, copper and zinc. Use of synthetic aminoacids and phytase in the diet for 22 to 42 days old broilers, enabled to reduce the levels of crude protein, available phosphorus and calcium to 14.0%; 0.30% and 0.70%, without affecting the broilers performance. Use of those levels in the diets, supplemented with synthetic aminoacids and phytase, reduced the phosphorus contents in the litter, on average, 33.92% and zinc by 14.81%. Reduction in the contents of crude protein and available phosphorus improved the values of apparent metabolizable energy, dry matter digestibility and reduced the excretion of nitrogen, phosphorus and zinc, when associated with phytase supplementation.

## **CAPÍTULO I**

## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura mundial tem apresentado um extraordinário crescimento entre os três principais setores produtivos que integram o “complexo carnes”, desempenho que não deve surpreender, pois isso decorre das características genéticas próprias das aves. A velocidade de expansão da avicultura vem acompanhada da assimilação contínua de moderna tecnologia, colocando o Brasil no grupo dos maiores produtores e exportadores mundiais de carne de frango.

Os sistemas de exploração avícola ocorrem basicamente em confinamento total e em altas densidades, gerando assim um volume considerável de dejetos que podem contaminar o meio ambiente em decorrência dos níveis de nitrogênio, fósforo, zinco e cobre, que estão presentes nas excretas das aves. Com base na produção brasileira de carne de frangos em 2003, que foi de 7,9 milhões de toneladas, (Anuário Avícola, 2004) e na quantidade média de cama produzida por ave, de 2,12 kg (Ângelo et al. 1997) e, considerando um peso médio de abate das aves de aproximadamente 2,0 kg, pode-se estimar que, no ano de 2003, houve um acúmulo de cerca de 8 milhões de toneladas de cama de frango. Devido à grande produção de cama e às legislações ambientais cada vez mais rigorosas, o tratamento e o destino adequado dos dejetos avícolas têm sido motivo de preocupação para técnicos, produtores e pesquisadores, que buscam soluções para reduzir o impacto decorrente da liberação desses resíduos no meio ambiente.

Os principais destinos da cama eram o seu uso na alimentação animal e como fertilizante. Entretanto, o destino deste material como fonte de nutrientes em rações animais, mais especificamente bovinos, foi proibido em 2000, devido ao aparecimento da encefalopatia espongiforme bovina (doença da vaca louca).

Outra opção é o uso desse resíduo como fertilizante que, quando aplicado ao solo sem critérios agronômicos, resulta em excesso para suprir as exigências das plantas, tornando-se prejudicial para as plantas, qualidade da água, tanto para humanos quanto para a vida aquática.

Assim, é necessário utilizar práticas alternativas de manejo dos resíduos gerados na avicultura para que a indústria avícola cresça e se desenvolva dentro das condições de restrições legais existentes. Neste aspecto, tem sido considerada atualmente a modificação da dieta, visando reduzir a excreção de elementos poluentes por meio do fornecimento de dietas melhores balanceadas e do uso de aditivos em rações (enzimas por exemplo), com o intuito de melhorar a eficiência de utilização pelos animais dos nutrientes contidos nos ingredientes, evitando o impacto ambiental da excreção em excesso, principalmente de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco, além de outros elementos.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da redução dos níveis de proteína bruta (PB) e fósforo disponível (Pd) em rações com fitase para frangos de corte, sobre o desempenho, características de carcaça, excreção de poluentes, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos das rações.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Principais poluentes dos resíduos avícolas

#### 2.1.1 Nitrogênio

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes, tanto para as plantas quanto para os microrganismos. Enquanto o seu uso intensivo na agricultura moderna, na forma de fertilizantes, é extremamente necessário, uma série de impactos potencialmente sérios têm sido detectados na saúde humana, além de danos ao ecossistema e solos. Na saúde humana podem ser citados problemas como metemoglobinemia, câncer e envenenamento por nitrato. Como danos ao ecossistema e solos citam-se a contaminação dos lençóis freáticos, a eutrofização das águas superficiais, a chuva ácida, a diminuição da camada de ozônio e a mudança no clima global (Schaefer et al., 2000).

O problema do nitrogênio no solo é sua transformação em nitrato, que facilmente movimenta-se no solo e dissolve-se na água. O excesso de nitrogênio, de fósforo e de outros nutrientes, favorece o desenvolvimento desordenado de algas. A decomposição destas algas consome o oxigênio dissolvido na água e, ao crescimento das algas, juntamente com o consumo do oxigênio dissolvido, é dado o nome de eutrofização, que compromete o crescimento de espécies aquáticas, como peixes, crustáceos, etc. (segundo revisão de Penz Jr. et al., 1999).

De acordo com Gates (2000), nos galpões de criação, principalmente os de frangos de corte, a proteína não digerida na dieta é depositada na cama como resíduos e é quebrada pelas bactérias em nitrogênio amoniacal (amônia -  $\text{NH}_3$  e íon amônio  $\text{NH}_4$ ). Altos níveis de gás  $\text{NH}_3$  estão associados a elevado estresse respiratório, tanto das aves quanto dos funcionários no aviário. O controle do

nível de amônia nos galpões é feito principalmente por ventilação. No entanto, o nitrogênio depositado na cama segue os destinos que é dado a esta, podendo tornar-se um elemento poluente. A amônia não ionizada dissolvida na água pode ser tóxica para peixes, mesmo em baixas concentrações. Para a proteção da vida aquática, a agência americana de proteção ambiental estabelece um limite de 0,02 ppm de nitrogênio na forma de  $\text{NH}_3$  em águas (Seiffert, 2000).

### **2.1.2 Fósforo (P)**

O fósforo é essencial para todas as formas de vida na Terra, não apresentando efeitos tóxicos conhecidos. A principal preocupação associada ao fósforo no ambiente seria seu efeito na eutrofização de ecossistemas aquáticos (Schaefer et al., 2000).

Um problema que ocorre onde existe freqüente aplicação dos dejetos de aves como adubo é que a concentração no solo pode ultrapassar o nível máximo de fósforo (bem como do nitrogênio) necessário ao desenvolvimento de plantas. A capacidade de adsorção de fósforo pelas partículas do solo se torna saturada e o fósforo passa a ser lixiviado, alcançando o lençól freático. O fósforo é considerado como o componente de preocupação prioritária com relação ao seu potencial de eutrofização dos corpos de água superficiais. Considera-se que os níveis de fósforo em corpos de água superficiais não sejam superiores a 0,05 mg de P/litro para cursos de água e 0,10 mg de P/litro para lagos e reservatórios (Seiffert, 2000). Além dos efeitos adversos provenientes do fósforo, quando o esterco é aplicado em excesso, destaca-se ainda ocorrência de aumentos excessivos na concentração de cobre, zinco e outros elementos potencialmente tóxicos.

## **2.2 Manipulação nutricional da dieta**

### **2.2.1 Redução do nível de proteína bruta da dieta e suplementação com aminoácidos sintéticos**

Normalmente, as iniciativas que predominam para minimizar o problema de poluição por dejetos estão relacionadas com procedimentos de engenharia, que estabelecem maneiras para o seu armazenamento e utilização como fertilizante, produção de biogás ou a possibilidade do seu uso como alimento, principalmente para bovinos. Entretanto, estudos têm sido realizados por nutricionistas de aves com o objetivo de rever os conhecimentos de nutrição e de alimentação, no sentido de maximizar a utilização dos nutrientes pelos animais e, com isso reduzir o impacto ambiental causado pelas excreções.

Em geral, os animais são pouco eficientes em transformar os nutrientes a eles oferecidos em produtos finais (carne, leite, ovos, etc.). No caso das aves, estima-se que somente 35% a 45% do nitrogênio protéico consumido sejam transformados em produto animal, de acordo com revisão realizada por Penz Jr. et al., 1999). Segundo Alpízar (2000), deve-se enfatizar a redução do nitrogênio não protéico na dieta das aves, pois continuar utilizando proteína bruta só leva a incorporar excesso de nitrogênio, que finalmente será eliminado nas excretas em formas químicas, como aminas, nitratos e nitritos. Segundo Cauwenberghe & Burnham (2001), apenas 45% do nitrogênio ingerido pelas aves são retidos como proteína animal e os restantes 55% são excretados, contribuindo para aumentar a poluição ambiental.

A formulação de rações para aves, durante muitos anos, foi baseada no conceito de proteína bruta (quantidade de nitrogênio x 6,25), resultando em dietas com níveis de aminoácidos, na maioria das vezes, acima das exigências dos animais, levando a um aumento na excreção de nitrogênio. Atualmente, é

possível formular rações satisfazendo-se às necessidades específicas de aminoácidos essenciais, por meio do uso de aminoácidos sintéticos, o que tem sido uma prática rotineira nas formulações .

O interesse na suplementação com aminoácidos essenciais deve-se às vantagens de formular rações com o mínimo de proteína de origem vegetal ou animal que possa sustentar o desempenho desejado pelo nutricionista. Algumas dessas vantagens são a maximização do uso de aminoácidos para a síntese protéica e não como fonte de energia, diminuição da poluição ambiental, redução no custo de produção e redução da exigência do aminoácido limitante. Contudo, é difícil estabelecer as exigências para cada aminoácido essencial nas condições de campo, devido a fatores ambientais, sanitários, nutricionais e genéticos, que interferem na determinação do nível ótimo de cada aminoácido na ração.

Os aminoácidos entram em um grande complexo de reações metabólicas, e algum excesso ingerido é utilizado sem efeitos prejudiciais. Porém, há evidências de que, em desequilíbrio, os aminoácidos podem acelerar efeitos deletérios profundos em diversas classes de animais, efeitos estes que podem surgir do consumo e absorção de aminoácidos essenciais ou não essenciais, em quantidades e formas inadequadas àquela necessária para ótima utilização nos tecidos (D'Mello, 1994), o que leva ao aumento na excreção de nitrogênio. Como solução para essa situação surgiu o conceito de proteína ideal, que segundo Parsons & Baker (1994), pode ser definida como uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capaz de fornecer, sem excessos nem deficiências, as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para a manutenção e a produção das aves, minimizando a excreção de nitrogênio.

O conceito de proteína ideal não é recente. A fim de racionalizar as exigências de aminoácidos em uma forma que fosse facilmente aplicável pelo nutricionista e, ao mesmo tempo, superar o problema de deficiências indesejáveis de um único aminoácido, em 1978 Cole (citado por Cole, 1996) introduziu o conceito de proteína ideal. O referido autor usou o crescimento de suínos como exemplo, sendo aplicável a outras espécies e outras funções produtivas, como nas formulações para aves. As necessidades nutricionais de aminoácidos dependeriam das exigências de manutenção e produção. Como a manutenção requer apenas 1% a 3% do total, a maior diferença em exigências entre suínos em crescimento, a diferentes taxas e entre suínos de diferentes sexos, raças e pesos vivos, é a quantidade de proteína requerida por eles, de acordo com seus diferentes potenciais para a deposição de carne magra. A quantidade de aminoácidos essenciais requeridos para a deposição de 1 grama de carne magra deveria ser a mesma em cada caso. Assim, seria possível estabelecer um balanço ótimo de aminoácidos essenciais para crescimento o que, quando fornecido com suficiente nitrogênio para síntese dos aminoácidos não essenciais, constituiria a “proteína ideal” (Cole, 1996).

Para ser ideal, a proteína, ou combinação de proteínas, não deve possuir aminoácidos em excesso. Assim, uma proteína que contém um perfeito equilíbrio em aminoácidos, essenciais e não essenciais, será definida como proteína ideal e os níveis dos 20 aminoácidos devem estar presentes na dieta exatamente nos níveis exigidos para a manutenção e máxima deposição proteica (Lewis, 1991; Penz Jr., 1996).

A redução da proteína da dieta tem recebido considerável atenção na indústria de aves. A suplementação com aminoácidos sintéticos, principalmente metionina e lisina, tem sido comum, permitindo considerável redução no nível de proteína bruta das dietas. Em trabalho de Harms & Russel (1998a), que adicionaram metionina e lisina em rações de frangos de corte para reduzir o

custo, foi observado que o conteúdo de proteína pode ser reduzido quando estes aminoácidos são suplementados na dieta, compensando aquela proporção que seria fornecida pela proteína. Estes autores também observaram que o conteúdo dietético de energia aumenta com a adição dos aminoácidos sintéticos, sendo que uma menor quantidade de ração pode ser ingerida para atender às necessidades energéticas, reduzindo também o consumo diário de proteína e, conseqüentemente, a excreção de nitrogênio. Estes autores já haviam encontrado, anteriormente (Harms & Russel, 1998b), que uma máxima produção de ovos foi alcançada quando poedeiras foram alimentadas com dieta de baixo nível protéico e níveis adequados de aminoácidos limitantes (metionina, lisina, triptofano, treonina, arginina, isoleucina e valina), os quais foram suplementados na dieta.

No entanto, de acordo com revisão realizada por Penz Jr. (1996), a questão que permanece é o quanto se pode reduzir no nível dietético de proteína, sem prejudicar o desempenho dos animais, quando se consideram outros aminoácidos, além dos mencionados anteriormente, podendo-se incluir aqueles considerados dispensáveis na dieta (não essenciais) e que poderiam então passar a níveis marginais e tornarem-se limitantes. Esse mesmo autor cita ainda que a maioria dos trabalhos conduzidos para avaliar os efeitos da relação aminoácidos essenciais (AAE):aminoácidos não essenciais (AANE) sobre o desempenho animal foi realizada usando ratos. Porém, estudos realizados com pintos, alimentados com dietas à base de aminoácidos sintéticos, demonstraram que estes são mais sensíveis à relação AAE:AANE da dieta do que os ratos. Entretanto, segundo Bedford & Summers (1985), frangos de corte machos, alimentados com dietas com 14%, 18% e 22% de PB e com quatro concentrações de AAE (350,450,550 e 650 g/kg de PB) para cada nível protéico, demonstraram que a relação AAE:AANE teve um efeito quadrático no ganho de peso, na eficiência alimentar e no teor de proteína na carcaça e um efeito linear

negativo no teor de gordura das carcaças. Independente do nível de PB, a melhor relação AAE:AANE foi de 55:45. Tal colocação também foi feita por Heger et al. (1998), os quais afirmaram que muitos trabalhos foram conduzidos para estimar o perfil ideal de aminoácidos essenciais, reforçando que estes aminoácidos somente fornecem aproximadamente a metade do nitrogênio total ingerido pelos animais, sendo provavelmente necessário que uma proporção de fontes de aminoácidos não essenciais esteja presente para que se possa atingir máxima utilização de proteína e mínima excreção de nitrogênio, e que os aminoácidos não essenciais devem ser fornecidos como uma proporção particular da proteína dietética (proteína intacta) a fim de se obter ótima utilização da proteína. Estes autores concluem, em seu trabalho, que, quando as dietas são formuladas para atender às necessidades de aminoácidos essenciais, vários aminoácidos são fornecidos em excesso, devendo estar inclusos na fração dos não essenciais, o que causa uma redução no valor da relação aminoácidos essenciais:nitrogênio total. Scott et al. (1997), utilizando dietas com correto balanço de aminoácidos e com reduzida proteína, encontraram acentuada redução no nível de amônia do galpão com um efeito positivo no estado sanitário do lote.

Para aplicar o conceito de proteína ideal é necessário o conhecimento da digestibilidade dos aminoácidos contidos nos alimentos e já é realidade atualmente que os valores utilizados nas formulações devem ser expressos em termos de aminoácidos digestíveis e não mais em aminoácidos totais. Nesse contexto, Gates (2000) conduziu uma série de ensaios procurando reduzir o impacto ambiental das excreções de nitrogênio por frangos de corte, por meio da manipulação nutricional da dieta. O autor observou que o uso de dietas com níveis reduzidos de proteína bruta, suplementadas com aminoácidos essenciais e com base em aminoácidos digestíveis, permitiu reduzir a concentração do gás amônia na cama. Dessa forma, a aplicação do conceito de proteína ideal e

formulação, levando-se em consideração a digestibilidade dos aminoácidos em cada alimento da fórmula, permite reduzir o impacto ambiental da excreção de nitrogênio pelas aves, por meio de um melhor aproveitamento e assimilação deste para maximização da produção de proteína corporal.

#### **2.2.1.1 Desempenho de frangos de corte alimentados com rações com níveis reduzidos de PB e suplementados com aminoácidos sintéticos**

Com a produção em escala comercial de aminoácidos sintéticos, pesquisas têm sido realizadas para avaliar o efeito da redução dos níveis de PB das rações e suplementação com aminoácidos sintéticos no desempenho de frangos de corte. Pinchasov et al. (1990), constataram a influência da dieta com proteína reduzida (23%, 20% e 17%) suplementada com aminoácidos sintéticos no desempenho de aves na fase inicial e concluíram que o desempenho de frangos alimentados com dieta com PB reduzida e adequadamente suplementada com aminoácidos essenciais foi inferior ao de aves alimentadas com dieta alta em proteína, composta principalmente de proteína intacta. A diferença no desempenho não foi corrigida pela redução nas exigências de aminoácidos essenciais em proporção à redução da PB ou pela adição de nitrogênio de aminoácidos não essenciais para igualar o nível de proteína ao da dieta alta em PB. Resultados similares foram obtidos por Silva et al. (1997), que observaram que o nível de PB da ração influenciou significativamente a exigência de met + cis para frangos de corte nas fases de 1 a 21 dias e de 22 a 42 dias e a redução do nível de PB das rações piorou o desempenho dos frangos nas duas fases.

Blair et al. (1999) constataram piora do desempenho das aves, às 3 semanas de idade, quando a PB da dieta foi reduzida de 25% para 21%, independente dos níveis de aminoácidos essenciais terem sido mantidos em 100% ou 110% dos níveis utilizados nas rações comerciais. Esses autores

verificaram ainda que, apesar dos efeitos observados durante o período inicial, as aves parecem compensar o pior desempenho da fase inicial durante o período de crescimento, com efeitos das dietas menos acentuados no período de 3 a 6 semanas. Isso porque, para a fase de crescimento, foi constatado um efeito significativo da dieta no peso corporal, somente para as aves alimentadas com dieta com PB reduzida de 25% para 21% na fase inicial e 18% para a fase de crescimento e 90% de suplementação de aminoácidos durante as fases inicial e de crescimento. Entretanto, em outro experimento, os mesmos autores, avaliando o efeito de dietas com PB reduzida no desempenho de frangos de corte no período de 3 a 6 semanas de idade, constataram que o crescimento de frangos no período de 3 a 6 semanas não foi afetado pela redução da PB da dieta de 21% para 18%, independente de os níveis de lisina, metionina + cistina, treonina e triptofano terem sido de 110%, 100% ou 90% dos níveis desses aminoácidos utilizados pela indústria. Os resultados desses trabalhos mostraram que é comercialmente aceitável o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas com PB reduzida e suplementadas com aminoácidos sintéticos. Entretanto, segundo Braga & Baião (1999), é possível reduzir os níveis de PB das rações de frangos de corte para 20% na fase inicial (1 a 21 dias), 18% na fase de crescimento (22 a 39 dias) e 16% na fase de acabamento (40 a 44 dias), suplementando-as com lisina e metionina sem afetar o desempenho das aves.

Kerr & Kid (1999b) avaliaram o desempenho de frangos, no período de 28 a 45 dias de idade, alimentados com rações com PB reduzida e suplementadas com aminoácidos cristalinos, formuladas usando o conceito de aminoácido ideal e utilizando o perfil de aminoácidos digestíveis de Illinois. Os referidos autores constataram que as aves alimentadas com a dieta com 18,2% de PB tiveram desempenho similar àquelas alimentadas com a dieta controle (19,4% de PB), independente da suplementação de treonina. As aves alimentadas com a dieta com 16,7% de PB com suplementação de aminoácidos

essenciais apresentaram ganho de peso igual àquelas que consumiram a ração testemunha, embora tenham apresentado uma pior conversão alimentar. Entretanto, em outro trabalho, Kerr & Kid (1999a ) avaliaram o efeito da redução da PB da ração de crescimento e de retirada de frangos de corte em 2%, 4% e 6%, sem e com suplementação de ácido glutâmico e aminoácidos essenciais, verificando que a PB da ração pode ser reduzida em 2%, sem ser necessária a suplementação das rações com ácido glutâmico ou suplementação de aminoácidos essenciais + ácido glutâmico. Porém, maiores percentuais de redução da PB das rações pioraram o desempenho das aves, em relação à ração controle. Embora a suplementação de aminoácidos essenciais e ácido glutâmico nas rações com PB reduzida em 4% e 6% tenha melhorado o ganho de peso e a conversão alimentar, esse resultado de desempenho não foi igual ao da ração testemunha. Em outro experimento para avaliar o efeito da redução de PB da ração sobre o desempenho no período 42 a 52 dias de idade, os referidos autores verificaram que as aves alimentadas com a dieta com 15,9% de PB, com ou sem suplementação de treonina, tiveram desempenho similar ao das aves alimentadas com a dieta com 17,2% PB (controle positivo). A redução da PB para 14,7% reduziu o ganho de peso e a conversão alimentar, que não foram totalmente reestabelecidos pela suplementação de aminoácidos essenciais.

Lisboa et al. (1999), avaliaram o desempenho de três linhagens de frangos de corte alimentados com rações com diferentes níveis de PB (16,5%; 18,0%; 19,5% e 21,0%) e suplementadas apenas com metionina e lisina, no período de 22 a 42 dias de idade. Constataram que as aves que consumiram as rações com menores teores de PB apresentaram pior desempenho, entretanto, não foi considerada a correção para outro aminoácido limitante, treonina, que se mostrou deficiente nas rações com menores níveis protéicos. Assim, o pior desempenho das aves que consumiram as rações com menores teores de PB resultou do desbalanceamento de aminoácidos

Segundo Cauwenberghe & Burnham (2001), a redução da proteína da dieta para frangos de corte é possível. Entretanto, para manter o desempenho das aves, as rações devem ser balanceadas para suprir as exigências de lisina, metionina e treonina. Ainda assim, o teor de lisina não deve ser superior a 6% do teor de proteína nas rações para frangos de corte. Esses autores destacam ainda que é necessário um melhor conhecimento sobre as exigências dos aminoácidos secundários (valina, isoleucina, arginina e fenilalanina) e sobre os aminoácidos não essenciais. No entanto, trabalhos realizados com redução de PB e suplementação de aminoácidos essenciais em rações de frangos de corte têm mostrado diminuição no ganho de peso e piora na conversão alimentar (Waldroup, 2000; Sabino et al., 2000; Costa et al., 2001; Bregendahl et al., 2002).

#### **2.2.1.2 Efeito da redução da PB e suplementação da ração com aminoácidos sobre a excreção de nitrogênio por frangos de corte**

A excreção de nitrogênio originário da proteína da dieta é a principal responsável pela poluição ambiental nas criações intensivas de aves (Morse, 1995). Por esta razão, a redução do teor de proteína bruta e a suplementação da ração com aminoácidos sintéticos têm sido consideradas como o procedimento utilizado para controlar a quantidade de nitrogênio excretado pelas aves, tornando as rações mais eficientes, sendo uma maneira de diminuir o poder poluidor das excreções das aves e, segundo Cauwenberghe & Burnham (2001), uma das poucas técnicas preventivas disponíveis atualmente para minimizar a excreção de nitrogênio pelas aves.

Stringhini et al. (1999), ao avaliarem os efeitos de diferentes níveis de proteína nas rações inicial (20%, 22%, 24% e 26% PB), crescimento (18%, 20%, 22%, 24% PB) e final (17%, 19%, 21% e 23% PB) sobre o balanço de

nitrogênio para frangos de corte, constataram, que de forma geral, a retenção de nitrogênio em relação ao ingerido para frangos é superior para as rações com menor teor de PB.

Kerr & Kidd (1999 b) verificaram que a formulação de ração utilizando o conceito de aminoácidos ideal combinado com a suplementação de aminoácidos sintéticos reduziu a excreção de nitrogênio pelas aves e que a redução de 1,2% no teor de proteína bruta da dieta aumentou a eficiência de retenção de nitrogênio de 64%, nas aves alimentadas com a dieta com 19,4% de PB, para 75%, nas aves alimentadas com a dieta com 18,2% de PB não suplementada com treonina. Os resultados obtidos por esses autores mostraram também que a redução no teor de PB de 19,4% para 18,2%, suplementada ou não com treonina, diminuiu a excreção de nitrogênio de 1,3g/ave/dia para 0,95g/ave/dia, representando uma diminuição de 22,8% na excreção por unidade de redução de PB. Mas, a excreção de nitrogênio não diminuiu quando as aves foram alimentadas com a dieta com a PB reduzida em 2,7% mais suplementação de aminoácidos.

Resultados semelhantes, com relação à excreção de nitrogênio, foram obtidos por Blair et al. (1999). Avaliando o efeito de dietas com teores de PB variando de 21% e 18% suplementadas com lisina, metionina + cistina, treonina e triptofano nos níveis de 90%, 100% e 110% dos níveis utilizados pela indústria, para frangos de corte no período de 3 a 6 semanas sobre a excreção de nitrogênio, estes autores verificaram que a redução da PB da dieta de 21% para 18% resultou em mais de 20% de redução na excreção diária de nitrogênio e aves que consumiram a ração com 18% de PB + 110% de suplementação de aminoácidos apresentaram a maior redução na excreção de nitrogênio. Esses mesmos autores testaram vários programas alimentares e constataram que as aves que consumiram rações com teores de PB reduzidos na fase inicial de 25% para 21% PB e de crescimento de 21 para 18% PB, suplementadas com

aminoácidos metionina + cistina, lisina, treonina e triptofano, apresentaram uma redução na excreção de nitrogênio em torno de 27% em relação àquelas que consumiram as rações com os níveis utilizados pela indústria nas duas fases. Entretanto, Cauwenberghe & Burnham (2001) verificaram que é possível uma redução na excreção de nitrogênio de 10% a 15% em aves que consumiram rações com PB reduzida suplementadas com aminoácidos e que uma redução de 1% no teor de PB da dieta diminuiu a excreção de nitrogênio em 10%.

Também Bregendahl et al. (2002), em três experimentos com frangos de corte de 7 a 21 dias de idade, observaram redução na excreção de nitrogênio para as aves que consumiram rações com PB reduzida, comparadas com aquelas que consumiram rações controle com níveis nutricionais de acordo com NRC (1994), independente das modificações dietéticas realizadas nas rações com PB reduzida, como suplementação das rações com aminoácidos essenciais nos níveis recomendados pelo NRC (1994), suplementação das rações com aminoácidos essenciais e não essenciais e a suplementação das rações com vários níveis de aminoácidos essenciais acima das recomendações (15%, 30% e 45%).

### **2.2.1.3 Efeito de rações com PB reduzida suplementadas com aminoácidos sintéticos sobre as características de carcaça em frangos de corte**

Na moderna avicultura, é de fundamental importância que as rações sejam mais eficientes e de alta qualidade, que atendam adequadamente às exigências das aves para otimizar a produção de carne magra e atender ao aumento da demanda para frangos vendidos em cortes e ainda diminuir a excreção de poluentes, reduzindo a contaminação do ambiente provocada pelos resíduos avícolas. Neste contexto, pesquisas têm sido desenvolvidas para avaliar

o efeito da redução da proteína e suplementação das rações com aminoácidos sobre as características de carcaça de frangos.

Marks (1984), em um experimento com rações isocalóricas e com diferentes níveis de PB (17%, 22% e 26% de PB), verificou que, aumentando o nível de PB, diminuiu significativamente a porcentagem de gordura abdominal nas aves. Em uma série de estudos para testar rações formuladas com baixos níveis de proteína suplementadas com aminoácidos limitantes e com o objetivo de reduzir os excessos de aminoácidos essenciais, foram constatados aumentos significativos na deposição de gordura abdominal das aves (Fancher & Jensen, 1989a, 1989b, 1989c; Colnago et al., 1991; Han et al., 1992; Moran et al., 1992).

Dari (1996) avaliou o efeito da redução da PB da ração de frangos de 20% para 18,2% sobre a composição de carcaça de frangos e constatou que o rendimento de carcaça não foi influenciado pela redução do nível de PB das rações. Por outro lado, o nível de 18,2% de PB proporcionou menor rendimento de peito e maior porcentagem de gordura abdominal.

De acordo com os resultados obtidos por Blair et al. (1999), o conteúdo de gordura corporal às 6 semanas não foi afetado pelos níveis de PB e aminoácidos da dieta. Entretanto, esses mesmos autores constataram, em outro experimento, utilizando programa alimentar que, em geral, as aves que consumiram dietas com PB reduzida na fase inicial e de crescimento, suplementadas com aminoácidos, apresentaram carcaças com teores mais elevados de gordura. Porém, Lisboa et al. (1999) constataram que o aumento do nível de PB da ração proporcionou redução no rendimento de carcaça e gordura abdominal e aumento no rendimento de coxa.

Kerr & Kidd (1999a) avaliaram o efeito da redução da PB da dieta em 2%, 4% e 6%, com e sem suplementação de aminoácidos essenciais e ácido glutâmico, sobre as características de frangos de corte. Os autores constataram

que a redução da PB da dieta, sem ou com adição de ácido glutâmico e sem suplementação de aminoácidos essenciais, reduziu o rendimento de carcaça, aumentou a porcentagem de gordura abdominal e reduziu o rendimento de peito, enquanto que as aves que consumiram as rações com PB reduzida, suplementadas com aminoácidos essenciais e ácido glutâmico, tiveram rendimento de carcaça, porcentagem de gordura abdominal e rendimento de peito similares às aquelas alimentadas com a dieta controle, com 19% de PB.

Com relação à gordura corporal, Blair et al. (1999) verificaram aumento no teor de gordura corporal das aves que consumiram as rações com PB reduzida e suplementadas com aminoácidos essenciais em 110%, 100% ou 90% do nível utilizado pela indústria. Outro experimento foi realizado por Kerr & Kidd (1999b) com o objetivo de avaliar o efeito de dietas com PB reduzida, suplementadas com aminoácidos sintéticos, formuladas usando o conceito de aminoácido essencial para frangos de corte no período de 28 a 49 dias. Nesse caso constatou-se que uma pequena porcentagem de redução no teor de PB da dieta (19,4% para 18,2%) teve um pequeno efeito no rendimento de carcaça gorda ou magra, enquanto que maiores porcentagens de redução da PB da dieta (19,4% para 16,7%), sem suplementação de aminoácidos, demonstraram respostas inconsistentes. O rendimento de peito não foi afetado pelas maiores porcentagens de reduções no teor de PB, independente da suplementação de aminoácidos. Em experimentos realizados por Cauwenberghe & Burnham (2001), com frangos de corte alimentados com rações com PB reduzida suplementada com aminoácidos, não foi constatado efeito da redução da PB da ração no rendimento de peito.

Costa et al. (2001) verificaram que o rendimento de carcaça e o rendimento de filé de peito não foram influenciados pelos níveis de proteína da ração. Entretanto, em relação à porcentagem de gordura abdominal, as aves que receberam rações com teores mais elevados de proteína depositaram

significativamente menos gordura que aquelas que receberam ração com 17,50% de PB. Isso indica que, talvez, a redução severa no nível de proteína das dietas, mesmo sendo estas suplementadas com aminoácidos, não reconstituiu o balanço de aminoácidos das mesmas, levando, neste caso, ao catabolismo de aminoácidos e conseqüente deposição de gordura na carcaça.

## **2.2.2 Adição de fitase na ração de aves**

### **2.2.2.1 Efeito do fitato na disponibilidade dos nutrientes para aves**

O ácido fítico possui seis grupos fosfatos ligados a uma molécula com seis carbonos, com baixo peso molecular. A estrutura do ácido fítico, que ocorre naturalmente em muitas sementes, foi tópico de controvérsias. A estrutura proposta por Anderson (1914), citado por Sebastian et al. (1998), é agora geralmente aceita por causa de várias propriedades físico-químicas, interações e efeitos nutricionais, que podem ser melhor explicadas por esse modelo. Com base na estrutura de Anderson, o nome sistemático para o ácido fítico é mio-inositol-1,2,3,4,5,6-hexa (dihidrogênio fosfato). Em pH neutro, cada grupo fosfato apresenta um ou dois átomos de oxigênio carregados negativamente; conseqüentemente, vários cátions podem ser fortemente quelatados entre dois grupos fosfatos ou fracamente com um grupo fosfato.

O ácido fítico ou fitato é um complexo orgânico que ocorre naturalmente nas plantas, formando uma variedade de sais insolúveis com cátions di e trivalentes e, de acordo com Consuegro (1999), é uma das formas pelas quais a planta armazena nutrientes para seu uso durante a germinação.

As rações para aves são constituídas principalmente de alimentos de origem vegetal, que apresentam parte do teor de fósforo na forma de ácido fítico, que não é aproveitado pelas aves, pois essas não sintetizam a enzima fitase em

seu organismo. Assim, é necessário o fornecimento de grande quantidade de fontes inorgânicas de fósforo para suprir as exigências dos animais. Tal fato contribui para o elevado teor de fósforo eliminado nas excretas das aves.

Segundo Lima (1995), o aumento na disponibilidade de fósforo fítico resulta em redução da necessidade de suplementação do fósforo, que é o terceiro maior custo (depois da energia e proteína) nas dietas de frangos de corte. Apesar de, no Brasil, a excreção de fósforo ainda não ser problema ambiental, devido aos baixos níveis deste mineral encontrados nos solos brasileiros, várias pesquisas têm sido realizadas com a adição de enzima exógena (fitase) em ração de aves, a qual atua na catalase do ácido fítico, liberando o fósforo e outros nutrientes, tornando-os disponíveis ao metabolismo celular e, com isso, reduzindo o impacto ambiental provocado pela excreção deste nutriente.

Várias revisões têm relatado uma ação redutora do fitato sobre a atividade da pepsina, tripsina e alfa amilase, afetando a digestibilidade e disponibilidade da proteína, amido e, conseqüentemente, da energia (Bedford, 1996; Selle, 1997; Sebastian et al., 1998; Consuegro, 1999). Também em revisão, Penz Jr. (1998) relacionou um efeito negativo do ácido fítico sobre a digestibilidade de aminoácidos, disponibilidade do fósforo e um comprometimento na absorção de cálcio e outros microminerais (cobre e zinco, por exemplo), o que acarreta maior excreção destes nutrientes, afetando o ambiente.

Do ponto de vista nutricional, há necessidade do ajuste da dieta que satisfaça a necessidade do animal em fósforo e, no impacto ambiental, o fósforo não disponível para as aves é excretado nas fezes. Em vários países, a legislação tem forçado a indústria de rações a buscar alternativas que tornem o fósforo fítico mais disponível aos animais, levando ao uso da enzima fitase exógena suplementar, o que pode reduzir a suplementação com fósforo inorgânico,

reduzindo custo e melhorando a utilização do fósforo presente nos alimentos, além de reduzir o fósforo excretado, tendo menor impacto ambiental e melhorando o aproveitamento de outros nutrientes (Sebastian et al., 1998; Huff et al., 1998). Outra preocupação é concernente à possibilidade de um esgotamento das fontes de fósforo disponível, segundo revisão de Penz Jr. (1998).

Os efeitos do fitato sobre a digestibilidade dos vários nutrientes são explicados por Consuegro (1999), que destaca como efeitos negativos a presença de complexos fitato-proteínas nos alimentos de origem vegetal e formação destes complexos no trato gastrintestinal; formação de complexo fitato-enzimas proteolíticas, também no trato gastrintestinal; formação de complexos insolúveis de cálcio fitato e estes em combinações com ácidos graxos formam sabões insolúveis no lúmen intestinal, reduzindo também a digestibilidade dos lipídeos. Os complexos cálcio-fitato se unem diretamente ao amido e estes complexos inibem a ação da alfa-amilase, diminuindo a solubilidade e a digestibilidade do amido.

#### **2.2.2.2 Origem e características da fitase**

A fitase (myo-inositol hexafosfato fosfohidrolase) é uma enzima que hidrolisa o fitato em inositol e fosfato inorgânico. É conhecido que alguns ingredientes têm atividade de fitase endógena. As fitases estão presentes em muitos cereais, mas sua atividade varia grandemente entre eles (Bartnik & Szafranska, 1987, citados por Sebastian et al., 1998). Segundo Eeckhoout & De Paepe (1994), que analisaram a atividade de fitase em mais de 50 alimentos, somente o centeio, triticale, trigo e cevada são ricos em fitase, enquanto que o milho, aveia, sorgo e sementes de oleaginosas contêm pouca ou nada dessa enzima.

A fitase também pode ser produzida por microorganismos como fungos (*Saccharomyces cerevisiae*, linhagens do gênero *Aspergillus*, principalmente os fungos *Aspergillus niger* e *Aspergillus ficuum*) bactérias (*Pseudomonas* e *Bacillus subtilis*), levedura, e por alguns microorganismos do rúmen e do solo (Sebastian et al., 1998).

Nelson et al. (1968) foram os primeiros a adicionar fitase, produzida por uma cultura de *Aspergillus ficuum*, a uma ração líquida de soja para pintos de um dia de idade.

A produção comercial de fitase para uso como suplemento de enzima exógena em dietas é mais facilmente obtida usando cultura de microrganismo, principalmente fungos do gênero *Aspergillus* (Sebastian et al., 1998).

A fitase microbiana é muito mais potente e estável em uma faixa de pH muito maior do que a fitase que ocorre nas plantas, sendo a sua atividade expressa em unidades de fitase (U ou FTU). Segundo Engelen et al. (1994), uma unidade de fitase é definida como sendo a quantidade de enzima que libera 1µmol de ortofosfato inorgânico por minuto a partir de 5,1 µmol de fitato de sódio em pH 5,5 a 37°C. Sua atividade máxima, segundo Jongbloed et al. (1992), ocorre no estômago e na porção inicial do intestino delgado.

### **2.2.2.3 Efeito da adição de fitase no desempenho de frangos de corte**

As pesquisas com relação ao uso de fitase em nutrição animal intensificaram-se após o desenvolvimento da engenharia genética, que resultou em isolamento de microorganismos capazes de produzir grandes quantidades de fitase. Atualmente, a literatura com relação ao uso de fitase em rações de aves é vasta e tem mostrado efeito benéfico da suplementação de fitase em rações com níveis reduzidos de fósforo sobre o desempenho de frangos de corte.

Simons et al. (1990) adicionaram fitase em dietas de frangos de corte com baixos níveis de fósforo disponível e observaram que o desempenho das aves que consumiram rações com baixo fósforo e fitase foram comparáveis ou mesmo melhores do que os resultados obtidos na dieta controle.

Perney et al. (1993), utilizando níveis de 250 a 750 FTU/kg em rações contendo de 0,32% a 0,44% de fósforo disponível, em pintos de 4 a 10 dias idade, verificaram que as aves que consumiram a ração com 0,32% de fósforo disponível e 500 FTU de fitase/kg apresentaram desempenho similar ao obtido com aquelas que consumiram ração com 0,44% de fósforo disponível sem fitase.

Broz et al. (1994) utilizaram rações fareladas contendo 0,45% de fósforo total num primeiro experimento e 0,52% de fósforo total em um segundo experimento, suplementadas com 0, 125, 250 e 500 FTU de fitase/kg e observaram aumento linear no ganho de peso e consumo de ração, em ambos experimentos.

Munaro et al. (1996a), utilizando dietas à base de milho, farelo de soja e farelo de arroz, com níveis crescentes de fitase (500, 750 e 1000 FTU de fitase/kg) em substituição total ao fosfato bicálcico, observaram que a fitase agiu eficientemente sobre o fitato das fontes vegetais utilizadas, tornando o fósforo mais disponível aos animais. Como consequência, as aves apresentaram desempenho similar ao tratamento testemunha, com fosfato inorgânico somente. Também Sebastian et al. (1996) verificaram que a suplementação de fitase em dietas com baixo Pd aumentou o peso corporal das aves, que foi comparável ao daquelas que consumiram a dieta controle, mas não afetou a conversão alimentar.

Huff et al. (1998) adicionaram a fitase em dietas de frangos de corte, utilizando uma dieta controle com milho normal e uma dieta com milho de alto fósforo disponível. Concluíram que o uso da fitase permitiu reduzir o fósforo

total em, pelo menos, 11% na dieta e, quando é utilizado o milho com alto fósforo disponível, em até 25%, sem afetar o desempenho das aves.

Conte et al. (1999), utilizando rações com 10% e 15% de farelo de arroz integral, com 0,45% de fósforo disponível sem fitase ou 0,20% de fósforo disponível com 1250 FTU de fitase /kg, observaram que, independente do nível de farelo de arroz utilizado nas dietas com baixo fósforo disponível e fitase, as aves tiveram desempenho semelhante às aquelas alimentadas com dietas com 0,45% de fósforo disponível.

Ibrahim et al.(1999) avaliaram o efeito da substituição fosfato inorgânico por suplementação de fitase Natuphos® em dietas de frangos. Foram comparados quatro níveis de substituição do fosfato bicálcico (25%, 50%, 75% e 100%) do nível exigido para suprir 0,47% e 0,45% de fósforo disponível em dietas iniciais e de crescimento, baseadas em trigo, milho e farelo de soja. A fitase foi adicionada em 0%, 50%, 100% e 150% da dosagem recomendada (600 FTU/kg). Os resultados obtidos mostraram que o peso corporal médio foi menor para as aves alimentadas com a dieta com baixo fosfato bicálcico e nenhuma suplementação de fitase e que, sem suplementação de Natuphos®, o nível de fosfato bicálcico na dieta pode ser reduzido para o nível de 75% em relação ao controle, sem diminuir o peso corporal e eficiência alimentar, representando uma redução no fósforo total (Pt) de 0,72% para 0,64%. Uma redução no fósforo total de 0,56% foi possível com suplementação de 50% da dosagem recomendada de Natuphos®. Um aumento na dosagem de Natuphos® de 100% e 150% da dosagem recomendada não aumentou o valor de substituição de Natuphos® por fosfato bicálcico. O resultado sugere que um bom desempenho dos frangos pode ser obtido com nível mais baixo de fósforo na dieta do que o comumente utilizado pela indústria. Foi possível uma redução de 25% do fosfato bicálcico na dieta.

Os resultados obtidos por Namkung & Leeson (1999) mostraram que o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 15 dias de idade, alimentados com ração suplementada com fitase e níveis reduzidos de Ca (0,79%) e Pd (0,35%), foram comparáveis ao das aves alimentadas com a dieta controle que continha níveis normais de Ca (0,90%) e Pd (0,45%).

Pizzolante (2000), utilizando dois níveis de fósforo total (0,35% e 0,45%) e três níveis de fitase (500, 750 e 1000 FTU/kg), observou que os níveis de fitase não afetaram o desempenho das aves quando o nível de fósforo utilizado foi de 0,45%. Entretanto, houve efeito significativo dos níveis de fitase na dieta com 0,35% de fósforo disponível, mostrando o efeito da fitase em dietas com baixo fósforo disponível.

Ravindran et al. (2001) verificaram que a adição de lisina e 500 FTU de fitase/kg em rações para frangos de corte na fase de 7 a 28 dias de idade melhorou o desempenho dos frangos.

Yan et al. (2001) realizaram um experimento para determinar a exigência de Pd para frangos de corte, durante o período de 3 a 6 semanas de idade, usando uma ração típica de milho e farelo de soja, com e sem suplementação (800 FTU/kg) de fitase microbiana. Os níveis de Pd das dietas variaram de 0,10% a 0,45% com aumentos de 0,05%. O ganho de peso foi significativamente afetado pelo nível de Pd e pela suplementação de fitase. A conversão alimentar não foi afetada pelos níveis de Pd, mas foi significativamente melhorada pela suplementação de fitase. Utilizando a regressão não linear para estimar os níveis de Pd para o ótimo ganho de peso e conversão alimentar, na ausência de fitase, o nível de Pd para um ótimo ganho de peso foi estimado em 0,186% e para a conversão alimentar foi de 0,163%. Já que na presença de fitase, o nível de Pd para um ótimo ganho de peso foi estimado em 0,151% e para a conversão alimentar foi de 0,109%.

Zyla et al. (2001) examinaram a eficácia de enzimas fosforolíticas (fitase + ácido fosfatase) e um coquetel enzimático (fitase + ácido fosfatase + pectinase + ácido cítrico) em substituir o fosfato bicálcico em rações para frangos de corte alimentados com dietas à base de trigo e farelo de soja e níveis reduzidos de Pd e Ca. Os resultados obtidos mostraram claramente que a redução do teor de Pd e Ca e a substituição do fosfato bicálcico por enzimas com atividades fosforolíticas e enzimas que degradam a parede celular não afetaram o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias e de 1 a 43 dias de idade.

Camden et al. (2001) estudaram a influência de vários níveis de fitase microbiana (0, 250, 500 e 1000 U/kg de dieta) no desempenho de frangos de corte na fase inicial, recebendo dietas à base de milho e farelo de soja com níveis de Pd e Ca recomendados pelo NRC (1994) e níveis reduzidos de Ca (8,0g/kg de dieta) e Pd (3,0g/kg de dieta). A redução do nível de Pd da dieta afetou negativamente o desempenho das aves e a adição de 500 FTU de fitase/kg melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar.

Viveros et al. (2002) avaliaram a influência da adição de fitase na dieta com níveis reduzidos de fósforo disponível sobre o desempenho de frangos de corte e observaram que a redução do Pd da dieta causou um efeito negativo no desempenho dos frangos no período de 1 a 3 semanas, 3 a 6 semanas e no período total do experimento. O desempenho das aves que consumiram ração suplementada com fitase, com 0,35% de Pd (0 a 3 semanas) e 0,27% (3 a 6 semanas) de Pd, foram comparáveis com o daquelas aves alimentadas com a dieta controle, que continha níveis normais de Pd (0,45% e 0,37%, respectivamente). Esse efeito causado pela fitase pode ser parcialmente atribuído ao aumento da concentração de mio-inositol, ao produto final da desfosforilação do fitato e à liberação de minerais e elementos traços do complexo com ácido fítico.

Yan et al. (2003) determinaram as exigências de Pd de frangos de corte durante o período de 6 a 9 semanas de idade, usando dietas à base de milho e farelo de soja com e sem suplementação de fitase. Os autores verificaram que o níveis de Pd ou a suplementação de fitase não tiveram efeito significativo no ganho de peso, conversão alimentar e mortalidade, indicando que menor nível de Pd foi suficiente para manter o desempenho das aves nessa idade.

#### **2.2.2.4 Efeito da fitase sobre a digestibilidade dos nutrientes**

Vários trabalhos foram conduzidos nos últimos anos, testando o efeito da adição da fitase sobre a digestibilidade de nutrientes e aproveitamento do fósforo fítico. Sebastian et al. (1996) observaram que a suplementação de fitase microbiana em dieta com o teor de P reduzido aumentou a retenção de P, Ca, Cu e Zn. O aumento na retenção de Zn pode ser devido à maior disponibilidade de Zn do fitato e essa observação enfatiza a necessidade de reavaliar as exigências de Zn, quando a dieta de frangos é suplementada com fitase. Embora a suplementação de fitase tenha aumentado significativamente a retenção de Cu, comparada com a dieta com Pd reduzido sem fitase, falhou em atingir o nível de retenção de Cu da dieta com Pd normal. A possível explicação para esse resultado é que altas concentrações de Zn, devido à atividade da fitase, induzem a síntese intestinal de metalotioneína, proteína rica em cisteína que liga ao Zn e Cu e outros cátions divalentes. Além disso, o Cu é mais susceptível em ligar a metalotioneína do que o Zn e a metalotioneína parece ser um regulador negativo na absorção de Cu. O aumento na retenção de P e Ca, devido à suplementação de fitase em dietas com Pd reduzido, é porque a fitase libera Ca do complexo fitato Ca e, como a disponibilidade de fósforo aumenta, a disponibilidade de Ca também aumenta, pois ambos participam do mesmo complexo. A dieta baixa em Pd sem fitase reduziu a retenção de Ca, Cu e Zn, possivelmente devido ao fato

de que o alto conteúdo de Ca, em relação ao P na dieta com baixo P, aumenta o pH intestinal e reduz a fração solúvel dos minerais, conseqüentemente reduzindo sua disponibilidade e absorção.

Yi et al. (1996b), realizaram um experimento com o objetivo de verificar a influência da adição de fitase microbiana na utilização de zinco em frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e isolado de grãos de soja, com baixo teor de zinco e calcular os valores de equivalência de zinco e fitase. A adição de zinco e fitase em dieta basal, com baixo teor de zinco, aumentou o ganho de peso e o consumo de ração dos frangos. Entretanto, a eficiência alimentar não foi influenciada pela adição de zinco, mas melhorou devido à adição de fitase. A adição de fitase não influenciou o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, entretanto, melhorou a retenção do zinco, indicando que a fitase microbiana é efetiva em melhorar a utilização de zinco em frangos alimentados com dieta com baixo teor de zinco à base de milho e isolado de soja. Os resultados indicam que aproximadamente 0,9 mg de zinco foram liberados para cada 100 FTU de fitase, numa variação de 150 a 600 FTU de fitase.

López et al. (1997) relataram que a inclusão de fitase em rações para frango de corte contendo milho, farelo de soja e farelo de arroz desengordurado aumentou a biodisponibilidade do fósforo do ácido fítico. Resultados semelhantes foram obtidos por Teichmann et al. (1998) e Conte et al. (1999), os quais verificaram que adição de fitase em rações para frangos de corte contendo milho, farelo de soja e farelo de arroz integral aumentou a disponibilidade do fósforo proveniente do fitato das fontes vegetais utilizadas nas rações e houve uma redução de fósforo nas excretas.

Em revisão realizada por Sebastian et al. (1998), ficou demonstrado que a adição de fitase microbiana em dietas para aves à base de cereais melhora a

retenção de fósforo, cálcio, zinco e cobre, sob condições em que a suplementação de quantidades de fontes inorgânicas desses elementos foi subótima. Dessa maneira, a excreção de fósforo, cálcio, cobre e zinco e nitrogênio no ambiente pode ser reduzida quando as dietas forem suplementadas com fitase.

Ravindram et al. (1999) estudaram os efeitos da adição da fitase microbiana sobre a digestibilidade ileal aparente de aminoácidos em vários alimentos (cereais, farelos de oleaginosas e subprodutos de cereais) para frangos e observaram uma melhora na digestibilidade de todos aminoácidos quando a fitase foi adicionada às dietas experimentais com o alimento teste.

Ibrahim et al. (1999) avaliaram o efeito da fitase comercial em substituir o fósforo inorgânico em dietas de frangos na fase inicial e de crescimento, sobre a quantidade de fósforo excretado, fornecendo dietas contendo 25%, 50%, 75% e 100% de fosfato bicálcico, suplementadas com 0%, 50%, 100% e 150% da dosagem de fitase recomendada. Os autores concluíram que, com a suplementação de Natuphos®, foi possível reduzir o fosfato bicálcico em 50% em relação à dieta controle, representando uma redução de 0,56% no fósforo total. Os frangos que consumiram essa ração excretaram diariamente menos 30% de P do que aqueles que consumiram a dieta controle. A suplementação das dietas de frangos com fitase resultou em aumento na utilização do P orgânico presente nos alimentos de origem vegetal, mas a atividade da fitase parece ser afetada pelo nível de fósforo inorgânico da dieta. No presente estudo não houve efeito significativo do nível de fosfato bicálcico ou suplementação de Natuphos® na retenção aparente de matéria seca. A redução no nível de fosfato bicálcico nas dietas de frangos resultou em aumento na utilização de nitrogênio da dieta, resultando em redução no conteúdo de nitrogênio nas excretas. A utilização de nitrogênio, entretanto, não parece ser melhorada pela suplementação de fitase.

Mohanna & Nys (1999) constataram que a fitase microbiana e vegetal aumentou a biodisponibilidade de Zn e Mn quando ambos os minerais foram supridos no nível mínimo adequado para o desempenho de frangos de corte ou quando supridos em níveis menores, confirmando que a adição de fitase microbiana e, em menor extensão, a fitase vegetal, reduziu o efeito antagônico do fitato na biodisponibilidade de zinco. A adição de fitase microbiana permitiu diminuir o zinco da dieta. Essa redução, associada com um melhor ajustamento do Zn para suprir a exigência, pode contribuir para diminuir o risco de fitotoxicidade no solo devido ao excesso de Zn fornecido pelo esterco de aves e suínos em áreas de produção intensiva.

Namkung & Leeson (1999) investigaram o efeito da fitase nos valores de EMA e digestibilidade ileal de nitrogênio e aminoácidos em frangos alimentados com dietas com níveis reduzidos de Ca (0,79%) e Pd (0,45%) no período de 1 a 15 dias de idade. Constataram que a adição de fitase em dietas para aves com níveis reduzidos de Ca e Pd na fase inicial melhora os valores de EMAn e da digestibilidade de aminoácidos total, aminoácidos não essenciais e dos aminoácidos essenciais, valina e isoleucina.

Tejedor et al. (2000) constaram que a adição da enzima fitase melhorou a digestibilidade da proteína bruta e fósforo para pintos de corte no período de 10 a 24 dias de idade, recebendo dietas à base de milho e farelo de soja. Também Fireman et al. (2000) verificaram que a adição de fitase em rações para poedeiras contendo farelo de arroz desengordurado reduziu a excreção de fósforo, nitrogênio e cálcio, reduzindo assim o impacto ambiental dos resíduos avícolas.

Conte (2000) observou que a adição de fitase na ração com baixo nível de Pd para frangos de corte, 40% do nível recomendado por Rostagno et al. (1994), ou seja, 0,18% de Pd para a fase inicial e 0,16% na fase final, reduziu os

teores de P, Zn , Mn e Cu nas excretas e aumentou as taxas de absorção de P, Cu, Zn e Mn.

Ravindran et al. (2001) verificaram que aumentos nos níveis de suplementação de fitase em dieta para frangos de corte à base de trigo e sorgo e deficiente em lisina melhoraram a digestibilidade de nitrogênio e de todos os aminoácidos. O conteúdo de EMA da dieta não foi influenciado pelos níveis de lisina, mas aumentou com aumentos nos níveis de suplementação de fitase até 750 FTU de fitase/kg e diminuiu em adição posterior (efeito quadrático). A adição de 500 FTU de fitase/kg melhorou o valor de EMA em 2,3%.

Yan et al. (2001) realizaram um experimento para determinar a exigência de Pd para frangos de corte de crescimento rápido durante o período de 3 a 6 semanas de idade usando uma ração típica de milho e farelo de soja com e sem suplementação de fitase microbiana. O nível de Pd e suplementação de fitase influenciou o conteúdo fecal de P. Nos menores níveis de Pd, as aves alimentadas com fitase excretaram menos P do que as aves alimentadas com dietas sem fitase. Nos altos níveis de P, houve uma pequena diferença no P fecal entre as aves alimentadas com dietas com fitase ou sem fitase. Assim, a adição de fitase somente, sem uma redução proporcional no fósforo da dieta não melhorou a excreção de fósforo.

Camden et al. (2001) constataram que a adição de fitase na ração para frangos de corte à base de milho e farelo de soja, com níveis reduzidos de Pd e Ca, melhorou a retenção de nutrientes, reduzindo todos os nutrientes acumulados no esterco.

Segundo Zyla et al. (2001), a substituição de fosfato bicálcico por enzimas com atividades fosforolíticas e enzimas que degradam a parede celular em dietas de aves com concentrações apropriadas de cálcio e ácido cítrico pode resultar em diminuição na excreção de P.

Viveros et al. (2002) avaliaram a influência da suplementação de fitase na dieta sobre a utilização de Ca, P, Mg e Zn de frangos de corte, recebendo dietas com baixo teor de P. Os autores observaram que, comparada à dieta normal, as aves alimentadas com dietas com baixo Pd sem fitase tiveram diminuição na retenção de Ca, Mg e Zn, às 3 e 6 semanas de idade. A suplementação com fitase nas dietas com baixo Pd aumentou a retenção de Ca, P, Mg e Zn, em 3 e 6 semanas de idade.

#### **2.2.2.5 Efeito da fitase e suplementação de aminoácidos em dietas com níveis reduzidos de Pd e PB no desempenho e digestibilidade de nutrientes para aves**

O potencial poluente dos dejetos de aves e suínos pode ser reduzido mediante adoção de medidas que melhorem o aproveitamento dos nutrientes presentes nas rações pelos animais, como, por exemplo, a redução dos níveis de PB e Pd das dietas e a suplementação de aminoácidos sintéticos e fitase. Entretanto, pesquisas na nutrição de aves e suínos, envolvendo a avaliação do efeito combinado de rações com PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase, sobre o desempenho e excreção de poluentes, ainda são escassos.

Yi et al. (1996a) investigaram o efeito da adição de fitase microbiana em dietas à base de milho e farelo de soja para perus, com PB e Pd reduzidos, no desempenho e digestibilidade de nitrogênio, fósforo e cálcio. Os autores verificaram que a fitase melhorou o desempenho das aves que consumiram as rações com 0,45% de Pd, independente do nível de proteína, enquanto que o efeito da fitase sobre o desempenho das aves que consumiram rações com nível de Pd de 0,60% foi inconsistente. A adição de fitase na dieta com 0,45% de Pd aumentou a utilização aparente de matéria seca e a retenção de nitrogênio em

ambos os níveis de PB. A retenção de fósforo foi maior somente no nível de 22,5% de PB. A adição de fitase nas rações com 0,60% de Pd aumentou a utilização de matéria seca e retenção de nitrogênio somente para a ração com 22,5% de PB, no entanto, a retenção de P não foi afetada pela adição de fitase.

Ferguson et al. (1998) conduziram um experimento para determinar se dietas com teores de PB e P total reduzidos, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase, poderiam ser utilizadas para reduzir o teor de nitrogênio e fósforo na cama sem afetar o desempenho das aves nas fases inicial e de crescimento. Para a fase inicial, os autores observaram que a redução da PB reduziu o ganho de peso, mas não influenciou o consumo de alimento e eficiência alimentar e a redução do fósforo total não afetou o ganho de peso e consumo de alimento, mas melhorou a conversão alimentar. Para a fase de crescimento, foi constatada redução nos teores de N e P na cama para aquelas aves que consumiram rações com níveis de PB e fósforo total reduzidos. Os resultados sugerem que a manipulação da dieta parece ter méritos para reduzir os teores de N e P da cama, enquanto mantém um desempenho aceitável dos frangos.

Para suínos em crescimento, Ludke et al. (2000) mostraram que houve maior eficiência da fitase quando adicionada em dietas contendo nível de proteína marginal (16%), em comparação às dietas com 18% de PB, ao se avaliar o aproveitamento de energia pelos animais. Também Walz & Pallauf (2002), para suínos em crescimento e terminação, verificaram que a redução da PB e Pd, combinada com a suplementação de aminoácidos e fitase, resultou em redução na excreção de nitrogênio e aumentou a digestibilidade do fósforo, cálcio e zinco, oferecendo um substancial benefício em manter uma produção de suínos ambientalmente sustentável.

Jacobb et al. (2000) verificaram que a adição de apenas fitase ou combinação de fitase + pentosanase em dietas para frangos de corte, com nível reduzido de proteína bruta, diminuiu a excreção de nitrogênio e fósforo, mas não melhorou o desempenho. Entretanto, segundo Peter & Baker (2001) e Boling-Frankenbach et al. (2001), em experimentos realizados para determinar a taxa de eficiência protéica, utilizando frangos no período de 8 a 17 ou 20 dias de idade, mostraram que a fitase adicionada em nível elevado 1200 (FTU/kg) em rações com PB reduzida não aumentou a utilização de proteína das aves em crescimento, medida por meio da taxa de eficiência protéica, independente dos níveis de Ca e Pd das rações. Porém, em experimentos realizados com poedeiras, Keshavarz & Austic (2004) constataram que a excreção de P e N da dieta com níveis de PB e Pd reduzidos suplementadas com aminoácidos e fitase foi reduzida em 45% e 48%, sem comprometer o desempenho das poedeiras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPÍZAR, J. C. Manejo ambiental. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 2., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 2000. p. 85-97.

ANGELO, J. C.; GONZALES, E. G.; KONDA, N.; ANZAI, N. H.; CABRAL, M. M. Material de cama: qualidade e efeito sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 121-130, jan./fev. 1997.

AVICULTURA INDUSTRIAL. Anuário 2003, Dezembro 2003/Jan 2004. Nº 11.

BEDFORD, M. R.; The effects of enzymes on digestion. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 5, n. 4, p. 370-378, 1996.

BEDFORD, M. R.; SUMMERS, J. D. Influence of the ratio of essential and non essential amino acids on performance and carcass composition of the broiler chick. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 26, n.4, p. 483-491, Oct. 1985.

BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; WANG, P. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 1, p. 25-47, 1999.

BOLING-FRANKENBACH, S. D.; PETER, C. M.; DOUGLAS, M. W.; SNOW, J. L.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Efficacy of phytase for increasing protein efficiency ratio values of feed ingredients. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 11. p. 1578-1584, Nov. 2001.

BRAGA, J. P.; BAIÃO, N. C. Efeito da suplementação aminoacídica em dietas com baixo nível de proteína sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 1999 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APINCO, 1999. p. 47.

BREGENDAHL, K.; SELL, J. L.; ZIMMERMAN, D. R. Effect to low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1156-1167, Aug. 2002.

BROZ, J.; OLDADE, P.; PERRIN-VOLTZ, A. H.; RYCHEN, G.; SCHULZE, J.; SIMOES NUNES, C. Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. **British Poultry Science**, Champaign, v. 35, n. 2, p. 273-280, 1994.

CAMDEN, B. J.; MOREL, P. C. H.; THOMAS, D. V.; RAVINDRAN, V.; BEDFORD, M. R. Effectiveness of exogenous microbial phytase in improving the bioavailabilities of phosphorus and other nutrients in maize –soya-bean meal diets for broilers. **Animal Science**, Edinburgh, v. 73, n. 2, p. 289-297, Oct. 2001.

CAUWENBERGHE, S. V.; BURNHAM, D. New developments in amino acid protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: EUROPEAN SYMPOSIUM OF POULTRY NUTRITION, 13., 2001, Blankenberge, Belgium. Oct. 2001.

COLE, D. J. A. A terceira geração de proteínas: uma proteína ideal para cada espécie. Maximizando a performance enquanto minimiza a excreção de nitrogênio. In: RONDA LATINO AMERICANA E DO CARIBE DA ALLTECH, 6., 1996, **Anais...** 1996. p. 37-52.

COLNAGO, G. L.; PENZ Jr., A. M.; JENSEN, L. S. Effect of response of starting broilers chicks to incremental reduction in intact protein on performance during the grower phase. **Poultry Science**, Champaign, p. 153. Resumo, 1991. Supplement, 1.

CONSUEGRO, J. P. Uso de fitasa microbiana en dietas para avicultura. **Industria Avícola**, Illinois, v. 46, n. 5, p. 27-28, maio 1999.

CONTE, A. J. **Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementadas com fitase e xilanase**. 2000. 164 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; FIGUEIREDO, A. V.; SOUZA, B. B. Efeito da fitase na disponibilidade de fósforo e no desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz integral. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999.

COSTA, F. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; SANTANA, R. T. Níveis dietéticos de proteína bruta para pintos de corte Ross, no período de 1 a 21 dias de idade. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001.

D'MELLO, J. P. F. Amino acids imbalance, antagonisms and toxicities. In: D'MELLO, J. P. F. **Amino acids in farm animal nutrition**. Wallingford: CAB Internacional, 1994. p. 63-97.

DARI, R. L. **Uso de aminoácidos digestíveis e do conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

EECKHOUT, W.; DE PAEPE, M. Total phosphorus, phytate-phosphorus and phytase activity in plant feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterda, v. 47, p. 19-29, 1994.

ENGELN, A. J.; HEEFT, F. C. V. D.; RANDOSDORP, P. H. G.; SMITH, L. C. Simple and rapid determination of phytase activity. **Journal of AOAC International**, Gaithesburg, v. 77, n. 3, May/June 1994.

FANCHER, B. I.; JENSEN, L. S. Dietary protein level and essential amino acid content: influence upon female broiler performance during the grower period. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 7, p. 897-908, July 1989a.

FANCHER, B. I.; JENSEN, L. S. Influence on performance of 3 to 6 week old broilers of varying dietary protein contents with supplementation of essential amino acid requirements. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 1, p. 113-123, Jan. 1989b.

FANCHER, B. I.; JENSEN, L. S. Male broiler performance during the starting and grower periods as affected by dietary protein, essential amino acids and potassium levels. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 10, p. 1385-1395, Oct. 1989c.

FERGUSON, N. S.; GATES, R. S.; TARABA, J. L.; CANTOR, A. H.; PESCATORE, A. J.; STRAW, M. L.; FORD, M. J.; BURNHAMS, D. J. The effect of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 8, p. 1085-1093, Aug. 1998.

FIREMAN, A. K. B. A. T.; FIREMAN, F. A. T.; LÓPEZ, J. Nível de nitrogênio e cálcio nas fezes de poedeiras alimentadas com dietas contendo farelo de arroz desengordurado e fitase. In: REUNIÃO ANUAL DA SOC. BRAS. DE ZOOT, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p. 313.

GATES, R. S. Poultry diet manipulation to reduce output of pollutants to environment. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA. 2000, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia, SC: EMBRAPA, 2000. p. 62-74. 2000.

HAN, Y.; SUZUKY, H.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diets for chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 7, p. 1168-1178, July 1992.

HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B. Adding methionine and lysine to broiler diets to lower feed costs. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens v. 7, n. 2, p. 202-218, Summer Oct. 1998a.

HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B. Optimizing egg mass with amino acids supplementation of a low-protein diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 10, p. 1892-1896, Oct. 1998b.

HEGER, J.; MENGESHA, S.; VODEHNAL, D. Effect of essential:total nitrogen ratio on protein utilization in the growing pig. **British Journal of Nutrition**, Oxford, v. 80, n. 6, p. 537-544, Dec. 1998.

HUFF, W. E.; MOORE Jr., P. A.; WALDROUP, P. W.; BALOG, J. M.; HUFF, G. R.; RATH, N. C.; DANIEL, T. C.; RABOY, V. Effect of dietary phytase and high available phosphorus corn on broiler chicken performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 12, p. 1899-1904, Dec. 1998.

IBRAHIM, S.; JACOB, J. P.; BLAIR, R. Phytase supplementation to reduce phosphorus excretion of broilers. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, p. 414-425, Win. 1999.

JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; BLAIR, R.; HWAN, N.; PAIK, I. Using enzyme supplemented, reduced protein diets to decrease nitrogen and phosphorus excretion of broilers. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, Suweon, v. 13, n. 11, p. 1561-1567, Nov. 2000.

JONGBLOED, A. W.; MROZ, Z.; KEMME, P. A. The effect of supplementary *Aspergillus niger* phytase in diet for pigs on concentration and apparent digestibility of dry matter, total P, and phytic acid in different sections of the alimentary tract. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 4, p. 1159-1168, Apr. 1992.

KERR B. J.; KIDD, M. T. Amino acid supplementation of low – protein broiler diets: 1. Glutamic acid and indispensable amino acid supplementation. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 3, p. 298-309, Fall 1999a.

KERR B. J.; KIDD, M. T. Amino acid supplementation of low – protein broiler diets 2 . Formulation on an ideal amino acid basis. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 3, p. 310- 20, Fall 1999b.

KESHAVARZ, K.; AUSTIC, R. E. The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid- and phytase-supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 75-83, Jan. 2004.

LEWIS, A. J. Amino acids in swine nutrition. In: MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J. (Ed.). **Swine nutrition**. Butterworth-heinemann, 1991. p. 147-164.

LIMA, F. R. Quantidade e qualidade do fósforo na nutrição mineral. **Avicultura: ciências & tecnologia**, Campinas, n. 14, p. 20-25, 1995.

LISBOA, J. S.; SILVA, D. J.; SILVA, M. A.; SOARES, P. R.; GRAÇAS, A. S. Desempenho de três grupos genéticos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 555-559, maio/jun. 1999.

LÓPEZ, S. E.; LÓPEZ, J.; TEICHMANN, H. F. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo em dietas com farelo de arroz desengordurado para frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 1997. p. 51-53.

LÜDKE, M. C. M. M.; LÓPEZ, J.; BRUM, P. A. R.; LÜDKE, J. V. Influência da fitase na utilização de nutrientes em dietas compostas por milho e farelo de soja para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1402-1413, set./out. 2000.

MARKS, H. L. The roles of protein level and diet form in water consumption and abdominal fat pad deposition of broiler. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, p. 1617-1625, 1984.

MOHANNA, C.; NYS, Y. Changes in zinc and manganese availability in broiler chicks induced by vegetal and microbial phytases. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 77, n. 3/4, p. 241-253, Mar. 1999.

MORAN, E. T.; BUSHONG, Jr., R. D.; BILGILI, S. F. Reducing dietary crude protein for broilers while satisfying amino acid requirement by least-cost formulation: Live performance, litter composition and yield of fast-food carcass cuts at six weeks. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 1687-1694, Aug. 1992.

MORSE, D. Environmental considerations of livestock producers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 9, p. 2733-2740, Sept. 1995.

MUNARO, F. A.; LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S. E.; RÜTZ, F. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo em rações com farelo de arroz desengordurado para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 5, p. 932-943, set./out. 1996a.

MUNARO, F. A.; LÓPEZ, J.; TEIXEIRA, A. S.; RÜTZ, F Aumento da disponibilidade do fósforo fitico pela adição de fitase a rações para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 5, p. 921-931, set/out. 1996b.

NAMKUNG, H.; LEESON, S. Effect of phytase enzyme on dietary nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 9, p. 1317-1319, Sept. 1999.

NELSON, T. S.; FERRARA, L. W.; STORER, N. L. Phytate phosphorus content of feed ingredients derived from plants. **Poultry Science**, Champaign, v. 47, n. 4, p. 1372-1374, July 1968.

PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of non ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES. REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 1994, Maringá, PR. **Anais...** Maringa, 1994. p. 119-128.

PENZ Jr.; A. M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu, 1998. p. 165-178.

PENZ Jr.; A. M. Enzimas y preservadores en dietas de aves e cerdos. **Alimentos Balanceados para Animales**, Mt. Morris, v. 36, n. 6, p. p. 16-24, nov./dic. 1996.

PENZ JUNIOR, A. M.; MEINERZ, C. E. T.; MAGRO, N. Efeito da nutrição na quantidade e qualidade dos dejetos suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais dos Simpósios e Workshops...** Porto Alegre, 1999.

PERNEY, M.; CANTOR, A. H.; STRAW, M. L.; HERKELMANN, K. L. The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 11, p. 2106-2114, Nov. 1993.

PETER, C. M.; BAKER, D. H. Microbial phytase does not improve protein – amino acid utilization in soybean meal fed to young chickens. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 131, n. 6, p. 1792-1797, June 2001.

PINCHASOV, Y.; MENDONÇA, C. X.; JENSEN, L. S. Broiler chick response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 11, p. 1950-1955, Nov. 1990.

PIZZOLANTE, C. C. **Estabilidade da fitase e sua utilização na alimentação de frangos de corte**. 2000. 117 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W. L. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 5, p. 699-706, May 1999.

RAVINDRAN, V.; SELLE, P. H.; RAVINDRAN, G.; MOREL, P. C. H.; KIES, A. K.; BRYDEN, W. L. Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine – deficient diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p. 338-344, Mar. 2001.

SABINO, H. F.; SAKOMURA, N. K.; NEMER; FREITAS, E. R. Efeito do nível proteico da ração sobre o desempenho de frangos de corte na phase de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2000

SCHAEFER, C. E.; ALBUQUERQUE, M. A.; CHARMELO, L. L.; CAMPOS, J. C. F.; SIMAS, F. B. Elementos da paisagem e a gestão da qualidade ambiental. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 202, p. jan./fev. 2000.

SCOOT, T. A.; PAUL, J. W.; NEWBERRY, R. C.; BARTON, P. K. Benefícios de las dietas con amino acidos balanceados. **Avicultura Profesional**, Athens, v. 15, n. 2, p. 31-34, 1997.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. Implications of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, v. 54, n. 1, p. 27-47, Mar. 1998.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R.; LAGUE, P. C. Teh effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p. 729-736, June 1996.

SEIFFERT, N. F. Planejamento da atividade avícola visando a qualidade ambiental. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA. 2000, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia, SC. EMBRAPA, 2000. p. 1-20.

SELLE, P. H. The potential of microbial phytase for the sustainable production of pigs and poultry. In: KOREAN SOCIETY OF ANIMAL NUTRITION AND FEEDSTUFFS. SHORT COURSE ON FEED TECHNOLOGY, 7., 1997, Ansong, Korea. **Anais...** Ansong, Korea, 1997. p. 1-39.

SILVA, M. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; VARGAS Jr., J. G. Exigências nutricionais em metionina + cistina para pintos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 357-363, mar./abr. 1997a.

SILVA, M. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; VARGAS Jr., J. G. Níveis de metionina + cistina e de proteína bruta para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 350-356, mar./abr. 1997b.

SIMONS, P. C.; VERSTEEGH, H. A.; JONGBLOED, A. W.; KEMME, P. A.; SLUMP, P.; BOS, K. D.; WOLTERS, M. G.; BEUDEKER, R. F.; VERSCHOOR, G. P. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pig. **The British Journal of Nutrition**, New York, v. 64, n. 2, p. 525-540, Sept. 1990.

STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; ARIK, J.; FERNANDES, C. M.; FERNANDES, E. S.; MURAMATSU, K. Balanço de nitrogênio para frangos de corte recebendo diferentes níveis de proteína nas rações. In: CONFERÊNCIA APINCO 1999 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APINCO, 1999. p. 26.

TEICHMANN, H. F.; LOPEZ, S. E. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo em dietas com farelo de arroz integral para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 338-344, mar./abr. 1998.

TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; CARDOSO, C. C.; NEME, R.; QUIRINO, B. C.; CARVALHO, D. C. O. Efeito da adição da enzima fitase em dietas de frangos sobre o desempenho e digestibilidade ileal de nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 2000. p. 273.

VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 7, p. 1172-1183, July 2002.

WALDROUP, P. W. Nutritional approaches to minimizing nitrogen and phosphorus excretion in broilers. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2000, Campinas – SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 2000.

WALZ, O. P.; PALLAUF, J. Microbial phytase combined with amino acid supplementation reduces P and N excretion of growing and finishing pigs without loss of performance. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 37, n. 7, p. 835-848, Oct. 2002.

YAN, F.; KERSEY, J. H.; FRITTS, C. A.; WALDROUP, P. W. Phosphorus requirements of broiler chicks six to nine weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 2, p. 294-300, Feb. 2003.

YAN, F.; KERSEY, H.; WALDROUP, P. W. Phosphorus requirements of broiler chicks three to six weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 2, p. 455-459, Feb. 2001.

YI, Z.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Effect of microbial phytase on nitrogen and amino acid digestibility and nitrogen retention of turkey poult fed corn-soybean meal diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 8, p. 979-990, Aug. 1996a.

YI, Z.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Supplemental microbial phytase improves zinc utilization in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 4, p. 540-546, Apr. 1996b.

ZYLA, K.; KORELESKI, J.; SWIATKIEWICZ, S.; LEDOUX, D. R.;  
PIIRONEN, J. Influence of supplemental enzymes on the performance and  
phosphorus excretion of broilers fed wheat- based diets to 6 weeks of age.  
**Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 89, n. 1/2, p. 113-118,  
Jan. 2001.

## **CAPÍTULO II**

**REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA E FÓSFORO EM RAÇÕES  
COM FITASE PARA FRANGOS DE CORTE, NA FASE DE 1 A 21 DIAS  
DE IDADE. I – DESEMPENHO E TEORES DE MINERAIS NA CAMA**

## RESUMO

SILVA, Yolanda Lopes da. Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte, na fase de 1 a 21 dias de idade. I – Desempenho e teores de minerais na cama. In: \_\_\_\_\_ **Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes.** 2004. p.46-75. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho e o teor de minerais na cama de frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade, alimentados com rações contendo níveis reduzidos de proteína bruta (PB) e fósforo disponível (Pd) suplementadas com aminoácidos e fitase. O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura de Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se 1.500 pintos de corte machos de um dia de idade, da marca comercial Cobb, com peso inicial médio de 42,5 g, distribuídos em delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 3x3+1, com três níveis de PB (15%, 17% e 19%) e três níveis de Pd (0,25%; 0,34% e 0,45%) e uma ração controle com níveis nutricionais recomendados por pesquisadores brasileiros. Os tratamentos foram fornecidos a seis repetições de 25 aves cada. Nas rações com 0,25% e 0,34% de Pd foram adicionados 500 FTU de fitase e reduziu-se em 17% o teor de cálcio. O ganho de peso das aves que consumiram as rações com 15% de PB suplementadas com aminoácidos sintéticos nos diferentes níveis de Pd + fitase e ração com 17% de PB e 0,25% de Pd + fitase foi inferior ao daquelas alimentadas com a ração controle. O consumo das aves que receberam as rações com níveis inferiores de PB (15% e 17%) e Pd (0,25%)+ fitase foi menor que o das aves que consumiram a ração controle. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre as rações para a conversão alimentar. As aves que consumiram rações com 17% e 19% de PB, com o nível de 0,34% de Pd, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase, apresentaram desempenho semelhantes àquelas que consumiram a ração controle. Os níveis de PB e Pd da ração influenciaram significativamente ( $P<0,05$ ) os teores P, Ca, Zn, Cu e K na cama, mas não tiveram efeito significativo sobre os teores de nitrogênio ( $P>0,05$ ). Observou-se que, com exceção do nitrogênio, houve redução nos teores de todos os minerais

---

<sup>1</sup> **Comitê Orientador:** Paulo Borges Rodrigues - UFLA (Orientador), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA, Antônio Gilberto Bertechini - UFLA, Elias Tadeu Fialho - UFLA.

na cama, quando as aves foram alimentadas com a ração contendo 17% de PB e 0,34% de Pd, suplementada com aminoácidos sintéticos e fitase. Concluiu-se que os teores de PB e Pd das rações para frangos de corte na fase inicial podem ser reduzidos para 17% e 19% e de Pd para 0,34%, respectivamente, sem prejudicar o desempenho das aves, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos e fitase. Nesses níveis de PB e Pd ocorreu redução no impacto ambiental, devido à redução nos teores de P, Ca, Cu e Zn na cama.

## ABSTRACT

SILVA, Yolanda Lopes da. Reduction of the levels of protein and phosphorus in diets with phytase for broilers at the phase of 1 to 21 days of age. I – Performance and mineral contents in the litter. 2004. In: \_\_\_\_\_ **Reduction of the protein and phosphorus levels in diets with phytase for broilers: performance, digestibility and excretion of nutrients.** Lavras: UFLA, 2004. p.46-75.(Thesis - Doctorate).<sup>1</sup>

The experiment was conducted with the objective of evaluate the performance and the content of minerals in the broiler litter, over the phase of 1 to 21 days old, fed diets containing reduced levels of crude protein (CP) and available phosphorus (AP) supplemented with syntetic aminoacids and phytase. The experiment was conducted in the Poultry farming Sector of Animal Science of the Federal University of Lavras, by utilizing 1,500 male broiler chickens pintos of one day old, of the Cobb commercial line, with means initial weight of 42.5g, allotted in a randomized block design in 3x3+1factorial scheme, with three levels of CP (15%, 17% and 19%) and three levels of AP (0.25%; 0.34% and 0.45%) and a control diet with nutritional levels recommended by Brazilian requeriments table. The treatments were given to six replicates of 25 broilers each. In the diets with 0.25% and 0.34% of AP, 500 FTU of phytase were added and Ca content was reduced by 17%. Weight gain of the broilers which consumed diets with 15% of CP supplemented with synthetic aminoacids at the different levels of AP + phytase and diet with 17% of CP and 0.25% of AP + phytase was lower than those fed the control diet. The broilers feed intake fed diets with lower levels of CP (15% and 17%) and AP (0.25%) + phytase was lower than that of the broilers fed control diet. However, no significant differences were found ( $P>0.05$ ) among the diets for feed conversion. The broilers fed diets with 17% and 19% of CP, with the level of 0.34% of AP, supplemented with synthetic aminoacids and phytase, shown same performance of those fed the control diet. The levels of CP and AP of the diet influenced significantly ( $P<0.05$ ) the contents of P, Ca, Zn, Cu and K in the litter, but they had no significant effect upon nitrogen contents ( $P>0.05$ ). It was observed that, with exception of nitrogen, there was reduction in the contents of all minerals in the litter, when broilers fed the diets containing 17% of CP and 0.34% of AP,

---

<sup>1</sup> **Guidance Committee:** Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Adviser), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA, Antônio Gilberto Bertechini – UFLA, Elias Tadeu Fialho – UFLA.

supplemented with synthetic aminoacids and phytase. In conclusion the contents of CP and AP of broiler diets in the initial phase(1 to 21 days old) should be reduced to 17% and 19% and of AP to 0.34%, respectively, without harming the broilers performance, since the diets be supplemented with aminoacids and phytase. Also the reduction on CP and AP shown lower environmental impact, due to the reduction in the contents of P, Ca, Cu and in the litter.

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema de exploração avícola predominante é em confinamento total, com altas densidades, gerando um volume considerável de dejetos que contaminam o ambiente por meio da excreção excessiva de nitrogênio, fósforo e microminerais como zinco e cobre. O tratamento e o destino adequado desses dejetos têm sido preocupações para técnicos, produtores e pesquisadores, que buscam soluções para reduzir o impacto ambiental desses resíduos.

Normalmente, as iniciativas para minimizar o problema de poluição por dejetos de aves estão relacionadas com a sua utilização como fertilizante, para produção e uso na alimentação animal. Além disso, outro aspecto que tem sido considerado é com relação à modificação da dieta, visando reduzir a excreção de elementos poluentes, por meio do fornecimento de dietas melhor balanceadas e do uso de aditivos em rações (enzimas, por exemplo), com o intuito de melhorar a eficiência de utilização pelos animais dos nutrientes contidos nos alimentos, evitando o impacto ambiental da excreção em excesso, principalmente de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco, além de outros elementos.

Sabe-se que apenas 45% do nitrogênio consumido pelas aves são retidos como proteína animal. Assim, 55% do nitrogênio ingerido são excretados, contribuindo para aumentar a poluição ambiental (Cauwenberghe & Burnham, 2001). Além disso, a formulação de rações para aves, durante muitos anos, foi baseada no conceito de proteína bruta (quantidade de nitrogênio x 6,25) resultando em dietas com níveis de aminoácidos acima das exigências dos animais, levando a um aumento na excreção de nitrogênio. Atualmente, devido à produção industrial de aminoácidos, é possível diminuir a proteína das rações de frangos de corte, mantendo o mesmo desempenho formulando rações por meio do conceito de proteína ideal.

No entanto, pesquisas, realizadas com redução de proteína bruta e suplementação de aminoácidos essenciais em rações de frangos de corte têm mostrado diminuição no ganho de peso, piora na conversão alimentar e aumento na quantidade de gordura abdominal (Waldroup, 2000; Sabino et al., 2001; Costa et al., 2001). Porém, Rostagno et al. (2002a) concluíram que é possível reduzir a PB das rações de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade para 19%, desde que haja suplementação de aminoácidos e o balanço eletrolítico se encontre entre 173 e 223 meq/kg. Esses mesmos autores avaliaram o efeito do nível de PB e a retirada individual dos aminoácidos (arginina, glicina, ácido glutâmico, valina e isoleucina) sobre o desempenho produtivo de pintos de corte de 8 a 21 dias de idade. Constataram que a redução da PB para 18% piorou o desempenho e as rações contendo 19% de PB necessitam ser suplementadas com glicina para conferir desempenho semelhante ao da ração controle, com 22% de PB.

Por outro lado, as rações de aves são constituídas basicamente de alimentos de origem vegetal, que apresentam a maior parte do fósforo na forma de ácido fítico. Este fósforo não é aproveitado pelas aves, uma vez que estas não sintetizam a enzima fitase em seu aparelho digestivo, sendo então necessário adicionar uma quantidade elevada de fonte de fósforo inorgânico para suprir as exigências dos animais, conseqüentemente, resultando no aumento do teor de fósforo nas excretas das aves. Para evitar tal situação, pesquisas têm sido realizadas com a adição de fitase (Tejedor et al., 2000; Conte et al., 1999), em rações para frangos de corte e tem apresentado resultados favoráveis no aproveitamento do fósforo e na digestibilidade de nutrientes, como aminoácidos e proteína.

Jacobb et al. (2000), verificaram que a adição de apenas fitase ou combinação de fitase + pentosanase em dietas para frangos de corte, contendo

basicamente trigo e farelo de soja, com nível reduzido de proteína bruta, diminuiu a excreção de nitrogênio e fósforo, mas não melhorou o desempenho.

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar o efeito do fornecimento de rações contendo níveis reduzidos de proteína bruta (PB) e fósforo disponível (Pd), suplementadas com aminoácidos sintéticos e enzima fitase, sobre o desempenho e teores de minerais na cama de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local, período experimental, animais e instalações**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, no período de 05/02/2002 a 26/02/2002. Foram utilizados 1.500 pintos de corte machos, da marca comercial Cobb, de 1 dia de idade, com peso médio inicial de 42,5 g. As aves foram alojadas e distribuídas aleatoriamente em um galpão de alvenaria, dividido em box, com piso coberto com cama de maravalha. Cada box continha um comedouro tubular e um bebedouro pendular.

### **2.2 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, controlando-se a disposição dos boxes no galpão, com os tratamentos em esquema fatorial 3 x 3 + 1, sendo 3 níveis de fósforo disponível - Pd (0,25%; 0,34% e 0,45%) e 3 níveis de proteína bruta – PB (15%; 17% e 19%) e um tratamento adicional, constituído por uma ração controle, formulada de acordo com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2000), totalizando 10 tratamentos em 6 repetições de 25 aves cada. Os níveis de 0,25% e 0,34% representaram uma redução de 44,4% e 24,4% nos níveis de Pd e os níveis de 15%, 17% e 19% corresponderam redução de 30%, 20% e 11% nos teores de PB.

### 2.3 Rações e manejo experimentais

As rações foram à base de milho e farelo de soja e, com exceção do tratamento controle, as demais rações foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis, mantendo-se a relação ideal dos aminoácidos com a lisina. Nas rações com 0,25% e 0,34% de Pd, foram adicionados 500 FTU de fitase/kg (Ronozyme – 2500 FTU/g) e reduziu-se o teor de cálcio para 0,80%, pois, segundo Schoulten (2001), ao adicionar fitase em rações de frangos de corte, os teores de Ca podem ser reduzidos. Para os cálculos dos teores de proteína bruta e energia metabolizável das rações não foram considerados os valores protéico e energético dos aminoácidos. A ração e a água foram fornecidas à vontade e a luz durante as 24 horas diárias, entre luz natural e artificial. Diariamente foram anotadas as temperaturas máxima e mínima no galpão, cujos valores estão na Tabela 1B, do Anexo.

A composição dos ingredientes, das rações experimentais, suplementos minerais e vitamínicos encontra-se apresentada nas Tabelas 2.1 e 2.2.

**TABELA 2.1.** Composição química dos ingredientes utilizados nas rações experimentais

<b>Ingredientes</b>	<b>Matéria seca</b>	<b>Proteína bruta</b>	<b>Cálcio</b>	<b>Fósforo</b>
Milho <sup>1</sup>	88,93	8,54	0,02	0,21
Farelo de soja <sup>1</sup>	89,81	46,02	0,30	0,63
Fosfato bicálcico			22,04 <sup>1</sup>	18,87 <sup>2</sup>
Calcário			38,86 <sup>2</sup>	

1 – Laboratório de Pesquisa Animal- DZO/UFLA

2 – Laboratório de Fertilizantes e Corretivos / DQI /UFLA

**TABELA 2.2.** Composição percentual das rações experimentais

Ingredientes (kg)	Rações			
	Níveis de PB (%)			
	21,4	15	17	19
	Níveis de Pd (%)			
	0,45	0,25/0,34 /0,45	0,25/0,34/0,45	0,25/0,34/0,45
Milho	56,60	72,76	67,20	61,70
Farelo de soja	35,70	19,10	24,50	29,20
Óleo	3,23	1,31	2,05	2,76
Fosfato bicálcico	1,90	0,83/1,39/2,00	0,83/1,33/1,94	0,83/1,33/1,94
Calcário calcítico	1,04	1,38/1,07/1,12	1,38/1,07/1,12	1,33/1,04/1,09
L-Lisina	0,17	0,65	0,50	0,35
DL-metionina	0,23	0,37	0,33	0,28
L-valina	-	0,28	0,20	0,10
L-arginina	-	0,30	0,16	-
L-treonina	-	0,14	0,08	-
L-isoleucina	-	0,18	0,08	-
L- triptofano	-	0,02	-	-
L-fenilalanina	-	0,07	-	-
Sal	0,4	0,4	0,4	0,4
Minerais <sup>2</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1
Vitaminas	0,1	0,1	0,1	0,1
Colina	0,05	0,05	0,05	0,05
Cygro <sup>1</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Fitase	-	0,02/ 0,02/ -	0,02/ 0,02/ -	0,02/ 0,02/ -
Inerte	0,42	1,88/1,63/0,99	1,96/1,77/1,13	2,02/1,81/1,17
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

“...Continua...”

“TABELA 2.2 cont.”

Ingredientes	Composição calculada			
	PB (%)			
	21,4	15	17	19
	EM (kcal/kg)			
	3000	3000	3000	3000
Pd (%)	0,45	0,25/0,34/0,45	0,25/0,34/0,45	0,25/0,34/0,45
Ca (%)	0,96	0,80/0,80/0,96	0,80/0,80/0,96	0,80/0,80/0,96
Lisina	1,15	1,14	1,15	1,15
Metionina+cistina	0,81	0,82	0,83	0,81
Valina	0,87	0,89	0,89	0,88
Arginina	1,33	1,16	1,17	1,17
Treonina	0,72	0,64	0,65	0,64
Isoleucina	0,83	0,73	0,72	0,73
Triptofano	0,24	0,17	0,18	0,21
Fenilalanina	0,95	0,74	0,76	0,85

1 Princípio ativo maduramicina.

2 Fornecimento por kg de ração: 50 mg Zn; 20 mg Fe; 4 mg Cu; 0,2 mg Co; 75 mg Mn; 1,5 mg I.

3 Fornecimento por kg de ração: 6 mg vit. B2; 12.000 UI vit. A; 2.200 UI vit D3; 53 mg nicotinamida; 2,2 mg vit.B1; 3,3 mg vit. B6; 16 mcg vit. B12; 0,11mg biotina; 1,0 mg ácido fólico; 130 mg ácido pantotênico; 2,5 mg Vit. K3; 30 mg vit. E; 120 mg antioxidante

## **2.4 Variáveis analisadas**

### **2.4.1 Desempenho**

As variáveis de desempenho avaliadas foram o consumo de ração, o ganho de peso durante o período experimental e a conversão alimentar. O consumo de ração foi determinado pela diferença entre a ração fornecida durante o período experimental e as sobras no comedouro, em cada parcela experimental. O ganho de peso foi estimado pela diferença entre o peso final e peso inicial de cada parcela experimental. Calculou-se o ganho de peso médio por ave, no período de 1 a 21 dias de idade. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre consumo de ração e o ganho de peso por ave das unidades experimentais.

### **2.4.2 Teor de minerais na cama**

Para as análises dos teores de nitrogênio, cálcio, fósforo, potássio, zinco e cobre na cama, no final do período experimental, revirou-se a cama, utilizando um garfo e, em seguida, coletaram-se amostras em vários pontos do box. As amostras de cama foram secas em estufas de circulação de ar a 55°C até peso constante e, em seguida, foram moídas para serem realizadas as análises laboratoriais.

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal de Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. O teor de nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldhal. Os teores de fósforo, cálcio, potássio, zinco e cobre foram determinados após as amostras terem sido submetidas a uma digestão nitroperclórica, obtendo-se substratos para a determinação dos minerais. Os teores de cálcio, zinco e cobre foram

determinados por absorção atômica; para o teor de K utilizou-se um fotômetro de chama e a determinação do fósforo foi realizada pela técnica de colorimetria, segundo metodologia descrita por Massahud (1997).

## **2.5 Análises estatísticas**

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote computacional, Sistema para Análises Estatísticas, SAEG (UFV, 1993). Realizou-se uma análise de variância global, com todos os tratamentos, com objetivo de obter o quadrado médio do resíduo para testar o fatorial e para realizar o teste de Dunnet a 5%, comparando-se o tratamento controle com cada um dos demais tratamentos. Para a comparação dos tratamentos no esquema fatorial, utilizou-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade. Como algumas rações foram suplementadas com a enzima fitase e outras não, entendeu-se que os tratamentos ficaram constituídos de combinação nutricional, tornando-se qualitativos, não sendo, portanto, de interesse para os objetivos do presente trabalho, uma aplicação da regressão polinomial.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Desempenho

Os resultados de desempenho das aves, no período de 1 a 21 dias de idade, encontram-se na Tabela 2.3.

**TABELA 2.3.** Desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, recebendo rações com níveis reduzidos de proteína bruta e fósforo disponível, suplementadas com fitase e aminoácidos

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,25+fitase	0,34+fitase	0,45s/fitase	
Consumo de ração (g)	15	945 *	1.013	1.028	996 b
	17	1.000 *	1.105	1.147	1.084 a
	19	1.070	1.163	1.092	1.108 a
	<b>Média</b>	<b>1005 B</b>	<b>1094 A</b>	<b>1089 A</b>	
	<b>Controle</b>			<b>1110</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>5,25</b>		
Ganho de peso (g)	<b>Níveis PB (%)</b>				
	15	594 *	648 *	649 *	630 c
	17	638 *	724	720	694 b
	19	702	764	736	734 a
	<b>Média</b>	<b>644 B</b>	<b>712 A</b>	<b>702 A</b>	
	<b>Controle</b>			<b>741</b>	
<b>CV (%)</b>			<b>5,06</b>		
Conversão alimentar (kg/kg)	<b>Níveis PB (%)</b>				
	15	1,59	1,56	1,58	1,58 b
	17	1,57	1,53	1,59	1,56 b
	19	1,52	1,52	1,48	1,51 a
	<b>Média</b>	<b>1,56</b>	<b>1,54</b>	<b>1,55</b>	
	<b>Controle</b>			<b>1,53</b>	
<b>CV (%)</b>			<b>4,26</b>		

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na coluna e maiúsculas na linha) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Na comparação das médias dos tratamentos fatoriais com o tratamento controle observou-se que o consumo de ração e o ganho de peso foram significativamente ( $P < 0,05$ ) influenciados pelos diferentes teores de PB e Pd. As aves que consumiram as rações com 15% de PB, suplementadas com aminoácidos, independente do nível de Pd e suplementação de fitase, e aquelas que consumiram a ração com 17% de PB e 0,25% de Pd + fitase apresentaram ganho de peso inferior ao daquelas que foram alimentadas com a ração controle. O consumo das aves que receberam rações com 15% e 17% de PB e 0,25% de Pd + fitase foi menor quando comparado ao consumo de ração controle. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre as rações para a conversão alimentar. Observa-se, ainda, que as aves que consumiram rações com 17% e 19% de PB, com o nível de 0,34% de fósforo disponível, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase, apresentaram ganho de peso semelhante àquelas que consumiram a ração controle.

Os resultados do presente trabalho diferiram daqueles obtidos por Yi et al. (1996), que investigaram o efeito da adição de fitase em dietas à base de milho e farelo de soja, com PB e Pd reduzidos, no desempenho de perus. Estes autores constataram que a fitase foi eficiente em melhorar o desempenho das aves que consumiram as rações com 0,45% de Pd, independente do nível de proteína. Por outro lado, esses resultados são semelhantes àqueles obtidos por Fergusson et al. (1998), os quais verificaram, para a fase inicial, que a redução da PB de 22% para 20% diminuiu o ganho de peso, mas não influenciou o consumo de ração e eficiência alimentar. Por outro lado, a redução do teor de fosforo total de 6,8 g/kg para 5,7 g/kg não afetou o ganho de peso e consumo de alimento, mas melhorou a conversão alimentar. Jacobb et al. (2000) verificaram que a adição de fitase ou combinação de fitase + pentosanase em dietas com nível reduzido de PB não melhorou o desempenho de frangos de corte.

O ganho de peso inferior das aves que consumiram as rações com nível reduzido de PB (15%) pode ser devido à necessidade de adicionar maior quantidade de aminoácidos sintéticos nessas rações, para atender às exigências em aminoácidos essenciais. Isso pode ter resultado em diferenças nas taxas de absorção pois, segundo Pinchasov et al. (1990), é possível que diferentes taxas de absorção de aminoácidos e peptídeos resultem num “pool” subótimo de aminoácidos nos sítios específicos de síntese protéica insuficiente para sustentar alta taxa de crescimento. Além disso, o menor ganho de peso das aves pode ser atribuído ao fato de que, possivelmente, a liberação de fósforo pela fitase não foi suficiente para atender às exigências de fósforo para esta fase.

Na comparação das médias dos tratamentos no esquema fatorial, os resultados mostraram que não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de Pd e PB para nenhuma das características de desempenho (Tabela 2.3). Entretanto, observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) do nível de PB das rações para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, enquanto os níveis de Pd influenciaram significativamente ( $P < 0,05$ ) o consumo de ração e o ganho de peso.

A redução da PB da ração para 15% afetou negativamente todas as características de desempenho, enquanto que a redução para 17% de PB influenciou negativamente o ganho de peso e a conversão alimentar. Esses resultados são similares aos obtidos por Pinchasov et al. (1990), Silva et al. (1997a) e Blair et al. (1999), que constataram piores resultados de desempenho para as aves que consumiram rações com PB reduzida e adequadamente suplementadas com aminoácidos essenciais. Vale ressaltar que, no presente trabalho, a combinação do nível de 15% de PB nos diferentes níveis de Pd e a combinação de 17% de PB + 0,25% de Pd associadas à suplementação com aminoácidos sintéticos e fitase, podem ter influenciado os resultados, pois, nestas combinações nutritivas ocorreram os piores resultados de desempenho.

A redução no consumo, verificada pelas aves alimentadas com a ração com 15% de PB, não está de acordo com os resultados de Baker (1993), citado por Silva et al. (1997b), que afirma ocorrer, geralmente, aumento no consumo quando há diminuição no teor de PB da ração, na tentativa de o animal atender às suas necessidades em proteína e ou aminoácidos.

Edmonds et al. (1985) e Pinchasov et al. (1990) relataram não ser totalmente esclarecido o porquê de as aves não apresentarem desempenho satisfatório, quando recebem rações contendo baixo nível de PB e atenderem às exigências nutricionais mínimas em aminoácidos essenciais. Entretanto, parece evidente a necessidade de se fornecer aminoácidos essenciais suficientes na forma de proteína intacta, em vez de quantidades razoáveis de aminoácidos sintéticos. Segundo Waldroup (2000), a falta de obtenção de um ótimo desempenho pelas aves que consomem dietas com níveis de PB reduzidos tem sido atribuída a vários fatores, incluindo: níveis de potássio reduzido e ou balanço iônico alterado, devido à redução na quantidade de farelo de soja nessas dietas, pois o farelo de soja constitui a principal fonte de potássio nas rações; falta de pool suficiente de nitrogênio para realizar a síntese de aminoácidos não essenciais; desbalanço entre certos aminoácidos como arginina:lisina ou aminoácidos de cadeia ramificada e, possivelmente, níveis tóxicos de certos aminoácidos. E, ainda, a relação inadequada de triptofano e outros aminoácidos neutros (como: isoleucina, valina, leucina, fenilalanina e tirosina), que podem inibir a ingestão de alimentos pelos animais que são alimentados com dietas com PB reduzida, pois o triptofano é precursor de serotonina, um neurotransmissor altamente envolvido com a regulação do consumo de alimentos.

Também a relação EM/PB pode ter influenciado o menor consumo de ração e, conseqüentemente, o menor ganho de peso das aves que foram alimentadas com a ração com 15% de PB, pois as aves consomem para suprir suas necessidades energéticas, sendo o conteúdo energético das rações um dos

principais fatores que controlam o consumo voluntário de alimentos. Segundo Hegedüs (1996), o balanço entre proteína e energia é essencial para minimizar o uso de proteína para o catabolismo de energia do corpo.

Rostagno et al. (2002b) observaram que a redução da PB da ração para 18% piorou o desempenho das aves e, em rações com 19% de PB, é necessário a suplementação com glicina para conferir desempenho semelhante à ração controle.

No entanto, no presente experimento, os melhores resultados de desempenho foram obtidos com a ração com 19% de PB, que apresentou balanço eletrolítico de 188,26 meq/kg, calculado pela diferença entre cátions e ânions. Esse resultado foi similar ao de Rostagno et al. (2002a), que concluíram que é possível reduzir a PB das rações de frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade para 19%, desde que haja suplementação de aminoácidos e o balanço eletrolítico esteja entre 173 e 223 meq/kg.

Para os níveis de Pd, observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos teores de fósforo na ração sobre o consumo e ganho de peso das aves, mas não houve efeito ( $P > 0,05$ ) para a conversão alimentar. As aves que foram alimentadas com a ração com 0,25% de Pd + fitase apresentaram menor consumo de ração e, conseqüentemente, apresentaram menor ganho de peso do que aquelas que consumiram a ração com 0,34% de Pd + fitase e 0,45% de Pd sem fitase, sugerindo que com a suplementação de fitase é possível reduzir o teor de Pd da ração para 0,34% de Pd. Esses resultados foram similares aos de Munaro et al. (1996) e Sebastian et al. (1996), que constataram que aves alimentadas com rações contendo níveis reduzidos de Pd (0,33%) + fitase apresentaram peso corporal comparável ao obtido pelas aves que consumiram a dieta controle, mas a redução do nível de Pd da ração e suplementação de fitase não afetou a conversão alimentar.

Os resultados obtidos por Viveros et al. (2002) também mostraram que o desempenho das aves que consumiram ração com Pd reduzido (0,35%), suplementada com fitase, foi semelhante ao das aves alimentadas com a dieta controle, que continha níveis normais de Pd (0,45%). Esse efeito causado pela fitase pode ser atribuído à hidrólise do ácido fítico pela fitase, liberando fósforo e outros minerais que podem estar complexados com o ácido fítico, tornando esses minerais disponíveis para o metabolismo das aves.

### **3.2 Teores de minerais na cama**

Comparando-se as médias dos tratamentos fatoriais e o controle, os resultados mostraram efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) dos níveis de PB e Pd para os teores de Zn, Ca e K na cama, não sendo, entretanto, observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para o teor de nitrogênio (Tabela 2.4).

Observa-se que, com exceção do nitrogênio, houve redução nos teores de Zn, Ca e K, avaliados na cama quando as aves foram alimentadas com a ração contendo 17% de PB e 0,34% de Pd, suplementada com a enzima fitase e aminoácidos sintéticos, quando comparada com a ração controle. Resultados semelhantes foram obtidos quando as aves receberam a ração com 15% de PB e 0,34% de Pd, contendo a suplementação de fitase e aminoácidos sintéticos. No entanto, vale ressaltar que as aves que receberam a ração com 15% de PB, independentemente do nível de Pd utilizado, apresentaram desempenho inferior àquelas recebendo a ração controle, o mesmo acontecendo com as aves que receberam a ração com 17% de PB e 0,25% de Pd.

**TABELA 2.4.** Teores de nitrogênio, zinco, cálcio e potássio na cama de frangos aos 21 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de PB e Pd. Valores expressos em matéria seca.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,25+fitase	0,34+fitase	0,45s/fitase	
Nitrogênio (%)	15	2,06	2,03	2,15	2,08b
	17	2,06	2,33	2,35	2,25b
	19	2,15	2,71	2,65	2,50a
	<b>Média</b>	<b>2,09B</b>	<b>2,36A</b>	<b>2,38A</b>	
	<b>Controle</b>			<b>2,33</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>15,92</b>		
<b>Níveis PB (%)</b>					
Zinco (ppm)	15	97,34*	92,95*	95,28*	95,19b
	17	94,71*	92,04*	106,33	97,69b
	19	103,77	125,13	111,18	113,36a
	<b>Média</b>	<b>98,60</b>	<b>103,37</b>	<b>104,26</b>	
	<b>Controle</b>			<b>125,92</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>15,92</b>		
<b>Níveis PB (%)</b>					
Cálcio (%)	15	0,88*	0,79*	1,03	0,90b
	17	0,90*	0,89*	1,02	0,94b
	19	0,85*	1,00	1,19	1,01a
	<b>Média</b>	<b>0,87B</b>	<b>0,89B</b>	<b>1,08<sup>A</sup></b>	
	<b>Controle</b>			<b>1,22</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>13,71</b>		
<b>Níveis PB (%)</b>					
Potássio (%)	15	0,88	0,83	0,82	0,84c
	17	0,94	0,98	0,95	0,96b
	19	1,06	1,23	1,24	1,17a
	<b>Média</b>	<b>0,96</b>	<b>1,01</b>	<b>1,00</b>	
	<b>Controle</b>			<b>1,23</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>12,40</b>		

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P< 0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na coluna e maiúsculas na linha) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Uma possível explicação para não haver diferenças significativas no teor de N seria a transformação do N excretado na forma de ácido úrico em  $\text{NH}_3$  e, conseqüentemente, a volatilização para o ambiente. Esse resultado também pode ser devido à maior quantidade de aminoácidos sintéticos presentes nas rações com PB reduzida, que não foram usados para a síntese protéica, sendo então catabolizados, à cadeia de carbono utilizada para a produção de energia e o grupo amino excretado como ácido úrico, não ocorrendo diminuição na excreção de nitrogênio, em rações com PB reduzida.

Para o Zn, os menores teores na cama foram obtidos para as aves que consumiram as rações com 15% de PB nos três níveis de Pd e para a ração com 17% de PB nos níveis de Pd reduzidos (0,25 e 0,34% + fitase). Isto sugere que, nesses níveis de PB, a fitase foi eficiente em reduzir o teor de Zn na cama.

A fitase foi eficiente em reduzir os teores de Ca na cama para as aves que consumiram as rações com 15% e 17% de PB e níveis reduzidos de Pd (0,25% e 0,34%), enquanto que, para a ração com 19% de PB, o efeito da fitase foi apenas no nível inferior de Pd (0,25%).

Os resultados determinados para o potássio mostraram que o teor de K na cama foram menores para as aves que consumiram as rações com PB reduzida (15% e 17%) em comparação com aquelas que consumiram a ração controle. Isso pode ser explicado pela menor quantidade de farelo de soja nessas rações, já que o farelo de soja é a principal fonte de K das rações.

Na avaliação dos tratamentos no esquema fatorial, observou-se que não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) para os teores de N, Zn, Ca e K. Entretanto, houve efeito da PB e Pd para os teores de Ca e N, enquanto que, para os teores de K e Zn, houve efeito apenas do nível de PB. (Tabela 2.4).

Os teores de Ca, K, N e Zn foram menores para as aves que consumiram as rações com níveis reduzidos de PB (15% e 17%). Os resultados obtidos para

os teores N na cama estão de acordo com aqueles obtidos por Gates (2000), que observou que o uso de dietas com níveis reduzidos de PB, suplementadas com aminoácidos essenciais e formuladas com base em aminoácidos digestíveis, permitiu reduzir a concentração de amônia na cama.

A suplementação de fitase em rações com Pd reduzido resultou na diminuição dos teores de Ca e N na cama. Houve redução nos teores de Ca na cama para os níveis reduzidos de Pd mais fitase, enquanto que para o teor de nitrogênio na cama houve redução apenas para o nível de 0,25% de Pd + fitase. Não foi constatado efeito significativo dos níveis de Pd e fitase da ração sobre os teores de K e Zn na cama.

Na Tabela 2.5 estão apresentados os resultados obtidos para os teores de P e Cu na cama.

Os teores de P na cama foram menores nas rações com 15% e 17% de PB, independente dos níveis de Pd e na ração com 19% de PB e níveis de 0,25% e 0,34% de Pd, suplementadas com fitase, em relação à ração controle. Estes resultados sugerem que a fitase foi eficiente em melhorar o aproveitamento do fósforo e em reduzir os teores de P na cama. Em relação à ração controle, a redução do teor de P na cama para as rações com níveis de PB e Pd reduzidos, suplementadas com fitase, foi em torno de 60%. Este resultado concorda com Ferguson et al. (1998), que verificaram redução de P na cama para aquelas aves que consumiram rações com níveis de PB e fósforo total reduzidos. Também Jacob et al. (2000) constataram que a suplementação de fitase somente ou combinação de fitase + pentosanase em dietas com PB reduzida diminuiu o teor de P na cama.

**TABELA 2.5.** Teores de P e Cu na cama de frangos de corte aos 21 dias de idade, recebendo rações com níveis reduzidos de proteína bruta e fósforo disponível, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase. Valores expressos em matéria seca.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd		
		0,25+fitase	0,34+fitase	0,45s/fitase
Fósforo (%)	15	0,64b*	0,78b*	1,36a*
	17	0,48b*	0,67b*	1,28a*
	19	0,54c*	1,02b*	1,80a
	<b>Controle</b>			<b>1,76</b>
	<b>CV (%)</b>		<b>16,49</b>	
	<b>Níveis PB (%)</b>			
Cobre (ppm)	15	20,96*	19,63*	19,28*
	17	18,58*	18,93*	16,98*
	19	18,77b*	22,78a*	26,09a
	<b>Controle</b>			<b>28,50</b>
	<b>CV (%)</b>		<b>13,77</b>	

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet ( $P < 0,05$ )

Médias seguidas por letras diferentes na linha, em cada nível de PB, diferem pelo teste de SNK ( $P < 0,05$ )

Os teores de Cu na cama foram menores ( $P < 0,05$ ) para as rações com 15% e 17% de PB, nos 3 níveis de Pd, e na ração com 19% de PB e níveis de Pd reduzidos.

Ao comparar as médias dos tratamentos no esquema fatorial verificou-se que, para os teores de Cu e P na cama, foi observada interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd das rações (Tabela 2.5). No desdobramento da interação entre os níveis de PB e Pd, para os teores de P e Cu, constatou-se que

as aves que consumiram as rações com 19% de PB e níveis de Pd de 0,34% e 0,45% apresentaram teores mais elevados de P e Cu na cama. A suplementação de fitase em rações com PB e Pd reduzidos foi eficiente em diminuir os teores de P na cama, que foram menores para aquelas aves que consumiram as rações com Pd reduzido, suplementadas com fitase nos três níveis de PB. Para o teor de Cu na cama, a redução do Pd e a suplementação de fitase promoveram a redução do teor de Cu na cama apenas para a ração com 19% de PB e 0,25% de Pd. Nos demais níveis de PB, não observou-se efeito ( $P>0,05$ ) da redução da PB e Pd, associada à suplementação de aminoácidos e fitase, em diminuir o teor de Cu na cama.

As informações sobre o efeito da suplementação de aminoácidos e fitase em rações com PB e Pd reduzidos sobre os teores de Zn, Cu, K e Ca na cama de frango são escassas. De maneira geral, os teores de minerais na cama acompanharam os resultados de desempenho, tendo a ração com 17% de PB e 0,34% de Pd + fitase propiciado resultados satisfatórios.

#### **4 CONCLUSÕES**

Os teores de proteína bruta das rações para frangos de corte na fase inicial podem ser reduzidos para 17% e 19% e o teor de fósforo disponível para 0,34% , desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos e fitase. Nesses níveis de proteína bruta e de fósforo disponível ocorreu redução no impacto ambiental, devido à redução nos teores de P, Ca, Cu e Zn na cama.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; WANG, P. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 1, p. 25-47, 1999.

CAUWENBERGHE, S. V.; BURNHAM, D. New developments in amino acid protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: EUROPEAN SYMPOSIUM POULTRY NUTRITION, 13., 2001, Blankenberge, Belgium. **Proceedings...** Blankenberge, Belgium, 2001.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; FIGUEIREDO, A. V.; SOUZA, B. B. Efeito da fitase na disponibilidade de fósforo e no desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz integral. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999.

COSTA, F. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; SANTANA, R. T. Níveis dietéticos de proteína bruta para pintos de corte Ross, no período de 1 a 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001.

EDMONDS, M. S.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Limiting amino acids in low-protein corn-soybean meal diets fed to growing chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 3, p. 1519-1526, Mar. 1985.

EUCLYDES, R. F. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – versão 5. 0:** guia do usuário. Viçosa, MG: UFV. Central de Processamento de Dados. 1993.

FERGUSON, N. S.; GATES, R. S.; TARABA, J. L.; CANTOR, A. H.; PESCATORE, A. J.; STRAW, M. L.; FORD, M. J.; BURNHAMS, D. J. The effect of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 8, p. 1085-1093, Aug. 1998.

GATES, R. S. Poultry diet manipulation to reduce output of pollutants to environment. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia, SC: EMBRAPA, 2000. p. 62-74.

HEGEDÜS, M. The role of feed protein quality in reducing environmental pollution by lowering nitrogen excretion. III. Strategies of feeding: A review. **Acta Veterinaria Hungarica**, Budapest, v. 44, n. 2, p. 153-163, 1996.

JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; BLAIR, R.; HWAN, N.; PAIK, I. Using enzyme supplemented, reduced protein diets to decrease nitrogen and phosphorus excretion of broilers. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, Suwon, v. 13, n. 11, p. 1561-1567, Nov. 2000.

MASSAHUD, N. **Métodos de análise foliar**. Lavras: UFLA. Departamento de Química, 1997. (notas de aulas).

MUNARO, F. A.; LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S. E.; RÜTZ, F. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo em rações com farelo de arroz desengordurado para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 5, p. 932-943, set./out. 1996.

PINCHASOV, Y.; MENDONÇA, C. X.; JENSEN, L. S. Broiler chick response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 11, p. 1950-1955, Nov. 1990.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.

ROSTAGNO, H. S.; VARGAS JR, J. G.; ALBINO, L. F. T.; TOLEDO, R. S.; OLIVEIRA, J. E.; CARVALHO, D. C. O. Níveis de proteína, eletrólitos e aminoácidos em rações de frangos de corte na fase inicial. In: CONFERÊNCIA APINCO 2002 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: APINCO, 2002a. p. 59.

ROSTAGNO, H. S.; VARGAS JR, J. G.; ALBINO, L. F. T.; TOLEDO, R. S.; OLIVEIRA, J. E.; CARVALHO, D. C. O. Níveis de proteína e aminoácidos em rações de pinto de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2002 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: APINCO, 2002b. p. 49

SABINO, H. F.; SAKOMURA, N. K.; NEMER; FREITAS, E. R. Efeito do nível proteico da ração sobre o desempenho de frangos de corte na fase de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 200, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2000

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R.; LAGUE, P. C. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p. 729-736, June 1996.

SCHOULTEN, N. A. **Níveis de cálcio em dietas para frangos de corte suplementadas com fitase**. 2001. 79 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, M. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; VARGAS Jr., J. G. Exigências nutricionais em metionina + cistina para pintos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 357-363, maio/abr. 1997a.

TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; CARDOSO, C. C.; NEME, R.; QUIRINO, B. C.; CARVALHO, D. C. O. Efeito da adição da enzima fitase em dietas de frangos sobre o desempenho e digestibilidade ileal de nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p. 273.

VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1172-1183, 2002.

WALDROUP, P. W. Nutritional approaches to minimizing nitrogen and phosphorus excretion in broilers. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2000, Campinas – SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 2000.

YI, Z.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Supplemental microbial phytase improves zinc utilization in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 4, p. 540- 546, Apr. 1996.

### **CAPÍTULO III**

#### **REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA E FÓSFORO EM RAÇÕES COM FITASE PARA FRANGOS DE CORTE, NA FASE DE 1 A 21 DIAS DE IDADE. II – VALORES ENERGÉTICOS E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES**

## RESUMO

SILVA, Yolanda Lopes da. Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte, na fase de 1 a 21 dias de idade. II – Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes. 2004. In: \_\_\_\_\_ **Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes.** 2004. p.76-108. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da redução dos níveis de proteína bruta (PB) e fósforo disponível (Pd) em rações com fitase para frangos de corte na fase inicial, sobre os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), digestibilidade de matéria seca, excreção e coeficiente de retenção aparente de fósforo (P), nitrogênio (N), cálcio (Ca), potássio (K), cobre (Cu) e zinco (Zn). O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia de Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram utilizados 250 pintos de corte, machos, Cobb. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 + 1, sendo três níveis de Pd (0,25%; 0,34% e 0,45%) e três níveis de PB (15%; 17% e 19%) e ração controle com níveis nutricionais, segundo pesquisadores brasileiros, com 5 repetições de 5 aves por parcela. Nas rações com níveis reduzidos de Pd foram adicionados 500FTU de fitase e reduziu-se o teor de cálcio em 17%. As aves foram criadas, até a idade de 14 dias, em um galpão experimental, recebendo os respectivos tratamentos, quando foram transferidas e distribuídas aleatoriamente em baterias metálicas, em sala de metabolismo com ambiente controlado. A comparação entre a média da ração controle e demais rações mostrou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as rações para os valores de EMAn. Os valores de EMAn das rações com níveis reduzidos de PB para 15% e 17% nos diferentes níveis de Pd foram maiores do que o conteúdo energético da ração controle. Porém, as rações com 19% de PB nos três níveis de Pd apresentaram valores iguais ao da ração controle. As rações com teores de PB reduzidos suplementadas com aminoácidos sintéticos, independente dos teores de Pd e da suplementação de fitase, apresentaram CD da MS superiores ao da ração controle ( $P < 0,05$ ). Observou-se redução no consumo e na excreção de P

---

<sup>1</sup> **Comitê Orientador:** Paulo Borges Rodrigues - UFLA (Orientador), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA, Antônio Gilberto Bertechini - UFLA, Elias Tadeu Fialho - UFLA.

( $P < 0,05\%$ ) para as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos. A suplementação de aminoácidos e fitase em rações com PB e Pd reduzidos contribuiu para melhorar a retenção de P. O consumo de Ca foi menor ( $P < 0,05\%$ ) para as aves que foram alimentadas com as rações com 15% e 17% de PB e níveis reduzidos de Pd + fitase do que aquelas que consumiram a ração controle. A redução dos níveis de PB, Pd e Ca da ração, associado à suplementação de fitase, não diminuiu a excreção de Ca. O coeficiente de retenção do Ca das rações com PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, foi igual ou menor aos da ração controle, sugerindo que a redução da PB e Pd, associado à suplementação de aminoácidos e fitase, não melhorou a retenção de Ca. Os resultados obtidos para o nitrogênio mostraram que houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para o consumo, excreção e coeficiente de retenção entre as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos e a ração controle. O consumo de K das aves alimentadas com a ração controle foi maior do que o das aves que receberam as rações contendo níveis de PB de 15% e 17% nos três níveis de Pd e 19% de PB + 0,45% de Pd sem fitase. Houve redução na excreção de K pelas aves que consumiram as rações com 15% de PB nos diferentes níveis de Pd e ração com 17% de PB e 0,25% de Pd + fitase. A ingestão de Cu foi menor para as aves que receberam as rações com PB e Pd reduzidos em comparação com aquelas que consumiram a ração controle. A redução dos teores de PB e suplementação com fitase foi eficiente em reduzir a excreção e melhorar a retenção de Cu. Houve redução ( $P < 0,05$ ) no consumo e excreção de Zn para as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos, independente da suplementação de fitase. Os coeficientes de retenção do Zn das rações com 0,45% de Pd sem fitase, em todos os níveis de PB, foram iguais ( $P > 0,05$ ) ao da ração controle, que foi superior ( $P < 0,05$ ) aos das demais rações. Concluiu-se que a redução dos níveis de proteína bruta e fósforo disponível para 17% e 0,34%, respectivamente, em rações com fitase para frangos de corte na fase inicial, melhorou os valores de energia metabolizável aparente corrigida e digestibilidade da matéria seca. Assim, é possível reduzir a excreção de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco, contribuindo para reduzir a poluição ambiental causada por esses elementos.

## ABSTRACT

SIIVA, Yolanda Lopes da. Reduction of the levels of protein and phosphorus in diets with phytase for broilers at the phase of 1 to 21 days of age. II – Energy values and digestibility of nutrients. LAVRAS: UFLA, 2004. In: \_\_\_\_\_ **Reduction of the protein and phosphorus levels in diets with phytase for broilers: performance, digestibility and excretion of nutrients.** Lavras: UFLA, 2004. p.76-108. (Thesis - Doctorate).<sup>1</sup>

The objective of the present work was evaluating the effect of the reduction of the levels of crude protein (CP) and available phosphorus (AP) in diets for broilers at the initial phase( 1 to 21 days old) , upon the corrected apparent metabolizable energy values (EMAn), dry matter digestibility, excretion and apparent retention coefficient of phosphorus (P), nitrogen (N), calcium (Ca), potassium (K), copper (Cu) and zinc (Zn). The experiment was conducted in the Poultry Farming Sector at the Animal Science Department of the Federal University of Lavras (UFLA). A total of 250 Cobb, male, broiler chicken were utilized. The experimental design was completely randomized in 3 x 3 + 1 factorial scheme, its being three levels of AP (0.25%; 0.34% and 0.45%) and three levels of CP (15%; 17% and 19%) and control diet with nutritional levels, according to the Brazilian requeriments tables, with 5 replicates of 5 broilers per plot. In the diets with reduced levels of a, 500FTU of phytase were added and calcium content was reduced by 17%. The broilers were raised up to the age of 14 days, in an experimental shelter experimental, receiving the respective treatments, when they were transferred and allotted randomly into metallic batteries, in a metabolism room with controlled environmental temperature. The comparison between the mean of the control diet and the other diets shown significant differences ( $P<0.05$ ) among the diets for EMAn values. The values of EMAn of the diets with reduced levels of CP to 15% and 17% at the different levels of AP were higher than those obtained in the control diet. Therefore, the diets with 19% of CP at the three levels of AP shown values similar to those of the control diet. The diets with reduced contents of CP supplemented with synthetic aminoacids, regardless of AP contents and of phytase supplementation, shown DM DC higher than those of the control diet ( $P<0.05$ ). Reduction in feed intake and in excretion of P ( $P<0.05\%$ ) for broilers fed diets

---

<sup>1</sup> **Guidance Committee:** Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Adviser), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA, Antônio Gilberto Bertechini – UFLA, Elias Tadeu Fialho – UFLA.

with reduced CP and AP. Aminoacid and phytase supplementation in diets with reduced CP and AP contributed to improve P retention. Calcium intake was smaller ( $P < 0.05$ ) for the broilers fed the diets with 15% and 17% of CP and reduced levels of AP + phytase than those fed control diet. Reduction of the levels of CP, AP and Ca of the diet, associated with phytase supplementation, shown any difference on Ca excretion. Ca retention coefficient of the diets with reduced CP and AP, supplemented with aminoacids and phytase was similar to or smaller than those fed the control diet, suggesting that reduction of CP and AP, associated with the supplementation of aminoacids and phytase, did not improve Ca retention. The results obtained for nitrogen shown that there were significant differences ( $P < 0.05$ ) for feed intake, excretion and retention coefficient among the broilers fed diets with reduced CP and AP and the control diet. K intake of the broilers fed the control diet was higher than that of the broilers fed diets containing CP levels of 15% and 17% in the three levels of AP 19% of CP + 0.45% of AP without phytase. There was a reduction in K excretion by the broilers fed diets with 15% of CP at the different levels of AP and diet with 17% of CP and 0.25% of AP + phytase. Cu intake was lower for the broilers fed diets with reduced CP and AP as compared with those fed control diet. Reduction of the contents of CP and supplementation with phytase was effective in reducing excretion and improving Cu retention. There was a reduction ( $P < 0.05$ ) in intake and excretion of Zn for the broilers fed diets with reduced CP and AP, independent of phytase supplementation. The Zn retention coefficients of the diets with 0.45% of AP without phytase, at all the levels of CP, were same ( $P > 0.05$ ) to that of the control diet, which was superior ( $P < 0.05$ ) to those of the other diets. In conclusion the reduction of the crude protein and available phosphorus levels to 17% and 0.34%, respectively, in diets with phytase for broilers at the initial phase ( 1 to 21 days old) , improved corrected apparent metabolizable energy values and dry matter digestibility. Thus, it is possible to reduce the excretion of nitrogen, phosphorus, copper and zinc, contributing to reduce environmental pollution caused by those elements.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos modernos sistemas de produção de frangos de corte é essencial o manejo adequado da cama, para evitar a contaminação dos solos e água por elementos poluentes, como nitrogênio, fósforo cobre e zinco, presentes em teores elevados nas excreções das aves. Isto se deve, principalmente à ineficiência dos animais em utilizar os nutrientes da ração. Por exemplo, pode-se citar o nitrogênio do qual segundo Cauwenberghe & Burnham (2001), apenas 45% do que é ingerido pelas aves são retidos como proteína animal e o restante, 55%, é excretado, contribuindo para aumentar a poluição ambiental.

Para melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes das rações e reduzir a excreção de elementos poluentes pelas aves, têm sido utilizadas medidas que melhorem a qualidade das rações, como redução dos teores de PB, Pd e suplementação com enzima fitase.

A redução do teor de PB da ração tem possibilitado reduzir a excreção de nitrogênio. Os resultados obtidos por Blair et al. (1999), testando vários programas alimentares, mostraram que as aves que consumiram rações com teores de PB reduzidos na fase inicial de 25% para 21% PB e de crescimento de 21% para 18% PB, suplementadas com os aminoácidos metionina + cistina, lisina, treonina e triptofano, apresentaram uma redução na excreção de nitrogênio em torno de 27% em relação àquelas que consumiram as rações com os níveis utilizados pela indústria nas duas fases. Cauwenberghe & Burnham (2001) verificaram que é possível uma redução na excreção de nitrogênio de 10% a 15% em aves que consumiram rações com PB reduzida, suplementadas com aminoácidos e que uma redução de 1% no teor de PB da dieta diminui a excreção de nitrogênio em 10%.

A adição de fitase nas rações de aves tem se mostrado eficiente em melhorar o aproveitamento do fósforo do ácido fítico presente nos alimentos de origem vegetal que fazem da composição da ração, conseqüentemente, diminuindo a excreção de fósforo pelas aves. Além disso, a fitase tem se mostrado eficiente em melhorar os valores energéticos das rações e em aumentar o aproveitamento de outros nutrientes, como proteínas, aminoácidos, zinco e cobre.

Segundo Namkung & Leeson (1999), a adição de fitase em rações para aves com níveis reduzidos de Ca e Pd na fase inicial, melhorou os valores de energia metabolizável aparente corrigida.

Conte (2000) observou que a adição de fitase na ração de frangos de corte com nível de fósforo disponível reduzido reduziu os teores de P, Zn, Mn e Cu nas excretas e aumentou as taxas de absorção desses minerais.

De acordo com Camden et al. (2001), a adição de fitase nas rações de frangos de corte na fase inicial, à base de milho e farelo de soja, com níveis reduzidos de Pd e Ca, melhorou a retenção de nitrogênio e fósforo, reduzindo esses elementos acumulados no esterco. Semelhantemente, Viveiros et al. (2002) verificaram que a suplementação de fitase em rações para frangos de corte na fase inicial com nível reduzido de Pd aumentou a retenção de Ca, P, Mg e Zn.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte na fase inicial, sobre os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), digestibilidade de matéria seca, excreção e coeficiente de retenção aparente de fósforo (P), nitrogênio (N), cálcio (Ca), potássio (K), cobre (Cu) e zinco (Zn).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local, período experimental, animais**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento e Zootecnia de Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, no período de 18/02/2002 a 25/02/2002. Foram utilizados 250 pintos de corte machos, Cobb, criados até a idade de 14 dias, em boxes de alvenaria, com piso coberto com maravalha, recebendo os respectivos tratamentos. Após este período, as aves foram transferidas e distribuídas aleatoriamente em baterias metálicas, em sala de metabolismo com ambiente controlado, recebendo luz artificial por 24 horas, em que 5 repetições de 5 aves cada receberam os tratamentos experimentais.

### **2.2 Instalações e equipamentos**

O experimento foi realizado em uma sala de metabolismo de 90m<sup>2</sup> (6 x15 m), com ambiente controlado por dispositivo digital de controle de temperatura. Foram utilizadas gaiolas de metabolismo construídas em arame galvanizado, com dimensões de 50 cm de largura, 50 cm de profundidade e 50 cm de altura, providas de bandejas coletoras de excretas. Os bebedouros usados foram do “tipo nipple” com copo coletor e comedouro individual de calha com borda para evitar desperdício.

### **2.3 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi em inteiramente ao acaso, com os tratamentos em esquema fatorial 3 x 3 + 1, sendo 3 níveis de fósforo disponível

(Pd) (0,25%; 0,34% e 0,45%) e 3 níveis de proteína bruta (PB) (15%; 17%; 19%) e um tratamento adicional constituído por uma ração controle formulada de acordo com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2000), totalizando 10 tratamentos em 5 repetições de 5 aves cada.

#### **2.4 Ensaio metabólico, rações experimentais e análises laboratoriais**

Para a determinação dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, excreção absoluta e coeficiente de retenção de nitrogênio, fósforo, cálcio, potássio, zinco e cobre das rações experimentais, foi conduzido um ensaio metabólico, utilizando o método tradicional de coleta total de excretas.

As rações foram à base de milho e farelo de soja. As rações foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis, mantendo-se a relação ideal dos aminoácidos com a lisina. Nas rações com 0,25% e 0,34% de Pd, foram adicionados 500 FTU de fitase/kg (Ronozyme – 2500 FTU/g) e reduziu-se em 17% o teor de cálcio. Para os cálculos dos teores de proteína bruta e energia metabolizável das rações não foram considerados os valores protéico e energético dos aminoácidos. A composição química dos ingredientes e as fórmulas das rações experimentais encontram-se nas Tabelas 2.1 e 2.2 do capítulo 2. As rações e a água foram fornecidas à vontade durante o período experimental, que compreendeu um período de 5 dias de adaptação das aves às gaiolas e um período de 3 dias para a coleta das excretas, utilizando-se a metodologia de coleta total, segundo Martinez (2002). A coleta de excreta era realizada em cada unidade experimental uma vez por dia. No período de coleta, foram instaladas, sob o piso das gaiolas, bandejas coletoras forradas com plásticos resistentes, para evitar perdas de excretas.

O consumo de ração de cada unidade experimental durante o período de coleta foi registrado e as excretas coletadas diariamente foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer até o final do período de coleta, quando foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas e retiradas alíquotas, para secagem em estufas de circulação de ar a 55°C até peso constante, sendo, em seguida, moídas e acondicionadas para posteriores análises laboratoriais.

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO-UFLA. Para determinação da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), as amostras das rações e excretas foram queimadas em bomba calorimétrica modelo Parr - 1261. Para os cálculos dos valores da EMAn das rações, foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{EMAn da ração (Kcal/kg)} = \frac{\text{MS ing} \times \text{EB ração} - \text{MS exc} \times \text{EB exc} - (8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{BN} = \frac{\text{MS ing} \times \% \text{ N da ração}}{100} - \frac{\text{MS exc} \times \% \text{ N excretada}}{100}$$

onde:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio

MS ing = matéria seca ingerida

EB = energia bruta

MS exc = matéria seca excretada

EB exc = Energia bruta excretada

BN = balanço de nitrogênio

O método utilizado para a determinação do nitrogênio das rações e excretas foi o de Kjeldahl. Para a determinação dos minerais, a solução mineral foi obtida por via úmida, tendo a determinação do fósforo sido realizada pelo método de colorimetria. Para a determinação do potássio foi utilizada a metodologia de fotometria de chama e os demais minerais por espectrofotometria de absorção atômica, conforme descrito por Massahud (1997).

Para os cálculos do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e coeficientes de retenção aparente de nitrogênio, fósforo, cálcio, potássio, zinco e cobre, na matéria seca, foi utilizado seguinte fórmula:

$$CD = \frac{\text{g de nutriente ingerida} - \text{g de nutriente na excretado}}{\text{g de nutriente ingerida}} \times 100$$

O consumo de N, P, Ca, K, Cu e Zn foi determinado por meio do teor de cada elemento na matéria seca de ração, multiplicado pela quantidade de matéria seca de ração consumida por ave por dia. Para calcular a excreção absoluta de cada elemento, o teor do elemento na excreta foi multiplicado pela quantidade de excreta por ave por dia, considerando o teor do elemento e a quantidade de excreta na matéria seca. A porcentagem de excreção relativa de cada elemento foi calculada por meio da relação entre a excreção das rações experimentais e controle, considerando como 100% a quantidade excretada pela ração controle.

## **2.5 Análise estatística**

As análises estatísticas foram realizadas pelo pacote computacional, Sistema para Análises Estatísticas, SAEG versão 5.0, segundo Euclides (1993).

Foi realizada um análise global com todos os tratamentos, com o objetivo de obter o quadrado médio do resíduo para testar o fatorial e para realizar o teste de Dunnet a 5%, comparando-se o tratamento controle com cada um dos demais tratamentos. Para a comparação dos tratamentos no esquema fatorial, utilizou-se o teste Student-Newman -Keuls (SNK), a 5% de probabilidade.

Como algumas rações foram suplementadas com a enzima fitase e outras não, entendeu-se que os tratamentos ficaram constituídos de combinação nutricional, tornando-se qualitativos, não sendo, portanto, interesse do presente trabalho, uma aplicação da regressão polinomial.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de digestibilidade (CD) da matéria seca, encontram-se na Tabela 3.1.

**TABELA 3.1.** Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de digestibilidade (CD) da matéria seca, de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte na fase inicial.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,25+fitase	0,34+fitase	0,45s/fitase	
EMAn (Kcal/kg)	15	3490*	3482*	3402*	3458a
	17	3398*	3348*	3390*	3378b
	19	3323	3270	3295	3296c
	<b>Média</b>	<b>3403</b>	<b>3367</b>	<b>3362</b>	
	<b>Controle</b>			<b>3245</b>	
	<b>CV (%)</b>			<b>1,56</b>	
CDMS (%)	Níveis PB (%)				
	15	78,67*	78,96*	77,81*	78,48a
	17	77,05*	77,25*	76,49*	76,93b
	19	74,88*	74,67*	74,54*	74,70c
	<b>Média</b>	<b>76,87</b>	<b>76,96</b>	<b>76,28</b>	
	<b>Controle</b>			<b>71,86</b>	
	<b>CV (%)</b>			<b>1,43</b>	

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste de Dunnet observou-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as rações para os valores de EMAn. O conteúdo de EMAn das rações com 19% de PB nos três níveis de Pd foram iguais ao valor determinado para a ração controle. As rações com 15% e 17% de PB, nos três níveis de Pd, apresentaram valores de EMAn maiores que a ração controle. Os resultados sugerem que a redução dos níveis nutricionais de PB, Pd e Ca das rações na fase inicial para 15%, 0,25% e 0,80% de PB, Pd e Ca, respectivamente, quando suplementadas com a enzima fitase e aminoácidos sintéticos, não comprometem os valores energéticos da ração. Esse resultado, provavelmente, foi devido à suplementação dessas rações com aminoácidos sintéticos, que contribuíram em aumentar o conteúdo energético das rações, pois, no cálculo das rações, não foi considerado o valor energético dos aminoácidos. Também Harms & Russel (1998) observaram que o conteúdo dietético de energia de rações para frangos de corte com níveis reduzidos de PB aumenta com a adição de aminoácidos sintéticos.

Para os CD da MS, constatou-se que as rações com teores de PB reduzidos, suplementadas com aminoácidos sintéticos e, independente dos teores de Pd e da suplementação de fitase, apresentaram CD superiores ao da ração controle ( $P < 0,05$ ). Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que nas rações com PB reduzida, para atender às exigências de aminoácidos, foi necessário adicionar uma maior quantidade de aminoácidos sintéticos, que são absorvidos mais rapidamente do que a proteína intacta, resultando em CDMS superiores ao da ração controle. Com base nos valores médios dos CD, estimou-se que houve uma melhora de 6,30% no CD da MS. Entretanto, os resultados determinados para o CDMS foram diferentes dos resultados obtidos por Yi et al. (1996a), que constataram que a adição de fitase em dietas para perus com Pd reduzido (0,45% de Pd) aumentou a utilização da MS nos níveis de PB de 22,5 e 28%.

A comparação entre as médias dos tratamentos no esquema fatorial mostrou que não houve interação significativa ( $P>0,05$ ) para a EMAn e CD da matéria seca (Tabela 3.1). Porém, constatou-se efeito do nível de PB para a EMAn e CD da MS, tendo os maiores valores sido obtidos com a ração com 15% de PB. Esse resultado, possivelmente, foi devido à maior quantidade de aminoácidos sintéticos adicionados a essa ração. Porém, não houve efeito do nível de Pd e fitase sobre os valores de EMAn e CD da MS. Os resultados obtidos para o CDMS foram similares aos de Yi et al. (1996b) e de Ibrahim et al. (1999), que verificaram que a suplementação de fitase não influenciou o CD da MS. Os resultados obtidos para os valores de EMAn foram contrários àqueles obtidos por Nankung & Leeson (1999) e Camden et al. (2002), os quais constataram que a adição de fitase em dietas de frangos de corte na fase inicial melhora os valores de EMAn.

Os resultados do presente trabalho mostraram que, apesar dos baixos níveis de Pd utilizados, o valor energético das rações e os CD da MS foram semelhantes quando as rações foram suplementadas com fitase.

Ao comparar o consumo, excreção e coeficiente de retenção do P das rações com PB e Pd reduzidos e ração controle, verificou-se que houve diferenças significativas ( $P<0,05$ ) entre as rações (Tabela 3.2).

Para o P, observou-se que houve redução no consumo e na excreção de P das aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos em relação àquelas que foram alimentadas com a ração controle. Os resultados para a excreção de P foram semelhantes aos de Jacobb et al. (2000), que constataram redução na excreção de P de frangos alimentados com rações contendo PB reduzida suplementadas com fitase ou combinação de fitase + pentosanase.

**TABELA 3.2.** Consumo, excreção e coeficiente de retenção de fósforo de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase para frangos de corte na fase de 1 a 21 dias.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Médias
		0,25+fitase	0,34+fitase	0,45s/fitase	
Consumo (mg/ave/dia)	15	271*c	497*b	681a	483
	17	310*c	432*b	674a	472
	19	371*b	572a	561*a	501
	<b>Médias</b>	<b>317</b>	<b>500</b>	<b>639</b>	
	<b>Controle</b>			<b>677</b>	
	<b>CV (%)</b>	<b>12,20</b>			
	<b>Níveis PB (%)</b>				<b>Média</b>
Excreção absoluta (mg/ave/dia)	15	98*	131*	230	153
	17	81*	145*	253	160
	19	107*	207*	244	186
	<b>Média</b>	<b>95c</b>	<b>161b</b>	<b>242a</b>	
	<b>Controle</b>			<b>299</b>	
	<b>CV (%)</b>	<b>27,04</b>			
	<b>Níveis PB (%)</b>				<b>Médias</b>
Coeficiente retenção (%)	15	64,51b	73,60*a	66,31b	68,14
	17	76,87*a	66,90*b	63,03b	68,93
	19	71,08*a	63,90b	57,36b	64,11
	<b>Médias</b>	<b>70,82</b>	<b>68,13</b>	<b>62,23</b>	
	<b>Controle</b>			<b>55,68</b>	
	<b>CV (%)</b>	<b>8,80</b>			
	<b>Níveis PB (%)</b>				
Excreção relativa ao controle (%)	15	33	44	77	
	17	27	48	85	
	19	36	69	82	
	<b>Controle</b>			<b>100</b>	

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras, na mesma linha, diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Os resultados obtidos para o coeficiente de retenção do P mostraram que as rações com 15% de PB e 0,25% de Pd + fitase; 19% de PB e 0,34% de Pd + fitase e as rações com 0,45% de Pd sem fitase, em todos os níveis de PB, apresentaram coeficientes de retenção iguais ao controle, sugerindo que a suplementação de aminoácidos sintéticos e fitase em rações com PB e Pd reduzidos contribuiu para melhorar a retenção do P. As aves que receberam a ração com 17% de PB e 0,34% de Pd apresentaram uma melhora numérica de 11,2% no coeficiente de retenção em relação ao controle e apresentaram redução de mais de 50% na excreção relativa de P.

Ao comparar as médias no fatorial, observou-se que houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd das rações para o consumo e coeficiente de retenção do P. No desdobramento da interação, o consumo de P foi menor para aquelas aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos. Para o coeficiente de retenção, observou-se que, na ração 15% de PB, a adição de fitase melhorou o coeficiente de retenção do P com 0,34% de Pd. Já para os níveis de 17% e 19% de PB, a fitase melhorou o coeficiente de retenção do P das rações com 0,25% de Pd, mas não com 0,34%. Isto ocorreu provavelmente porque nas rações com 17% e 19% de PB e 0,34% de Pd, a liberação de fósforo do fitato pela fitase e o maior teor de fósforo na ração resultaram em aumento na quantidade de fósforo no lúmen intestinal, que pode ter inibido a absorção de P.

Não houve interação entre os níveis de PB e Pd da ração sobre a excreção de P, entretanto, houve efeito do nível de Pd da ração, tendo as aves que consumiram a ração com 0,25% de Pd apresentado redução na excreção de P. Esse resultado concorda com aquele obtido por Yan et al. (2001), que constataram redução na excreção de P das aves que receberam ração com níveis reduzidos de Pd suplementada com fitase.

A redução dos teores de PB e Pd das rações, associada com a suplementação ou não com fitase, influenciou significativamente o consumo, excreção e coeficiente de retenção do Ca (Tabela 3.3).

**TABELA 3.3.** Consumo, excreção e coeficiente de retenção de cálcio de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte na fase de 1 a 21 dias.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,25+fitase	0,34+fitase	0,45s/fitase	
Consumo (mg/ave/dia)	15	655*c	814*b	1.262a	910
	17	854*b	835*b	1.376*a	1.022
	19	870b	913b	1.167a	983
	<b>Média</b>	<b>793</b>	<b>854</b>	<b>1.268</b>	
	<b>Controle</b>			<b>1.081</b>	
	<b>CV (%)</b>	<b>12,61</b>			
Excreção absoluta (mg/ave/dia)		Níveis PB (%)			Média
	15	289b	287b	431a	336
	17	276b	282b	462*a	340
	19	332b	423a	449*a	401
	<b>Média</b>	<b>299</b>	<b>331</b>	<b>447</b>	
<b>Controle</b>			<b>355</b>		
	<b>CV (%)</b>	<b>14,12</b>			
Coeficiente retenção (%)		Níveis PB (%)			Média
	15	56,24*b	64,97a	65,90a	62,37
	17	67,76	66,32	66,24	66,77
	19	61,76*a	55,12*b	61,54*a	59,47
	<b>Média</b>	<b>61,92</b>	<b>62,14</b>	<b>64,56</b>	
<b>Controle</b>			<b>67,24</b>		
	<b>CV (%)</b>	<b>3,85</b>			
Excreção relativa ao controle (%)		Níveis PB (%)			
	15	81	81	121	
	17	78	79	130	
	19	94	119	126	
	<b>Controle</b>			<b>100</b>	

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras na mesma linha diferem, pelo teste de SNK (P<0,05)

O consumo de Ca foi menor para as aves que foram alimentadas com as rações com 15% e 17% de PB e níveis reduzidos de Pd + fitase do que para aquelas que consumiram a ração controle. A redução dos níveis de PB, Pd e Ca da ração, associada à suplementação de fitase, não diminuiu a excreção de Ca.

O coeficiente de retenção do Ca das rações com PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, foi igual ou menor ao da ração controle, tendo que a retenção do Ca da ração com 15% de PB e 0,25% de Pd + fitase e 19% de PB em todos os níveis de Pd sido significativamente inferiores ( $P < 0,05$ ) ao da ração controle. Esse resultado sugere que a redução da PB e Pd, associada à suplementação de aminoácidos e fitase, não melhorou a retenção de Ca. Entretanto, com exceção das aves que consumiram a ração com 19% de PB e 0,30% de Pd + fitase, as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos apresentaram redução na excreção relativa de Ca em relação às aquelas que consumiram a ração controle.

A comparação das médias no fatorial mostrou que houve interação ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd da ração sobre o consumo, excreção e coeficiente de retenção do cálcio.

As aves alimentadas com as rações contendo teores reduzidos de Pd e Ca em todos os níveis de PB consumiram menor quantidade de Ca do que aquelas que receberam as rações com níveis normais de P e Ca. Em todos os níveis de PB, a excreção de Ca foi menor para aves que consumiram rações com níveis reduzidos de P e Ca suplementadas com fitase, exceto para a ração com 19% de PB e 0,30% de Pd + fitase, que apresentou excreção de Ca igual às daquelas aves que consumiram as rações sem fitase.

Para o coeficiente de retenção do Ca a redução dos teores de Pd e suplementação de fitase em rações com teores de PB reduzidos não melhoraram a retenção de Ca, tendo a ração com 15% de PB e 0,25% de Pd + fitase e ração

com 19% de PB e 0,34% de Pd + fitase apresentou os menores coeficiente de retenção. Esse resultado discorda dos resultados de Viveros et al. (2002), que constataram que a suplementação de fitase em rações com níveis reduzidos de Pd aumentou a retenção de Ca.

Os resultados obtidos para o nitrogênio (Tabela 3.4) mostraram que, ao comparar as médias das rações, verificou-se que houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para o consumo, excreção e coeficiente de retenção do nitrogênio entre as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos e a ração controle.

As aves alimentadas com as rações com 15% de PB nos três níveis de Pd e 17% de PB no nível de 0,25% de Pd + fitase ingeriram menos nitrogênio do que aquelas que receberam a ração controle. Houve redução na excreção de nitrogênio para as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos, independente da suplementação de fitase. Esse resultado foi contrário aos de Yi et al. (1996a), que constataram que a adição de fitase em dietas com PB e Pd reduzidos diminuiu a excreção de nitrogênio em perus. Jacobb et al. (2000) também verificaram que a adição de apenas fitase ou combinação de fitase + pentosanase em rações para frangos de corte, com nível reduzido de proteína bruta, diminuiu a excreção de nitrogênio.

**TABELA 3.4.** Consumo, excreção e coeficiente de retenção de nitrogênio de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase para frangos de corte na fase de 1 a 21 dias.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,25+fitase	0,34+fitase	0,45s/fitase	
Consumo (mg/ave/dia)	15	1.814* <sup>b</sup>	2.113* <sup>a</sup>	2.474* <sup>a</sup>	2.134
	17	2.475* <sup>a</sup>	2.519 <sup>a</sup>	2.584 <sup>a</sup>	2.526
	19	2.812 <sup>a</sup>	2.975 <sup>a</sup>	2.620 <sup>a</sup>	2.802
	<b>Média</b>	<b>2.367</b>	<b>2.536</b>	<b>2.560</b>	
	<b>Controle</b>	<b>3.057</b>			
	<b>CV (%)</b>	<b>12,09</b>			
	<b>Níveis PB (%)</b>				<b>Média</b>
Excreção absoluta (mg/ave/dia)	15	685* <sup>a</sup>	738* <sup>a</sup>	861* <sup>a</sup>	761
	17	871* <sup>a</sup>	880* <sup>a</sup>	992* <sup>a</sup>	914
	19	981* <sup>ab</sup>	1.140 <sup>a</sup>	898* <sup>b</sup>	1.006
	<b>Média</b>	<b>846</b>	<b>919</b>	<b>917</b>	
	<b>Controle</b>	<b>1.329</b>			
	<b>CV (%)</b>	<b>15,01</b>			
	<b>Níveis PB (%)</b>				<b>Média</b>
Coeficiente retenção (%)	15	62,14* <sup>a</sup>	65,09* <sup>a</sup>	65,16* <sup>a</sup>	64,15
	17	65,06* <sup>a</sup>	64,99* <sup>a</sup>	62,94* <sup>a</sup>	64,33
	19	65,11* <sup>a</sup>	62,57* <sup>a</sup>	65,73* <sup>a</sup>	64,47
	<b>Média</b>	<b>64,10</b>	<b>64,24</b>	<b>64,61</b>	
	<b>Controle</b>	<b>56,64</b>			
	<b>CV (%)</b>	<b>3,87</b>			
	<b>Níveis PB (%)</b>				
Excreção relativa ao controle (%)	15	52	56	65	
	17	66	66	75	
	19	74	86	68	
	<b>Controle</b>	<b>100</b>			

\* Médias diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras na mesma linha diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

O coeficiente de retenção do nitrogênio das rações com teores de PB reduzidos, suplementadas com aminoácidos, independente dos teores de Pd e suplementação de fitase, foi superior ao da ração controle. Esse resultado pode ser devido à maior quantidade de aminoácidos adicionados nessas rações que são absorvidos mais rapidamente do que a proteína intacta. Por outro lado, a excreção relativa de nitrogênio das aves que consumiram a ração com 17% de PB e 0,34% de Pd + fitase correspondeu a 66% da excreção de nitrogênio daquelas aves que foram alimentadas com a ração controle.

Ao comparar as médias no fatorial (Tabela 3.4), observou-se que houve interação ( $P < 0,05$ ) para o consumo e excreção de nitrogênio. No nível de 15% de PB, o menor consumo foi verificado pelas aves alimentadas com a ração com 0,25% de Pd + fitase. Nos níveis de 17% e 19% de PB, não foi observada diferença entre as aves que consumiram as rações com diferentes níveis de Pd. Para a excreção, nos diferentes níveis de PB, a redução do nível de Pd e suplementação de fitase não teve efeito em reduzir a excreção de nitrogênio.

Para o coeficiente de retenção do nitrogênio, não houve interação ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd e não foram observados efeitos do nível de PB e Pd da ração. Os resultados obtidos para o efeito da adição de fitase em rações com Pd reduzido sobre a retenção de nitrogênio foram semelhantes aos de Ibrahim et al. (1999), que constataram que a utilização de nitrogênio por frangos de corte na fase inicial não parece ser melhorada pela suplementação de fitase. Entretanto, foram diferentes dos obtidos por Camden et al. (2001), que constataram que a retenção aparente de nitrogênio em frangos de corte aumentou com a adição de fitase em rações com níveis de Pd e Ca reduzidos.

Ao comparar as médias das rações com PB e Pd reduzidos com a ração controle (Tabela 3.5), verificou-se que o consumo de K das aves alimentadas com a ração controle foi maior que o das aves que receberam as rações contendo

níveis de PB de 15% e 17% nos três níveis de Pd e 19% de PB + 0,45% de Pd sem fitase. A redução na excreção de K foi verificada pelas aves que consumiram as rações com 15% de PB nos diferentes níveis de Pd e ração com 17% de PB e 0,25% de Pd + fitase.

**TABELA 3.5.** Consumo, excreção e coeficiente de retenção de potássio de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte na fase de 1 a 21 dias.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,25+fitase	0,34+fitase	0,45s/fitase	
Consumo (mg/ave/dia)	15	480*	563*	551*	531B
	17	561*	541*	577*	560AB
	19	614	633	568*	605A
	<b>Média</b>	<b>552</b>	<b>579</b>	<b>565</b>	
	<b>Controle</b>			<b>720</b>	
	<b>CV (%)</b>			<b>12,29</b>	
	<b>Níveis PB (%)</b>				<b>Média</b>
Excreção Absoluta (mg/ave/dia)	15	310*	332*	309*	317B
	17	300*	375	373	349B
	19	410	442	372	408A
	<b>Média</b>	<b>340</b>	<b>383</b>	<b>351</b>	
	<b>Controle</b>			<b>463</b>	
	<b>CV (%)</b>			<b>14,30</b>	
	<b>Níveis PB (%)</b>				<b>Média</b>
Coeficiente retenção (%)	15	35,56b	41,25a	43,97a	40,26
	17	46,41*a	30,84b	35,63b	37,63
	19	33,10	29,84	34,43	32,46
	<b>Média</b>	<b>38,36</b>	<b>33,98</b>	<b>38,01</b>	
	<b>Controle</b>			<b>35,80</b>	
	<b>CV (%)</b>			<b>12,58</b>	
	<b>Níveis PB (%)</b>				
Excreção relativa ao controle (%)	15	67	72	67	
	17	65	81	81	
	19	89	95	80	
	<b>Controle</b>			<b>100</b>	

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúscula na linha e maiúscula na coluna) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Para o K não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre a ração controle e as rações experimentais, exceto a ração com 17% de PB e 0,25% de Pd + fitase, que apresentou coeficiente de retenção de K maior que a ração controle. Esse resultado parece demonstrar que a redução da PB e Pd, associada à suplementação de aminoácidos sintéticos e fitase, tem pouca influência no aproveitamento do K pelas aves. Porém, as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos suplementadas com fitase, apresentaram redução na excreção relativa de K em comparação com aquelas que consumiram a ração controle.

A comparação das médias das rações no fatorial mostrou que não houve interação ( $P>0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd da ração sobre o consumo e excreção de K. Entretanto, houve efeito do nível de PB sobre o consumo e excreção de K, tendo as aves que consumiram as rações com níveis reduzidos de PB (15 e 17%) apresentado menor consumo e excreção. Esse resultado pode ser devido à menor quantidade de farelo de soja nessas rações, já que o farelo de soja é a principal fonte de K das rações.

Os valores obtidos para o coeficiente de retenção de K mostraram que, no nível de 15% de PB, a ração com 0,25% de Pd + fitase apresentou menor coeficiente de retenção. No nível de 17% de PB, a ração com 0,25% de Pd + fitase apresentou maior retenção e no nível de 19% de PB não foi observado efeito da suplementação de fitase sobre a retenção de K.

Os resultados obtidos, comparando-se as médias das rações experimentais e ração controle, mostraram que houveram efeitos significativos ( $P<0,05$ ) dos níveis de PB e Pd da ração associados à suplementação de aminoácidos e fitase sobre o consumo, excreção e coeficiente de retenção de Cu (Tabela 3.6).

**TABELA 3.6.** Consumo, excreção e coeficiente de retenção de cobre de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte na fase de 1 a 21 dias.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,25+fitase	0,34+fitase	0,45s/fitase	
Consumo (mg/ave/dia)	15	0,15*	0,17*	0,17*	0,16B
	17	0,16*	0,17*	0,19*	0,17B
	19	0,18*	0,21	0,17*	0,19A
	<b>Média</b>	<b>0,16b</b>	<b>0,18a</b>	<b>0,18a</b>	
	<b>Controle</b>			<b>0,24</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>12,42</b>		
	Níveis PB (%)				Média
Excreção Absoluta (mg/ave/dia)	15	0,07*a	0,07*a	0,07*a	0,07
	17	0,08*a	0,08*a	0,10*a	0,09
	19	0,11*b	0,13*a	0,09*b	0,11
	<b>Média</b>	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>	
	<b>Controle</b>			<b>0,17</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>14,34</b>		
	Níveis PB (%)				Média
Coeficiente retenção (%)	15	56,04*	58,55*	56,70*	57,10
	17	50,08*	50,73*	47,13*	49,31
	19	40,41*b	39,66*b	47,35*a	42,47
	<b>Média</b>	<b>48,84</b>	<b>49,65</b>	<b>50,39</b>	
	<b>Controle</b>			<b>27,70</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>6,11</b>		
	Níveis PB (%)				
Excreção relativa ao controle (%)	15	41	41	41	
	17	47	47	59	
	19	65	76	53	
	<b>Controle</b>			<b>100</b>	

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na mesma linha e maiúsculas na coluna) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Verificou-se que a ingestão de Cu foi menor para aves que receberam as rações com PB e Pd reduzidos do que para aquelas que consumiram a ração controle, com exceção para aquelas aves que consumiram a ração com 19% de PB e 0,34% de Pd + fitase, que apresentaram consumo igual ao das que receberam a ração controle. A redução dos teores de PB e suplementação das rações com fitase foi eficiente em reduzir a excreção e melhorar a retenção de cobre.

A excreção relativa de Cu para as aves que consumiram as rações com 15% e 17% de PB e níveis de Pd de 0,25% e 0,34% + fitase correspondeu a aproximadamente a 40% daquelas que consumiram a ração controle.

A comparação das médias no fatorial mostrou que não houve interação ( $P>0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd da ração sobre o consumo de Cu. Contudo, houve efeito dos teores de PB e Pd da ração, tendo as aves alimentadas com as rações com 15% e 17% de PB e a ração com 0,25% de Pd + fitase apresentado menor ingestão de Cu.

Para a excreção e coeficiente de retenção do Cu, foi constatada interação ( $P<0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd das rações. No desdobramento da interação, verificou-se, que em todos os níveis de PB, a suplementação de fitase não foi eficiente em reduzir a excreção e melhorar o coeficiente de retenção do Cu. Esse resultado foi similar ao de Sebastian et al. (1996), que constataram que a suplementação de fitase em dieta de frangos com Pd reduzido não atingiu o nível de retenção de Cu da dieta normal. Porém, foram contrários aos resultados de Conte (2000), que observou aumento na absorção de Cu em dietas para frangos com Pd reduzidos e suplementadas com fitase. Entretanto, no trabalho do referido autor, as rações não apresentavam teores de PB reduzidos e suplementação com aminoácidos. Dessa maneira, acredita-se ser necessário

reavaliar as exigências de Cu ao fornecer rações com PB e Pd reduzidos e suplementadas com aminoácidos e fitase.

Os teores de PB e Pd das rações influenciaram significativamente ( $P < 0,05$ ) o consumo, a excreção e o coeficiente de retenção do Zn, comparando as médias das rações com PB e Pd reduzidos com a ração controle (Tabela 3.7). Foi verificado que houve redução no consumo e excreção de Zn para as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos independente da suplementação de fitase.

Os coeficiente de retenção do Zn das rações com 0,45% de Pd sem fitase em todos os níveis de PB foram iguais ( $P > 0,05$ ) ao da ração controle, que foi superior ( $P < 0,05$ ) aos das demais rações. Isso, possivelmente, foi devido ao fato da fitase liberar Zn do ácido fítico, aumentando a sua concentração no intestino e resultando em inibição na absorção do Zn devido ao excesso (Sandström & Cederblad, 1980, citados por Lönnerdal, 2000). No entanto, os resultados obtidos por Walz & Pallauf (2002), para suínos em crescimento e terminação, mostraram que a redução da PB e Pd, combinada com a suplementação de aminoácidos e fitase, aumentou a retenção de zinco.

As aves que consumiram as rações com PB reduzida em todos os níveis de Pd apresentaram redução na excreção relativa de Zn em comparação com a excreção daquelas que consumiram a ração controle.

**TABELA 3.7.** Consumo, excreção e coeficiente de retenção de zinco de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte na fase de 1 a 21 dias.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,25+fitase	0,34+fitase	0,45s/fitase	
Consumo (mg/ave/dia)	15	5,64*	6,31*	7,19*	6,38B
	17	6,72*	6,73*	7,20*	6,88AB
	19	7,05*	8,29*	7,10*	7,48A
	<b>Média</b>	<b>6,47</b>	<b>7,11</b>	<b>7,17</b>	
	<b>Controle</b>				<b>13,72</b>
	<b>CV (%)</b>				<b>11,80</b>
	<b>Níveis PB (%)</b>				<b>Média</b>
Excreção absoluta (mg/ave/dia)	15	4,09*	4,29*	4,64*	4,34B
	17	4,58*	4,57*	4,70*	4,61A
	19	4,93*	5,71*	4,70*	5,12A
	<b>Média</b>	<b>4,53</b>	<b>4,86</b>	<b>4,68</b>	
	<b>Controle</b>				<b>8,61</b>
	<b>CV (%)</b>				<b>12,24</b>
	<b>Níveis PB (%)</b>				<b>Média</b>
Coeficiente retenção (%)	15	27,29*	32,10*	35,47	31,62
	17	29,91*	31,99*	34,74	32,21
	19	31,40*	31,01*	33,97	33,13
	<b>Média</b>	<b>29,53c</b>	<b>31,70b</b>	<b>34,73a</b>	
	<b>Controle</b>				<b>37,26</b>
	<b>CV (%)</b>				<b>6,81</b>
	<b>Níveis PB (%)</b>				
Excreção relativa ao controle (%)	15	48	50	54	
	17	53	53	55	
	19	57	66	55	
	<b>Controle</b>				<b>100</b>

\* Médias diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na linha e maiúsculas na coluna) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Ao comparar as médias no fatorial, constatou-se que não houve interação ( $P>0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd das rações sobre o consumo, excreção e retenção do Zn. Entretanto, observou-se efeito do nível de PB da ração sobre o consumo e a excreção de Zn, que foram reduzidos para as aves que receberam as rações com 15% e 17% de PB.

Para o zinco, os teores reduzidos de PB das rações não tiveram efeito significativo ( $P>0,05$ ) sobre o coeficiente de retenção. Entretanto, houve efeito dos níveis de Pd e suplementação de fitase ( $P<0,05$ ), tendo a ração com 0,45% de Pd sem fitase apresentado coeficiente de retenção superior às demais rações, sugerindo ser necessário reavaliar as exigências de Zn quando suplementar as rações com fitase. Esse resultado foi semelhante ao de Roberson & Edwards (1994), que verificaram que a adição de fitase na ração não afetou a retenção de zinco. Porém, foram diferentes dos resultados de Sebastian et al. (1996), Yi et al. (1996 b) e Viveros et al. (2002), que constataram que a suplementação de fitase em dietas para frangos de corte com teores de Pd reduzido aumentou a retenção de Zn. Isso pode ser devido à maior disponibilidade de Zn do complexo mineral-fitato, no entanto, as rações não apresentavam teor de PB reduzido e não foram suplementadas com aminoácidos.

#### **4 CONCLUSÃO**

A redução dos níveis de PB e Pd para 17% e 0,34%, respectivamente, em rações com fitase para frangos de corte na fase inicial, melhorou os valores de energia metabolizável aparente corrigida e digestibilidade da matéria seca. Assim, é possível reduzir a excreção de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco, contribuindo para reduzir a poluição ambiental causada por esses elementos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; WANG, P. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 1, p. 25-47, 1999.

CAMDEN, B. J.; MOREL, P. C. H.; THOMAS, D. V.; RAVINDRAN, V.; BEDFORD, M. R. Effectiveness of exogenous microbial phytase in improving the bioavailabilities of phosphorus and other nutrients in maize-soya-bean meal diets for broilers. **Animal Science**, Midlothia, v. 73, n. 2, p. 289-297, Oct. 2001.

CAUWENBERGHE, S. V.; BURNHAM, D. New developments in amino acid protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: EUROPEAN SYMPOSIUM POULTRY NUTRITION, 13., 2001, Blankenberge, Belgium. **Proceedings...** Blankenberge, Belgium, 2001.

CONTE, A. J. **Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementadas com fitase e xilanase**. 2000. 164 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

EUCLYDES, R. F. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – versão 5. 0:** guia do usuário. Viçosa, MG: UFV. Central de Processamento de Dados. 1993.

HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B. Adding methionine and lysine to broiler diets to lower feed costs. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 7, n. 2, p. 202-218, 1998a.

IBRAHIM, S.; JACOB, J. P.; BLAIR, R. Phytase supplementation to reduce phosphorus excretion of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 4, p. 414-425, 1999.

JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; BLAIR, R.; HWAN, N.; PAIK, I. Using enzyme supplemented, reduced protein diets to decrease nitrogen and phosphorus excretion of broilers. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 13, n. 11, p. 1561-1567, 2000.

LÖNNERDAL, B. Dietary factors influencing zinc absorption. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 1378-1383, 2000. Supplement.

MARTINEZ, R. S. **Avaliação da metodologia e do período de coleta na determinação do valor energético de rações para aves**. 2002. 41 p.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MASSAHUD, N. **Métodos de análise foliar**. Lavras: UFLA. Departamento de Química, 1997. (notas de aulas).

NAMKUNG, H.; LEESON, S. Effect of phytase enzyme on dietary nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign v. 78, n. 9, p. 1317-1319, Sept. 1999.

ROBERSON, K. D.; EDWARDS JR., H. M. Effects of 1, 25 dihydroxycholecalciferol and phytase on zinc utilization in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 8, p. 1312-1326, Aug. 1994.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R.; LAGUE, P. C. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p. 729-736, June 1996.

VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1172-1183, Aug. 2002.

WALZ, O. P.; PALLAUF, J. Microbial phytase combined with amino acid supplementation reduces P and N excretion of growing and finishing pigs without loss of performance **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 37, n. 7, p. 835-848, Oct. 2002.

YAN, F.; KERSEY, H.; WALDROUP, P. W. Phosphorus requirements of broiler chicks three to six weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 4, p. 455-459, Apr. 2001.

YI, Z.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Effect of microbial phytase on nitrogen and amino acid digestibility and nitrogen retention of turkey poult fed corn-soybean meal diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 8, p. 979-990, Aug. 1996a.

YI, Z.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Supplemental microbial phytase improves zinc utilization in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 4, p. 540-546, Apr. 1996b.

## **CAPÍTULO IV**

**REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA E FÓSFORO EM RAÇÕES  
COM FITASE PARA FRANGOS DE CORTE, NA FASE DE 22 A 42 DIAS  
DE IDADE. I – DESEMPENHO, TEORES DE MINERAIS NA CAMA E  
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA**

## RESUMO

SILVA, Yolanda Lopes da. Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte, na fase de 22 a 42 dias de idade. I – Desempenho, teores de minerais na cama e características de carcaça. LAVRAS: UFLA, 2004. In: \_\_\_\_\_ **Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes.** 2004. p.109-144. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

O objetivo deste experimento foi avaliar o desempenho, o teor de poluentes na cama e as características de carcaça de frangos de corte, no período de 22 a 42 dias, alimentados com rações com teores de proteína bruta (PB) e fósforo disponível (Pd) reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase. O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram utilizados 1.200 pintos de corte machos, Cobb, que foram criados, até aos 21 dias de idade, em um galpão convencional, recebendo uma ração à base de milho e farelo de soja com os níveis nutricionais recomendados para essa fase. Aos 21 dias de idade, as aves foram uniformizadas por peso (peso médio de  $646 \pm 8g$ ) e transferidas para o galpão experimental. O delineamento foi em blocos casualizados em esquema fatorial  $3 \times 3 + 1$ , sendo três níveis de PB (14%, 16% e 18%) e três níveis de Pd (0,20%; 0,30% e 0,40%) e uma ração controle com níveis nutricionais recomendados por pesquisadores brasileiros, em seis repetições de 20 aves por parcela. Nas rações com 0,20% e 0,30% de Pd foram adicionados 500 FTU de fitase e reduziu-se em 20% o teor de cálcio. Foram avaliados características de desempenho, teor de minerais na cama e o rendimento de carcaça, cortes e gordura abdominal. As aves que consumiram a ração com 14% de PB e 0,20% de Pd + fitase apresentaram menor ganho de peso e pior conversão alimentar. As aves que receberam ração com 14% de PB e 0,30% de Pd apresentaram desempenho semelhante ( $P < 0,05$ ) àquelas alimentadas com a ração controle, sugerindo que os níveis de PB e Pd das rações podem ser reduzidos para este nível, quando suplementadas com aminoácidos e fitase. Os teores de P na cama foram menores para as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase. O teor de Ca na cama foi menor para

---

<sup>1</sup> **Comitê Orientador:** Paulo Borges Rodrigues - UFLA (Orientador), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA, Antônio Gilberto Bertechini - UFLA, Elias Tadeu Fialho - UFLA.

aves que consumiram as rações com 16% de PB nos diferentes níveis de Pd do que para aquelas que consumiram a ração controle. Não houve diferenças significativas entre as rações para os teores de N, Zn e Cu na cama. Os resultados obtidos para a avaliação de carcaça não apresentaram diferenças significativas ( $P>0,05\%$ ) para o rendimento de carcaça e de cortes ao comparar as médias obtidas pelas aves que consumiram as rações com teores de PB e Pd reduzidos suplementadas com aminoácidos e fitase com a ração controle. Para a gordura abdominal foi constatada diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre as rações, tendo os frangos que consumiram as rações com 14% de PB e Pd reduzidos (0,20% e 0,30%) e aqueles que consumiram a ração 16% PB e 0,30% de Pd, apresentado teor mais elevado de gordura abdominal em relação àqueles que consumiram a ração controle. O uso de aminoácidos sintéticos e da enzima fitase na ração de frangos de corte, na fase de crescimento, permitiu reduzir os níveis de proteína bruta, fósforo disponível e cálcio para 14,0%; 0,30% e 0,70%, correspondendo a uma redução de 27,84%, 25% e 19,54%, respectivamente, sem afetar o desempenho das aves. O uso destes níveis de proteína bruta, fósforo disponível e cálcio nas rações, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase, reduziram, em média, os teores de fósforo na cama em 33,92% e de zinco em 14,81%. Também não prejudicou o rendimento de carcaça e de cortes, mas aumentou a deposição de gordura abdominal.

## ABSTRACT

SILVA, Yolanda Lopes da. Reduction of the levels of protein and phosphorus in diets with phytase for broilers of 22 to 42 days of age. I – Performance, contents of minerals in the litter and carcass characteristics. LAVRAS: UFLA, 2004.

**In: \_\_\_\_\_ Reduction of the protein and phosphorus levels in diets with phytase for broilers: performance, digestibility and excretion of nutrients.** Lavras: UFLA, 2004. p.109-144. (Thesis - Doctorate).<sup>1</sup>

The objective of this experiment was to evaluate performance, pollutant content in the litter and broilers carcass traits over the period of 22 to 42 days old, fed diets with reduced contents of crude protein (CP) and available phosphorus (AP), supplemented with synthetic aminoacids and phytase. The experiment was carried out in the Poultry Farming Sector of the Animal Science Department at the Federal University of Lavras (UFLA). A total of 1.200 Cobb, male, broilers were utilized, which were raised up to the 21 days old in a conventional shelter, receiving a corn and soybean meal-based diets with the nutritional levels recommended for that age, the broilers were uniformed by weight (average weight of  $646 \pm 8g$ ) and transferred to the experimental shelter. The experimental design was in randomized blocks in 3x3+1 factorial scheme, its being three levels of CP (14%, 16% and 18%) and three levels of AP (0.20%; 0.30% and 0.40%) and a control diet with nutritional levels recommended by Brazilian requirements table, in six replicates of 20 broilers per plot. The diets with 0.20% of CP and 0,30% de Pd, 500 FTU of phytase were added and Ca content was reduced by 20%. Performance characteristics, content of minerals in the litter and carcass traits, cuts and abdominal fat were evaluated. The broilers fed diet with 14% of CP and 0.20% of AP + phytase shown less weight gain and worst feed conversion. The broilers fed diet with 14% of CP and 0.30% of AP shown same performance ( $P < 0.05$ ) to those fed the control diet, suggesting that the levels of CP and AP of the diets can be reduced, since supplemented with synthetic aminoacids and phytase. The P contents in the litter were lower for the broilers fed diets with reduced CP and AP, supplemented with aminoacids and phytase. The Ca content in the litter was lower for broilers fed diets with 16% of CP at the different levels of AP than for those fed the control diet. There were no significant differences among the diets for contents

---

<sup>1</sup> **Guidance Committee:** Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Adviser), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA, Antônio Gilberto Bertechini – UFLA, Elias Tadeu Fialho – UFLA.

of N, Zn and Cu in the litter. The results obtained for carcass traits shown any significant differences ( $P>0.05$ ) for carcass and cut yield in relation to the means obtained by the broilers fed diets with reduced contents of CP and AP supplemented with aminoacids and phytase with the control diet. For abdominal fat, significant difference ( $P<0.05$ ) was found among the diets, the broilers fed diets with 14% of CP and reduced AP (0.20% and 0.30%) and those which fed diet of 16% CP and 0.30% of AP, shown a higher abdominal fat content relative to those which fed control diet. Use of synthetic aminoacids and of the enzyme phytase in the growing broiler diet ( 1 to 21 days old) , should be reduce the levels of crude protein, available phosphorus and calcium to 14.0%; 0.30% and 0.70%, corresponding to a reduction of 27.84%, 25% and 19.54%, respectively, without affecting the broilers performance. Use of these levels of crude protein, available phosphorus and calcium in the diets, supplemented with synthetic aminoacids and phytase, reduced, on average, the contents of phosphorus in the litter by 33.92% and of zinc by 14.81%, also, did not decrease carcass traits or cut yield therefore it increased abdominal fat deposition.

## 1 INTRODUÇÃO

Para reduzir a contaminação ambiental pelos elementos poluidores presentes nas excretas de aves, o tratamento e o destino adequado desses dejetos têm preocupado técnicos, produtores e pesquisadores, que buscam soluções para evitar o impacto ambiental desses resíduos.

Conforme Seiffer (2000), práticas adequadas de manejo dos resíduos gerados na avicultura são essenciais para que a indústria avícola cresça e se desenvolva dentro das condições e restrições legais existentes. Além disso, outras alternativas para atender a essa finalidade têm sido consideradas, como a modificação da ração, por meio do fornecimento de dietas melhor balanceadas e do uso de aditivos em rações (enzimas por exemplo), com o intuito de melhorar a eficiência de utilização, pelos animais, dos nutrientes contidos nos alimentos.

A redução da PB e a suplementação de rações com os aminoácidos sintéticos têm permitido formular rações para atender às exigências específicas de um determinado aminoácido, utilizando o conceito de proteína ideal. Segundo Parsons & Baker (1994), proteína ideal é definida como uma mistura de aminoácidos ou proteínas capaz de suprir sem excessos nem deficiências as necessidades de todos os aminoácidos exigidos para a manutenção e produção das aves.

Kerr & Kidd (1999) constataram que frangos de corte de 28 aos 42 dias e 42 aos 52 dias, alimentados com rações contendo níveis reduzidos de proteína bruta e suplementadas com aminoácidos essenciais, de acordo com o perfil de aminoácidos da Universidade de Illinois, tiveram melhor desempenho e rendimento de carcaça. Mas, esse resultado não foi observado em rações com níveis muito reduzidos de proteína (13%). A redução de proteína bruta em 1,2% diminuiu de forma acentuada a excreção de nitrogênio.

Gates (2000) conduziu uma série de ensaios objetivando reduzir o impacto ambiental das excreções de nitrogênio por frangos de corte, por meio da manipulação nutricional da ração. O autor observou que o uso de rações com níveis reduzidos de proteína bruta, suplementadas com aminoácidos essenciais, e com base em aminoácidos digestíveis, permitiu reduzir a concentração do gás amônia na cama. Desta forma, a aplicação do conceito de proteína ideal na formulação, levando-se em consideração a digestibilidade dos aminoácidos em cada ingrediente da fórmula, permite reduzir o impacto ambiental da excreção de nitrogênio pelas aves, por meio de um melhor aproveitamento e assimilação deste para maximização da produção de proteína corporal.

Segundo Cauwenberghe & Burnham (2001), a redução do nível de PB é uma das poucas técnicas preventivas disponíveis atualmente para minimizar a excreção de nitrogênio pelas aves. Outro aspecto que tem sido considerado para atender à necessidade de reduzir a excreção de poluentes pelas aves é a adição de enzimas exógenas nas rações, como exemplo, a fitase. A utilização da fitase tem possibilitado liberar o fósforo fitico e outros nutrientes, além de microminerais, como zinco e cobre, tornando-os disponíveis aos animais e, com isso, reduzindo o impacto ambiental provocado pela excreção.

Ferguson et al. (1998) conduziram um experimento para determinar se rações com teores de PB e fósforo total reduzidos, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase, podem ser usadas para reduzir o teor de nitrogênio e fósforo na cama, sem afetar o desempenho das aves no período de crescimento de 22 a 42 dias. Os autores não observaram efeito da redução da PB e Pt no desempenho dos frangos. Entretanto, constataram diferenças significativas entre os níveis de PB e fósforo total nos teores de N e P da cama, sendo verificada redução nos teores de N e P na cama para aquelas aves que consumiram rações com níveis de PB e Pt reduzidos. Estes resultados sugerem

que a manipulação da ração parecer ter méritos para reduzir os teores de N e P da cama, enquanto mantém um desempenho aceitável dos frangos.

Em experimentos realizados com poedeiras, Keshavarz & Austic (2004) constataram que a excreção de P e N pelas poedeiras alimentadas com rações com níveis de PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, foi reduzida em 45% e 48%, sem comprometer o desempenho das poedeiras.

Nos modernos sistemas de criação de frangos de corte, além dos aspectos econômicos e ambientais, é de fundamental importância, ainda, atender aos consumidores cada vez mais exigentes de qualidade dos produtos, como produção de carne magra e aumento na demanda para frangos vendidos em corte. Assim, então, é necessário avaliar até que ponto a modificação das rações para atender às exigências de produtividade e ambientais altera as características da carcaça.

Nos últimos anos, tem sido dada ênfase ao efeito da suplementação de rações com PB reduzida com aminoácidos sintéticos sobre características de carcaça de frangos de corte, principalmente aos aspectos relacionados com o rendimento de carcaça, de peito e redução no teor de gordura na carcaça.

Segundo Dari (1996), o rendimento de carcaça de frangos de corte não foi influenciado pela redução do nível de proteína bruta da ração de 20% para 18,2%, embora o nível de 18,2% de proteína bruta tenha proporcionado menor rendimento de peito e maior porcentagem de gordura abdominal.

Os resultados obtidos por Lisboa et al. (1999) mostraram que o aumento do nível de proteína bruta da ração proporcionou redução no rendimento de carcaça e gordura abdominal e aumento no rendimento de coxa.

De acordo com Yonemochi et al. (2003), a redução da PB da ração de 21% para 19%, na fase inicial e de 19% para 16%, na fase de crescimento, combinada com a suplementação de aminoácidos de ambas as fases em 110%

das recomendações, resultou em aumento na porcentagem de gordura abdominal. Porém, esses autores verificaram que a suplementação de fitase em rações com Pd reduzido não influenciou a porcentagem de gordura abdominal.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho, os teores de poluentes na cama e as características de carcaça de frangos de corte, no período de 22 a 42 dias, alimentados com rações com teores de PB e Pd reduzidos de 19 para 14 % suplementadas com aminoácidos e fitase.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local, período experimental, animais e instalações**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, no período de 30 de julho a 20 de agosto de 2002. Foram utilizados 1.200 pintos de corte machos, Cobb, que foram criados, até aos 21 dias de idade, em um galpão de alvenaria, com piso coberto com cama de maravalha. Nos primeiros dias foram dispostos em círculo de criação, com aquecimento feito por meio de campânula a gás, recebendo ração à base de milho e farelo de soja, com os níveis nutricionais recomendados para essa fase, de acordo com Rostagno et al. (2000). Aos 21 dias de idade, as aves foram uniformizadas por peso (peso médio de  $646 \pm 8g$ ) e transferidas para o galpão experimental.

### **2.2 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, tendo os blocos correspondido à disposição dos boxes no galpão, com os tratamentos em esquema fatorial  $3 \times 3 + 1$ , sendo 3 níveis de fósforo disponível – Pd (0,20 ; 0,30 e 0,40%) e 3 níveis de proteína bruta - PB (14; 16; 18%) e um tratamento adicional, constituído por uma ração controle, formulada de acordo com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2000). Assim totalizaram-se 10 tratamentos em 6 repetições de 20 aves cada. Os níveis de 0,20% e 0,30% representaram uma redução de 50% e 25% nos níveis de Pd e os níveis de 14%, 16% e 18% corresponderam à redução de 26%, 16% e 5% nos teores de PB.

### 2.3 Rações e manejo experimentais

As rações foram à base de milho e farelo de soja e formuladas com base em aminoácidos digestíveis, mantendo-se a relação ideal dos aminoácidos com a lisina. Às rações com 0,20% e 0,30% de Pd, foram adicionados 500 FTU de fitase/kg (Ronozyme – 2500 FTU/g) e reduziu-se o teor de cálcio de 0,87% para 0,70%. Segundo Schoultzen (2001), ao adicionar fitase em rações de frangos de corte, os teores de Ca podem ser reduzidos. Para os cálculos dos teores de proteína bruta e energia metabolizável das rações não foram considerados os valores protéico e energético dos aminoácidos. A ração e a água foram fornecidas à vontade. O programa de luz consistiu de iluminação durante 24 horas, entre luz natural e artificial. Diariamente, foram anotadas as temperaturas máxima e mínima no galpão e os valores obtidos estão na Tabela 2B do Anexo.

A composição dos ingredientes, das rações experimentais, dos suplementos minerais e vitamínicos estão apresentadas nas Tabelas 4.1 e 4.2.

**TABELA 4.1** Composição química dos alimentos na matéria natural

<b>Ingredientes</b>	<b>Matéria seca (%)</b>	<b>Proteína bruta (%)</b>	<b>Cálcio (%)</b>	<b>Fósforo (%)</b>
Milho <sup>(1)</sup>	86,64	9,33	0,02	0,07
Farelo de soja (1)	88,17	43,4	0,30	0,21
Fosfato bicálcico			22,04 <sup>(1)</sup>	18,87 <sup>(2)</sup>
Calcário			38,86 <sup>(2)</sup>	

1 – Laboratório de Pesquisa Animal, DZO/UFLA

2 – Laboratório de Fertilizantes e Corretivos/Departamento de Química/UFLA

**TABELA 4.2.** Composição percentual das rações experimentais

Ingredientes (kg)	Rações			
	Níveis de PB (%)			
	19,00	14	16	18
	Níveis de Pd (%)			
	0,40	0,20/0,30/0,40	0,20/0,30/0,40	0,20/0,30/0,40
Milho	61,47	75,60	70,28	64,94
Farelo de soja	30,53	16,40	21,80	27,06
Óleo	3,83	2,05	2,70	3,39
Fosfato bicálcico	1,70	0,66/1,30/1,81	0,61/1,17/1,72	0,61/1,16/1,72
Calcário calcítico	1,00	1,27/0,88/1,05	1,27/0,94/1,08	1,22/0,88/1,02
L-lisina	0,18	0,61	0,45	0,30
DL-metionina	0,20	0,33	0,28	0,24
L-valina	-	0,28	0,20	0,11
L-arginina	-	0,36	0,21	0,05
L-treonina	-	0,13	0,07	-
L-isoleucina	-	0,21	0,12	0,02
L- triptofano	-	0,05	-	-
L-fenilalanina	-	0,06	-	-
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40
Minerais <sup>1</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05
Vitaminas <sup>2</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10
Colina	0,05	0,05	0,05	0,05
Cobam 400 <sup>3</sup>	0,03	0,03	0,03	0,03
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Fitase	-	0,02/0,02/-	0,02/0,02/-	0,02/0,02/-
Inerte	0,45	1,33/1,08/0,42	1,35/1,12/0,45	1,40/1,19/0,51
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

“...Continua...”

“TABELA 2 cont.”

Ingredientes (kg)	Composição calculada			
	PB (%)			
	19	14	16	18
	EM (kcal/kg)			
	3100	3100	3100	3100
Pd (%)	0,40	0,20/0,30/0,40	0,20/0,30/0,40	0,20/0,30/0,40
Ca (%)	0,87	0,70/0,70/0,87	0,70/0,70/0,80	0,70/0,70/0,80
Lisina	1,04	1,04	1,04	1,04
Metionina+cistina	0,74	0,76	0,75	0,75
Valina	0,80	0,85	0,85	0,85
Arginina	1,18	1,14	1,15	1,14
Treonina	0,65	0,59	0,60	0,60
Isoleucina	0,74	0,71	0,71	0,70
Triptofano	0,21	0,19	0,17	0,19
Fenilalanina	0,86	0,68	0,71	0,80

1 Fornecimento por kg de ração: 60 mg Zn; 30 mg Fe; 9 mg Cu; 60 mg Mn; 1,0 mg I.

2 Fornecimento por kg de ração: 6 mg vit. B2; 12.000 UI vit. A; 2.200 UI vit D3; 53 mg nicotinamida; 2,2 mg vit.B1; 3,3 mg vit. B6; 16 mcg vit. B12; 0,11mg biotina; 1,0 mg ácido fólico; 130 mg ácido pantotênico; 2,5 mg Vit. K3; 30 mg vit. E; 120 mg antioxidante

3 Princípio ativo do Cobam 400: monensina sódica

## 2.4 Variáveis analisadas

### 2.4.1 Desempenho

As variáveis de desempenho avaliadas foram o consumo de ração, o ganho de peso durante o período experimental e a conversão alimentar. O consumo de ração foi determinado pela diferença entre a ração fornecida durante o período experimental e as sobras no comedouro, em cada parcela

experimental. O ganho de peso foi estimado pela diferença entre o peso final e peso inicial de cada parcela experimental. Calculou-se o ganho de peso médio por ave, no período de 22 a 42 dias de idade. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre consumo de ração e o ganho de peso por ave das unidades experimentais.

#### **2.4.2 Teor de minerais na cama**

Para as análises dos teores de nitrogênio, cálcio, fósforo, potássio, zinco e cobre na cama, no final do período experimental, revirou-se a cama, utilizando um garfo e, em seguida, coletaram-se amostras em vários pontos, nos cantos e no meio de cada box. As amostras de cama foram secas em estufas de circulação de ar a 55°C até peso constante e, em seguida, foram moídas para serem realizadas as análises laboratoriais.

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal de Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. O teor de nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldhal, os teores de fósforo, cálcio, potássio, zinco e cobre foram determinados após as amostras terem sido submetidas a uma digestão nitroperclórica, obtendo-se substratos para a determinação dos minerais. Os teores de cálcio, zinco e cobre foram determinados por absorção atômica; para o teor de K, utilizou-se um fotômetro de chama e a determinação do fósforo foi realizada pela técnica de colorimetria, segundo metodologia descrita por Massahud (1997).

#### **2.4.3 Avaliação de carcaça**

Aos 42 dias de idade foram abatidas, amostrando ao acaso, duas aves por parcela experimental, totalizando 120 aves. As aves foram identificadas,

pesadas, abatidas por deslocamento cervical, realizando-se a sangria e a retirada das penas, cabeça e vísceras e então pesadas novamente. Em seguida, foram retirados e pesados individualmente os seguintes cortes: peito, sobre+coxa, dorso e asas. Retirou-se e pesou-se a gordura abdominal, constituída pelo tecido adiposo presente ao redor da cloaca, da bursa de Fabricius e dos músculos abdominais adjacentes, conforme Smith (1993).

As características de carcaça avaliadas foram: rendimento de carcaça, de cortes e gordura abdominal.

Para os cálculos, utilizou-se a média das duas aves. O rendimento de carcaça foi calculado por meio da relação peso da carcaça eviscerada, sem cabeça, dividido pelo peso vivo multiplicado por 100. Os rendimentos dos cortes foram determinados dividindo-se o peso de cada parte pelo peso da carcaça eviscerada, multiplicado por 100. A porcentagem de gordura abdominal foi determinada com base no peso de abate.

## **2.5 Análise estatística**

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote computacional, Sistema para Análises Estatísticas, SAEG (UFV, 1993). Realizou-se uma análise de variância global, com todos os tratamentos, com o objetivo de obter o quadrado médio do resíduo para testar o fatorial e para realizar o teste de Dunnet a 5%, comparando-se o tratamento controle com cada um dos demais tratamentos. Para a comparação dos tratamentos no esquema fatorial, utilizou-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade. Como algumas rações foram suplementadas com a enzima fitase e outras não, entendeu-se que os tratamentos ficaram constituídos de combinação nutricional, tornando-se qualitativos, não sendo, portanto, de

interesse nos objetivos do presente trabalho, uma aplicação da regressão polinomial.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Desempenho

Os resultados referentes ao consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, no período de 22 aos 42 dias de idade, encontram-se na Tabela 4.3.

**TABELA 4.3.** Desempenho de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, alimentados com rações com níveis reduzidos de PB e Pd, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,20+fitase	0,30+fitase	0,40s/fitase	
Consumo de ração (g)	14	3,18	3,25	3,25	3,23
	16	3,21	3,25	3,29	3,25
	18	3,22	3,23	3,25	3,23
	<b>Média</b>	<b>3,18B</b>	<b>3,26A</b>	<b>3,26A</b>	
	<b>Controle</b>			<b>3,28</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>2,01</b>		
<b>Níveis PB (%)</b>					
Ganho de peso (g)	14	1,60*	1,68	1,66	1,65
	16	1,65	1,69	1,63	1,65
	18	1,64	1,67	1,65	1,65
	<b>Média</b>	<b>1,63B</b>	<b>1,68A</b>	<b>1,65B</b>	
	<b>Controle</b>			<b>1,73</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>3,30</b>		
<b>Níveis PB (%)</b>					
Conversão alimentar (kg/kg)	14	1,99*	1,94	1,96	1,96
	16	1,95	1,92	2,02	1,96
	18	1,96	1,94	1,97	1,96
	<b>Média</b>	<b>1,97A</b>	<b>1,93B</b>	<b>1,99A</b>	
	<b>Controle</b>			<b>1,89</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>2,86</b>		

\*Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na linha e maiúsculas na coluna) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Comparando-se a média de cada tratamento no esquema fatorial com o controle, verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) no ganho de peso e na conversão alimentar das aves que consumiram a ração com 14% de PB e 0,20% de Pd + fitase, as quais apresentaram menor ganho de peso e pior conversão alimentar. Porém, para a conversão alimentar, também foi observado efeito significativo para as aves que consumiram a ração com 16% de PB e 0,40% de Pd sem fitase, que tiveram uma pior conversão alimentar.

As aves que receberam ração com 14% de PB e 0,30% de Pd apresentaram desempenho semelhante ( $P < 0,05$ ) às alimentadas com a ração controle. Isto sugere que os níveis de PB e Pd das rações podem ser reduzidos até este nível, quando se suplementa com aminoácidos sintéticos e a enzima fitase.

Os resultados do presente trabalho diferiram daqueles obtidos por Ferguson et al. (1998) que, avaliando o efeito da redução de PB de 206,0g/kg para 182,0g/kg e do fósforo total de 6,4g/kg e 5,3 g/kg das rações na fase de crescimento, não constataram diferenças da redução da PB e fósforo total no desempenho de frangos de corte. No entanto, Demyr & Sekerodlu (2002) constataram que a suplementação de fitase não teve efeito significativo na conversão alimentar para as aves que foram alimentadas com dietas com níveis adequados ou deficientes de P, Ca e PB. Embora, segundo esses autores, a dieta com teores reduzidos de P e Ca + fitase tenham significativamente aumentado o ganho de peso e o consumo de ração, e os frangos alimentados com as dietas com baixo Ca e P ou baixo P, Ca e PB + fitase consumiram mais do que aquelas alimentadas com a dieta basal.

Atualmente, a suplementação de alguns aminoácidos essenciais na ração é inviável economicamente, sendo uma alternativa para o futuro, visando à redução do impacto ambiental causado pela excreção das aves (Cauwenberghe

& Burnham, 2001). No entanto, considerando-se que a ração com 16% de PB, 0,30% de Pd e Ca reduzido para 0,70%, suplementada com fitase e alguns aminoácidos sintéticos, também propiciaram desempenho semelhante à ração controle, pode-se supor que os níveis dietéticos destes nutrientes podem ser reduzidos na ração, sem comprometer o desempenho das aves.

A comparação das médias dos tratamentos no esquema fatorial, (Tabela 4.3) mostrou que não houve interação ( $P>0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd das rações sobre as características de desempenho. Com relação ao efeito do nível de PB da ração, não observou-se efeito significativo ( $P>0,05$ ) dos diferentes teores de PB sobre o desempenho das aves, sugerindo que, para essa fase, o teor de PB da ração pode ser reduzido para 14%, desde que seja realizada a suplementação com aminoácidos sintéticos. Esse resultado diferiu daqueles obtidos por Silva et al. (1997) que constataram que a redução do nível de PB da ração na fase de 22 a 42 dias piorou o desempenho de frangos de corte. Entretanto, Blair et al. (1999), que avaliaram o efeito de dietas com PB reduzida no desempenho de frangos de corte no período de 3 a 6 semanas de idade, constataram que o crescimento dos frangos nesse período não foi afetado pela redução da PB da dieta de 21% para 18%, independente de os níveis de lisina, metionina + cistina, treonina e triptofano terem sido de 110%, 100% ou 90% dos níveis desses aminoácidos utilizados pela indústria.

Por outro lado, Lisboa et al. (1999) avaliaram o desempenho de três linhagens de frangos de corte alimentados com rações com diferentes níveis de PB (16,5%; 18,0%; 19,5% e 21,0%) e suplementadas apenas com metionina e lisina, no período de 22 a 42 dias de idade. Estes autores constataram que as aves que consumiram as rações com menores teores de PB apresentaram pior desempenho. Porém, não foi considerada a correção para outro aminoácido limitante e, assim, o pior desempenho das aves que consumiram as rações com menores teores de PB pode ter resultado do desbalanceamento de aminoácidos.

Rostagno et al. (2002) constataram que a PB da ração de frangos de corte no período de 22 a 40 dias pode ser reduzida até o limitante de 16%, desde que haja correção dos níveis de aminoácidos e balanço eletrolítico. Porém, de acordo com os resultados de desempenho obtidos no presente experimento, o nível de PB pode ser reduzido para 14% e não foi necessário fazer a correção para o balanço eletrolítico.

Para o efeito dos teores de Pd da ração, constaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de Pd e as características de desempenho. Para o ganho de peso e a conversão alimentar, os melhores resultados foram obtidos pelas aves que consumiram a ração com 0,30% de Pd + fitase, enquanto que o menor consumo de ração foi observado para as aves que consumiram a ração com 0,20% de Pd + fitase. Esse resultado sugere que o teor de Pd da ração pode ser reduzido para 0,30%, mas é necessária a suplementação de fitase. Estes resultados mostraram que a quantidade de fósforo liberado do ácido fítico pela fitase foi suficiente para suprir as exigências das aves no período de 22 a 42 dias.

Resultados similares foram obtidos por Munaro et al. (1996b), que verificaram que a fitase agiu eficientemente sobre o fitato do milho e farelo de soja, tornando o P mais disponível para as aves no período de 22 a 42 dias de idade. Entretanto, os resultados obtidos por Zyla et al. (2001) mostraram claramente que a redução do teor de Pd e Ca e a substituição dos fosfato bicálcico por enzimas com atividades fosforolíticas e enzimas que degradam a parede celular não afetaram o desempenho de frangos de corte, no período de 1 a 43 dias de idade.

Viveros et al. (2002) verificaram que o desempenho das aves alimentadas com ração com níveis de Pd de 0,27% + fitase foi comparável ao daquelas aves alimentadas com a dieta controle, que continha níveis normais de Pd.

### 3.2 Teores de minerais na cama

Os resultados obtidos para os teores de fósforo, cálcio e nitrogênio na cama, no período de 22 a 42 dias de idade, encontram-se na Tabela 4.4.

**TABELA 4.4.** Teores de fósforo, cálcio e nitrogênio na cama, no período de 22 a 42 dias de idade, em base de matéria seca

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,20+fitase	0,30+fitase	0,40s/fitase	
Fósforo (%)	14	1,12*	1,50*	2,36	1,66
	16	1,00*	1,58*	2,35	1,65
	18	1,09*	1,60*	2,44	1,71
	<b>Média</b>	<b>1,07c</b>	<b>1,56b</b>	<b>2,38a</b>	
	<b>Controle</b>			<b>2,27</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>14,52</b>		
<b>Níveis PB (%)</b>					
Cálcio (%)	14	1,17a	1,01b	0,94b	
	16	0,60*	0,44b*	0,74a*	
	18	0,81b	0,89b	1,15a	
	<b>Média</b>				
	<b>Controle</b>			<b>1,03</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>14,68</b>		
<b>Níveis PB (%)</b>					
Nitrogênio (%)	14	2,74	2,62	2,62	2,66C
	16	2,90	2,87	2,90	2,89B
	18	3,13	3,28	3,12	3,18A
	<b>Média</b>	<b>2,92</b>	<b>2,92</b>	<b>2,88</b>	
	<b>Controle</b>			<b>3,07</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>9,92</b>		

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na linha e maiúsculas na coluna), diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Os resultados mostraram que quando se compara a média de cada tratamento com o controle, houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para os teores de P na cama. Os menores valores foram obtidos para as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos e suplementadas com aminoácidos e fitase, demonstrando que a modificação da dieta foi eficiente em reduzir o teor de P na cama de frango. Esse resultado está de acordo com o resultado obtido por Ferguson et al.(1998), que obtiveram redução no teor de P na cama para as aves que consumiram rações com PB e fósforo total reduzidos.

Semelhantemente ao observado na fase inicial (1 a 21 dias de idade), os teores de nitrogênio na cama não diferiram significativamente ( $P > 0,05$ ) da ração controle. Dessa forma, pode-se supor que a correção dos aminoácidos em relação à lisina permitiu atender às necessidades nutricionais das aves e um efeito positivo da fitase pode tê-los disponibilizados acima da exigência, não possibilitando uma resposta em termos de redução na excreção. Outro fator que pode ter contribuído para a falta de efeito significativo para os teores de N na cama entre as aves que consumiram as rações com PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, pode ter sido a volatilização do N na forma de amônia no galpão. Isso porque o galpão era aberto e muitas vezes foi necessário ligar o ventilador para amenizar os efeitos da temperatura elevada no interior do galpão. Esse resultado diferiu daquele obtido por Ferguson et al. (1998), que constataram redução nos teores de N na cama para aquelas aves que consumiram rações com níveis de PB e fósforo total reduzidos.

Para os teores de Ca, observou-se que houve diferença significativa entre as aves que consumiram as rações com 16% de PB nos 3 níveis de Pd, que apresentaram menores teores de Ca, em relação ao teor de Ca na cama para aquelas aves que consumiram a ração controle.

Por meio da comparação das médias no esquema fatorial, observou-se que não houve interação significativa ( $P>0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd para os teores de P e N. Entretanto, observou-se interação significativa ( $P<0,05$ ) para os teores de Ca (Tabelas 4.4).

Para o P, os resultados mostraram que não houve efeito do nível de PB da ração sobre os teores de P na cama, mas constatou-se efeito do nível de Pd, tendo as aves que consumiram as rações com níveis reduzidos de Pd (0,20; 0,30%) suplementadas com fitase, apresentando menores teores de P na cama.

Os resultados obtidos para o teor de nitrogênio na cama mostraram que não houve efeito dos níveis de Pd e suplementação das rações com fitase sobre o teor de nitrogênio na cama. Porém, observou-se que os níveis de PB das rações influenciaram o teor de nitrogênio na cama, que apresentaram menores valores para as aves que consumiram as rações com níveis reduzidos de PB.

Para o teor de Ca na cama observou-se interação significativa ( $P<0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd da ração. No nível de 14% de PB, o maior teor de Ca na cama foi obtido para as aves que consumiram a ração com nível de 0,20% de Pd + fitase, demonstrando que, nessas condições, a fitase não foi eficiente em reduzir a excreção de Ca. Já para o nível de 16% de PB, o menor teor de Ca na cama foi obtido para a ração com 0,30% de Pd + fitase. Porém, no nível de 18% de PB, a fitase agiu de maneira eficiente em reduzir os teores de Ca na cama, pois os teores foram menores para as aves que consumiram rações com níveis de Pd de 0,20% e 0,30%, sugerindo que, para esse nível de PB, a fitase liberou quantidade de Ca suficiente para suprir a exigência, resultando em menor teor de Ca na cama.

Os resultados obtidos para os teores de K, Zn e Cu na cama, encontram-se na Tabela 4.5.

**TABELA 4.5.** Teores de potássio, zinco e cobre na cama, no período de 22 a 42 dias de idade, em base de matéria seca

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,20+fitase	0,30+fitase	0,40s/fitase	
Potássio (%)	14	1,20	1,06	1,01	1,09b
	16	1,31	1,23	1,23	1,25a
	18	1,39	1,29	1,27	1,32a
	<b>Média</b>	<b>1,30A</b>	<b>1,19B</b>	<b>1,17B</b>	
	<b>Controle</b>	<b>1,20</b>			
	<b>CV (%)</b>	<b>10,08</b>			
Zinco (ppm)	14	195,79	158,63	192,28	182,23
	16	195,50	177,68	172,10	181,74
	18	226,90	197,40	174,81	199,70
	<b>Média</b>	<b>206,04A</b>	<b>177,90B</b>	<b>179,72B</b>	
	<b>Controle</b>	<b>186,20</b>			
	<b>CV (%)</b>	<b>16,95</b>			
Cobre (ppm)	14	34,44	36,08	34,66	35,39a
	16	25,50	26,13	26,07	25,90c
	18	28,37	28,41	30,89	29,22b
	<b>Média</b>	<b>29,77</b>	<b>30,20</b>	<b>30,58</b>	
	<b>Controle</b>	<b>30,96</b>			
	<b>CV (%)</b>	<b>11,30</b>			

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na coluna e maiúsculas na linha) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Para os teores de K, Zn e Cu na cama, não foi observado efeito significativo (P<0,05), quando se compara a média de cada tratamento com o controle.

No entanto, é importante destacar que, embora não tenha havido diferenças significativas para os teores de Zn e Cu na cama, as rações com 14%

de PB e 0,30% de Pd + fitase e as rações com 16% de PB e 0,30% de Pd + fitase e 0,40% de Pd sem fitase, em relação à ração controle, apresentaram uma redução média de 8,98% no teor de Zn na cama. Para os teores de Cu na cama, as rações com 16% de PB nos diferentes níveis de Pd e as rações com 18% de PB nos níveis de 0,20% e 0,30% de Pd + fitase apresentaram uma redução média no teor de Cu na cama de 13,12% em relação à ração controle. Esse resultado mostra que são necessárias pesquisas para avaliar as exigências nutricionais destes minerais nesta fase de criação, uma vez que elas podem tornar-se superestimadas, quando se utiliza a enzima fitase na ração.

Por meio da comparação das médias no esquema fatorial, observou-se que não houve interação significativa ( $P>0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd para os teores de K, Zn e Cu (Tabelas 4.5).

Os níveis de PB e Pd ( $P<0,05$ ) da ração influenciaram ( $P<0,05$ ) os teores de K na cama. As aves que consumiram a ração com 14% de PB suplementada com aminoácidos apresentaram teores reduzidos de K na cama. Esse resultado, possivelmente, foi devido à menor quantidade de farelo de soja nessa ração, resultando em ração com menor teor de K, já que o farelo de soja é a principal fonte de K. Com relação ao efeito do teor de Pd da ração, observou-se que as aves que consumiram a ração com 0,20 % de Pd + fitase apresentaram teor mais elevado de K na cama.

Para os teores de Zn na cama não foram observados efeitos do nível de PB ( $P> 0,05$ ) da ração. Mas, houve efeito do nível de Pd e suplementação com fitase ( $P<0,05$ ), tendo o teor de Zn na cama sido mais elevado para as aves que consumiram a ração com nível de 0,20% de Pd + fitase.

Os resultados obtidos para o Cu mostraram que o maior teor deste mineral na cama foi para as aves que consumiram a ração com 14% de PB. Não

foi verificado efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de Pd e suplementação das rações com fitase sobre os teores de Cu na cama.

Para os teores de K, Zn e Cu na cama, os resultados mostraram que a suplementação de fitase em ração com nível de Pd de 0,20% não foi eficiente em diminuí-los.

### **3.3 Características de carcaça**

Os resultados obtidos para a avaliação de carcaça estão apresentados nas Tabelas 4.6 e 4.7.

Não observou-se diferença significativa ( $P > 0,05\%$ ) no rendimento de carcaça e de cortes ao comparar as médias obtidas pelas aves que consumiram as rações com teores de PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, com a ração controle. Esses resultados foram similares aos de Dari (1996) que constatou que o rendimento de carcaça não foi influenciado pela redução do nível de PB das rações. Entretanto, Lisboa et al. (1999) observaram que o aumento do nível de PB da ração proporcionou redução no rendimento de carcaça e aumento no rendimento de coxa. Kerr & Kidd (1999a) avaliaram o efeito da redução da PB da dieta em 2%, 4% e 6%, com e sem suplementação de aminoácidos essenciais e ácidos glutâmico, sobre as características de carcaça de frangos de corte. Constataram que a redução da PB da dieta suplementada ou não com ácido glutâmico e com aminoácidos essenciais reduziu o rendimento de carcaça e de peito, enquanto que as aves que consumiram as rações com PB reduzida, suplementadas com aminoácidos essenciais e ácido glutâmico, tiveram rendimento de carcaça e rendimento de peito similares ao daquelas alimentadas com a dieta controle, com 19% de PB. Costa et al. (2001) verificaram que o rendimento de carcaça e o rendimento de filé de peito não foram influenciados pelos níveis de proteína bruta da ração. Resultados semelhantes foram obtidos

por Cauwenberghe & Burnham (2001), que verificaram que a redução do teor de PB da ração não influenciou o rendimento de peito.

**TABELA 4.6.** Rendimento de carcaça, peito e sobrecoxa de frangos alimentados com rações contendo níveis reduzidos de PB e Pd, suplementadas com aminoácidos e fitase

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,20+fitase	0,30+fitase	0,40s/fitase	
Rendimento carcaça (%)	14	80,21	81,02	81,02	80,75
	16	79,90	80,99	81,35	80,75
	18	80,55	82,49	80,56	81,20
	<b>Média</b>	<b>80,22B</b>	<b>81,50A</b>	<b>80,98A</b>	
	<b>Controle</b>			<b>80,43</b>	
	<b>CV (%)</b>			<b>1,92</b>	
<b>Níveis PB (%)</b>					
Rendimento peito (%)	14	27,20	28,16	27,67	27,68
	16	28,46	27,93	28,69	28,36
	18	28,28	28,01	29,13	28,47
	<b>Média</b>	<b>27,98</b>	<b>28,03</b>	<b>28,50</b>	
	<b>Controle</b>			<b>27,64</b>	
	<b>CV (%)</b>			<b>3,98</b>	
<b>Níveis PB (%)</b>					
Rendimento sobrecoxa (%)	14	26,70	26,47	26,96	26,71
	16	26,63	26,24	25,71	26,20
	18	26,53	26,74	26,84	26,70
	<b>Média</b>	<b>26,62</b>	<b>26,48</b>	<b>26,50</b>	
	<b>Controle</b>			<b>26,66</b>	
	<b>CV (%)</b>			<b>3,44</b>	

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na coluna e maiúsculas na linha) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

**TABELA 4.7.** Rendimento de dorso, asa e gordura abdominal de frangos alimentados com rações contendo níveis reduzidos de PB e Pd, suplementadas com aminoácidos e fitase

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,20+fitase	0,30+fitase	0,40s/fitase	
Rendimento dorso (%)	14	26,35	26,28	25,46	26,03
	16	26,27	26,26	26,38	26,43
	18	26,30	26,15	25,72	26,06
	<b>Média</b>	<b>26,31</b>	<b>26,36</b>	<b>25,85</b>	
	<b>Controle</b>				<b>26,50</b>
	<b>CV (%)</b>				<b>3,44</b>
Rendimento asa (%)	14	10,30	10,10	10,12	10,17
	16	10,21	10,27	9,93	10,13
	18	9,97	10,35	10,01	10,11
	<b>Média</b>	<b>10,16</b>	<b>10,24</b>	<b>10,02</b>	
	<b>Controle</b>				<b>10,13</b>
	<b>CV (%)</b>				<b>4,48</b>
Gordura abdominal (%)	14	1,61*	1,63*	1,38	1,54a
	16	1,09	1,49*	1,34	1,31b
	18	0,96	1,17	1,21	1,11b
	<b>Média</b>	<b>1,22</b>	<b>1,43</b>	<b>1,31</b>	
	<b>Controle</b>				<b>0,94</b>
	<b>CV (%)</b>				<b>25,24</b>

\* Médias diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na coluna e maiúsculas na linha) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Para a gordura abdominal, constatou-se diferença significativa (P<0,05) entre as rações. Os frangos que consumiram as rações com 14% de PB e Pd reduzidos (0,20% e 0,30%), suplementadas com fitase e aqueles que consumiram a ração com 16% PB e 0,30% de Pd apresentaram teor de gordura

abdominal superior ao daqueles que consumiram a ração controle. Isto pode ser explicado pelo fato que, na ração com menor teor de proteína (14%), a suplementação de aminoácidos não manteve o balanço de aminoácidos, resultando, neste caso, no catabolismo de aminoácidos e conseqüente deposição de gordura na carcaça.

Esse resultado foi similar ao de Han et al. (1992), que constataram aumentos significativos na deposição de gordura abdominal de frangos alimentados com rações formuladas com baixos níveis de proteína e suplementadas com aminoácidos limitantes. Também Dari (1996) observou que a redução do teor de PB da ração de 20% para 18,2% proporcionou maior porcentagem de gordura abdominal. No entanto, os resultados do presente experimento foram diferentes aos obtidos por Blair et al. (1999), para os quais o conteúdo de gordura abdominal às 6 semanas não foi afetado pelos níveis de PB e aminoácidos da dieta. Porém, esses mesmos autores constataram, em outro experimento utilizando programa alimentar, que as aves que consumiram dietas com PB reduzida na fase inicial e de crescimento, suplementadas com aminoácidos, apresentaram carcaça com teores mais elevados de gordura. Porém, Araújo et al. (2002) verificaram que os níveis crescentes de aminoácidos na ração não interferiram no rendimento de carcaça, peito, pernas, asas, dorso, cabeça e pescoço, dos pés e da gordura abdominal, mas, a redução do nível de cálcio melhorou o rendimento de peito.

A comparação entre os tratamentos no esquema fatorial revelou que não houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd para nenhuma das características avaliadas e nem diferenças ( $P > 0,05$ ) no rendimento de peito, sobrecoxa, dorso e asa, em função dos níveis de PB e Pd da ração. Também não foi constatado efeito ( $P > 0,05$ ) do nível de PB da ração sobre o rendimento de carcaça.

Esse resultado foi diferente daqueles obtidos por Lisboa et al. (1999), que constataram que o aumento do nível de PB da ração proporcionou redução no rendimento de carcaça e aumento no rendimento de coxa. Por outro lado, esses resultados foram similares aos de Kerr & Kidd (1999), que verificaram que as aves alimentadas com rações contendo PB reduzida, suplementadas com aminoácidos essenciais e ácido glutâmico, tiveram rendimento de carcaça e de peito similares às aquelas alimentadas com a dieta com 19% de PB (controle).

Costa et al. (2001) concluíram que o rendimento de carcaça não foi influenciado pelos níveis de PB da ração. Porém, foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos níveis de Pd para o rendimento de carcaça e do nível de PB para a porcentagem de gordura abdominal.

O menor rendimento de carcaça foi obtido para as aves que consumiram a ração com 0,20% de Pd + fitase. Esse resultado possivelmente foi devido ao menor ganho de peso obtido pelas aves que consumiram essa ração.

Para a gordura abdominal, a maior porcentagem foi observada para as aves que consumiram a ração com 14% de PB, possivelmente devido à maior quantidade de aminoácidos sintéticos adicionados nessa dieta. Isso pode ter causado um desequilíbrio dos aminoácidos, resultando no catabolismo e utilização da porção carbonada dos aminoácidos para síntese e deposição de gordura abdominal. Este resultado se assemelha aos resultados obtidos por Colnago et al. (1991), Han et al. (1992) e Moran et al. (1992), que constataram aumentos significativos na deposição de gordura abdominal das aves que foram alimentadas com rações com baixos níveis de proteína e suplementadas com aminoácidos limitantes. Entretanto, não observou-se efeito do nível de Pd e suplementação de fitase para a porcentagem de gordura abdominal. Esse resultado foi semelhante ao de Yonemochi et al. (2003), que verificaram que a

suplementação de fitase em rações com Pd reduzido não influenciou a porcentagem de gordura abdominal.

#### **4 CONCLUSÕES**

O uso de aminoácidos sintéticos e da enzima fitase na ração de frangos de corte, na fase de crescimento (22 a 42 dias), permitiu reduzir os níveis de proteína bruta, fósforo disponível e cálcio para 14,0%, 0,30% e 0,70%, correspondendo a uma redução de 27,84%, 25% e 19,54%, respectivamente, sem afetar o desempenho das aves. O uso destes níveis nas rações, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase, reduziram os teores de fósforo na cama em, média, 33,92% e de zinco em 14,81%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, C. S. S.; ARTONI, S. M. B.; ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; BORGES, S. A. Desempenho, rendimento de carcaça e excreção de cálcio de frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de idade alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 3, n. 6, p. 2209-2215, nov./dez. 2002.

BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; WANG, P. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 1, p. 25-47, 1999.

CAUWENBERGHE, S. V.; BURNHAM, D. New developments in amino acid protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: EUROPEAN SYMPOSIUM POULTRY NUTRITION, 13., 2001, Blankenberge, Belgium. **Proceedings...** Blankenberge, Belgium, 2001.

COLNAGO, G. L.; PENZ Jr., A. M.; JENSEN, L. S. Effect of response of starting broilers chicks to incremental reduction in intact protein on performance during the grower phase. **Poultry Science**, Champaign, p. 153. Resumo, 1991. Supplement, 1.

COSTA, F. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; SANTANA, R. T. Níveis dietéticos de proteína bruta para pintos de corte Ross, no período de 1 a 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001.

DARI, R. L. **Uso de aminoácidos digestíveis e do conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

DEMYR, E.; SEKERODLU, A. The efficacy of phytase in broiler diets containing low phosphorus, calcium and crude protein. Indian. **Journal of Animal Science**, New Delhi, v. 72, n. 6, p. 513-515, June 2002.

EUCLYDES, R. F. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – versão 5. 0:** guia do usuário. Viçosa, MG: UFV. Central de Processamento de Dados. 1993.

FERGUSON, N. S.; GATES, R. S.; TARABA, J. L.; CANTOR, A. H.; PESCATORE, A. J.; STRAW, M. L.; FORD, M. J.; BURNHAMS, D. J. The effect of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 8, p. 1085-1093, Aug. 1998.

GATES, R. S. Poultry diet manipulation to reduce output of pollutants to environment. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia, SC: EMBRAPA, 2000. p. 62-74.

HAN, Y.; SUZUKY, H.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diets for chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 7, p. 1168-1178, July 1992.

KERR B. J.; KIDD, M. T. Amino acid supplementation of low – protein broiler diets: 1. Glutamic acid and indispensable amino acid supplementation. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 3, p. 298-309, Fall 1999.

KESHAVARZ, K.; AUSTIC, R. E. The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid- and phytase-supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 75-83, Jan. 2004.

LISBOA, J. S.; SILVA, D. J.; SILVA, M. A.; SOARES, P. R.; GRAÇAS, A. S. Desempenho de três grupos genéticos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 555-559, maio/jun. 1999.

MASSAHUD, N. **Métodos de análise foliar**. Departamento de Química, Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 1997. ( notas de aulas).

MORAN, E. T.; BUSHONG, Jr., R. D.; BILGILI, S. F. Reducing dietary crude protein for broilers while satisfying amino acid requirement by least-cost formulation: Live performance, litter composition and yield of fast-food carcass cuts at six weeks. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 1687-1694, Oct. 1992.

MUNARO, F. A.; LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S. E.; RÜTZ, F. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo em rações com farelo de arroz desengordurado para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 5, p. 932-943, set./out. 1996a.

MUNARO, F. A.; LÓPEZ, J.; TEIXEIRA, A. S.; RÜTZ, F. Aumento da disponibilidade do fósforo fitico pela adição de fitase a rações para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 5, p. 921-931, set./out. 1996b.

PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of non ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES. REUNIÃO ANUAL DA SBZ. Maringá, PR. **Anais...** Maringá, PR, 1994. 119-128.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.

ROSTAGNO, H. S.; VARGAS JR., J. G.; ALBINO, L. F. T.; OLIVEIRA, J. E.; TOLEDO, R. S.; CARVALHO, D. C. O. Níveis de proteína, eletrólitos e aminoácidos nas rações de frangos de corte na fase de crescimento. In: CONFERÊNCIA APINCO 2002 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: APINCO, 2002. p. 51.

SCHOULTEN, N. A. **Níveis de cálcio em dietas para frangos de corte suplementadas com fitase**. 2001. 79 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SEIFFERT, N. F. Planejamento da atividade avícola visando a qualidade ambiental. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia, SC: EMBRAPA, 2000. p. 1-20.

SILVA, M. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; VARGAS Jr., J. G. Níveis de metionina + cistina e de proteína bruta para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 350-356, mar./abr. 1997.

SMITH, M. O. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 6, p. 1146-1150, June 1993.

VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1172-1183, Aug. 2002.

YONEMOCHI, C.; FUJISAKI, H.; TAKAGI, H. Effects of amino acid, enzyme mixture and phytase added to low protein and low phosphorus diet on performance and excretion of nitrogen and phosphorus in broilers. **Journal of Poultry Science**, Tokyo, v. 40, n. 2, p. 114-120, 2003.

ZYLA, K.; KORELESKI, J.; SWIATKIEWICZ, S.; LEDOUX, D. R.; PIIRONEN, J. Influence of supplemental enzymes on the performance and phosphorus excretion of broilers fed wheat- based diets to 6 weeks of age. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 89, n. 1/2, p. 113-118, Jan. 2001.

## **CAPÍTULO V**

### **REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA E FÓSFORO EM RAÇÕES COM FITASE PARA FRANGOS DE CORTE, NA FASE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE. II – VALORES ENERGÉTICOS E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES**

## RESUMO

SILVA, Yolanda Lopes da. Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade. II – Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes. LAVRAS: UFLA, 2004. **In: \_\_\_\_\_ Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes.** 2004. p.145-179. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

Um ensaio de metabolismo foi conduzido para avaliar o efeito da redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, sobre os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca (MS), consumo, excreção e coeficiente de retenção aparente de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), potássio (K), cobre (Cu) e zinco (Zn). O ensaio foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento e Zootecnia de Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram utilizados 200 pintos de corte machos, Cobb, criados em um galpão convencional até os 21 dias de idade, recebendo ração à base de milho e farelo de soja com exigências nutricionais recomendadas para essa fase. Aos 21 dias de idade, as aves foram uniformizadas por peso ( $646 \pm 8g$ ) e transferidas para galpão experimental dividido em boxes e começaram a receber os respectivos tratamentos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial  $3 \times 3 + 1$ , sendo três níveis de PB (14%; 16% e 18%) e três níveis de Pd (0,20%; 0,30% e 0,40%) e ração controle com níveis nutricionais, recomendado por pesquisadores brasileiros, com 5 repetições de 5 aves por parcela. Às rações com níveis reduzidos de Pd foram adicionados 500FTU de fitase e reduziu-se o teor de cálcio em 20%. Aos 35 dias de idade, as aves foram transferidas e distribuídas em baterias metálicas, em sala de metabolismo com ambiente parcialmente controlado. Os valores de EMAn das rações com PB reduzida e diferentes níveis de Pd, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase, foram superiores ( $P < 0,05$ ) ao da ração controle. O CDMS das rações com nível de 14% de PB foi superior ( $P < 0,05$ ) ao da ração controle. O consumo de P das rações com teores de PB reduzido, suplementadas ou não com fitase, foi menor do que o consumo da ração controle. O consumo

---

<sup>1</sup> **Comitê Orientador:** Paulo Borges Rodrigues - UFLA (Orientador), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA, Antônio Gilberto Bertechini - UFLA, Elias Tadeu Fialho - UFLA.

de Ca das aves que receberam as rações com teores de Ca e Pd reduzidos foram menores ( $P < 0,05$ ) que o daquelas alimentadas com rações com teores de Ca e Pd recomendados pela literatura. Para a excreção de P e Ca, os resultados mostraram que ocorreu redução ( $P < 0,05$ ) para as aves que foram alimentadas com as rações com teores de PB reduzidos e suplementadas com fitase, que foram menores ( $P < 0,05$ ) aos das aves alimentadas com a ração controle. A ração com teor de 14% de PB e 0,20% de Pd apresentou coeficiente de retenção de Ca e P superior ( $P < 0,05$ ) à ração controle. O consumo e a excreção de nitrogênio das aves alimentadas com rações com níveis reduzidos de PB e suplementadas com fitase foram inferiores ao das aves alimentadas com a ração controle. As rações com 14% de PB em todos os níveis de Pd e as rações com 16% de PB nos níveis de Pd de 0,20% + fitase e 0,40% sem fitase e as rações com 18% de PB e 0,20% de Pd + fitase apresentaram coeficiente de retenção de nitrogênio superior ( $P < 0,05$ ) ao da ração controle. Constatou-se que o fornecimento da rações para frangos de corte com níveis reduzidos de PB e Pd resultou em redução do consumo e excreção de K. Para o coeficiente de retenção K não foram constatadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre as rações com PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase e a ração controle. As aves que consumiram as rações com 14% de PB nos diferentes níveis de Pd e as rações com 18% de PB nos níveis de Pd de 0,30% + fitase e 0,40% sem fitase apresentaram menor consumo de Cu ( $P < 0,05$ ) do que aquelas que foram alimentadas com a ração controle. Não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) para a excreção de Cu entre as aves que consumiram rações com PB e Pd reduzidos e aquelas que consumiram a ração controle. Para o coeficiente de retenção do Cu foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) do nível de PB e Pd, tendo as rações com 14% de PB nos três níveis de Pd apresentado coeficientes de retenção inferiores ao da ração controle. Os níveis de PB e Pd das rações influenciaram o consumo e a excreção de Zn ( $P < 0,05$ ). Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para o coeficiente de retenção de Zn entre as rações com PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase e a ração controle. Concluiu-se que a redução dos teores de proteína bruta e fósforo disponível da ração de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade melhorou os valores de energia metabolizável aparente corrigida, digestibilidade da matéria seca e reduziu a excreção de nitrogênio, fósforo e zinco, quando associada à suplementação com fitase.

## ABSTRACT

SILVA, Yolanda Lopes da. Reduction of the levels of protein and phosphorus in diets with phytase for 22 to 42 day old broilers. II – Energy values and digestibility of nutrients. LAVRAS: UFLA, 2004. In:            **Reduction of the protein and phosphorus levels in diets with phytase for broilers: performance, digestibility and excretion of nutrients.** Lavras: UFLA, 2004. p.145-179.(Thesis - Doctorate).<sup>1</sup>

A metabolism trial was conducted to evaluate the effect of the reduction of the levels of crude protein (CP) and available phosphorus (AP) in diets with phytase for broilers of 22 to 42 days of age , upon the values of corrected apparent metabolizable (EMAn), dry matter apparent digestibility coefficient (MS), consumption, excretion and apparent retention coefficient of nitrogen, (N), phosphorus (P), calcium (Ca), potassium ( K), copper ( Cu) and zinc (Zn). The trial was conducted in the Poultry Farming Sector of the Animal Science Department of the Federal University of Lavras (UFLA). 200 Cobb, male, broiler chicks were employed, reared up in a conventional shelter up to 21 days old , receiving a corn and soybean meal-based diet with nutrient requirements recommended for this phase. At 21 days of age. The birds were uniformed by weight ( 646 ± 8g) and transferred to an experimental shelter divided into boxes and they began to receive the respective treatments. The experimental design was the completely randomized in 3 x 3 + 1 factorial scheme, its being three levels of CP (14%; 16% and 18%) and three levels of AP (0.20%; 0.30% and 0.40%) and control diet with nutrition levels, recommended by Brazilian researchers, with five replicates of 5 birds per plot . to the diets with reduced levels of Pd 500FTU of phytase were added and the content of calcium was reduced by 20%. At 35 days old, the birds were transferred and distributed into metallic batteries, in a metabolism room with partially controlled ambient the values of EMAn of the diets with reduced CP and different levels of AP, supplemented with synthetic aminoacids and phytase, were superior (P<0.05) to that of the control diet. The CDMS of the diets with level of 14% of CP was higher (P<0.05) than that of the control diet. P consumption of the diets with reduced CP contents, supplemented or not with phytase, was lower than the consumption of the control diet.. The consumption of K of the birds which were

---

<sup>1</sup> **Guidance Committee:** Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Adviser), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA, Antônio Gilberto Bertechini – UFLA, Elias Tadeu Fialho – UFLA.

given the diets with reduced contents of Ca and P were lower ( $P < 0.05$ ) than that of those fed diets with Ca and AP contents recommended by the literature. For P and Ca excretion, the results showed that reduction took place ( $P < 0.05$ ) for the birds which were fed the diets with reduced CP contents and supplemented with phytase, which were lower than ( $P < 0.05$ ) than those of the birds fed the control diet. The diet with a content of 14% of CP and 0.20% of AP presented a retention coefficient of Ca and P superior ( $P < 0.05$ ) to the control diet. The consumption and excretion of nitrogen of the birds fed diets with reduced CP levels and supplemented with phytase were inferior to that of the birds fed the control diet. The diets with 14% of CP at all the levels of AP and the rations with 16% of CP at the levels of AP of 0.20% + phytase and 0.40% without phytase and the diets with 18% of CP and 0.20% of AP + phytase presented nitrogen retention coefficient superior ( $P < 0.05$ ) to that of the control diet. It was found that the feeding of diets with reduced levels of CP and AP to the broilers resulted into reduced consumption and excretion of K. Significant differences were not found for K retention coefficient ( $P > 0.05$ ) among the diets with reduced CP and AP, supplemented with aminoacids and phytase and the control diet. The birds which consumed the diets with 14% of CP at the different levels AP and the diets with 18% of CP at the AP levels of 0.30% + phytase and 0.40% without phytase presented lower consumption of Cu ( $P < 0.05$ ) than which were fed the control diet. There were no differences ( $P > 0.05$ ) for Cu excretion among the birds which consumed diets with reduced CP and AP and the ones which consumed the control diet. For Cu retention coefficient, significant effect was observed ( $P < 0.05$ ) of the level of CP and AP, the diets of 14% of CP having at the levels of AP presented retention coefficients inferior to that of the control diet. The levels of CP and AP of the diets influenced both consumption and excretion of Zn ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences ( $P > 0.05$ ) for Zn retention coefficient among the diets with reduced CP and AP, supplemented with aminoacids and phytase and the control diet. It follows that reduction of the contents of crude protein and available phosphorus of the diet for broilers over the period of 22 to 42 days of age improved the values of corrected apparent metabolizable energy, dry matter digestibility and reduced excretion of nitrogen, phosphorus and zinc, when associated with phytase supplementation.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas granjas de frangos de corte, o destino da cama é seu uso como fertilizante. Mas, quando aplicada ao solo sem critérios, resulta em excesso de poluentes, que podem ser prejudiciais para as plantas e a qualidade da água.

Para reduzir o efeito poluidor dos dejetos gerados pela avicultura, as alternativas relacionadas com a nutrição envolvem medidas que melhorem a qualidade das rações, possibilitando maximizar a eficiência de utilização dos alimentos pelos animais e o fornecimento de rações que atendam com mais exatidão as exigências dos animais. Neste contexto, a redução dos teores de PB e Pd e a suplementação com aminoácidos e fitase têm permitido reduzir a excreção de poluentes.

Kerr & Kidd (1999) constataram que a redução de proteína bruta da ração em 1,2% diminuiu de forma acentuada a excreção de nitrogênio para frangos de 28 a 45 dias, alimentados com dietas contendo níveis reduzidos de proteína bruta e suplementadas com aminoácidos essenciais, de acordo com o perfil de aminoácidos de Illinois. Blair et al. (1999) avaliaram o efeito de dietas com teores de PB variando entre 21% e 18%, suplementadas com lisina, metionina + cistina, treonina e triptofano nos níveis de 90%, 100% e 110% dos níveis utilizados pela indústria, para frangos de corte no período de 3 a 6 semanas sobre a excreção de nitrogênio. Estes autores verificaram que a redução da PB da dieta de 21% para 18% resultou em mais de 20% de redução na excreção diária de nitrogênio e as aves que consumiram a ração com 18% de PB + 110% de suplementação de aminoácidos apresentaram a maior redução na excreção de nitrogênio.

Outro procedimento que tem contribuído para reduzir a excreção de elementos poluentes pelas aves está relacionado à adição de fitase nas rações.

Além de melhorar o aproveitamento do fósforo fitico dos alimentos vegetais, que são os principais constituintes das rações de aves, diminuindo a necessidade de suplementar as rações com fontes inorgânicas de fósforo e reduzir a excreção de fósforo, a adição de fitase tem apresentado efeito favorável sobre a energia metabolizável e digestibilidade de outros nutrientes das rações, como proteína, aminoácidos, zinco e cobre.

Segundo Sebastian et al. (1996), a suplementação de fitase microbiana em dietas com teor de fósforo reduzido aumentou a retenção de P, Ca, Cu e Zn. Também de acordo com Yi et al. (1996b), a fitase microbiana é efetiva em melhorar a utilização de zinco em frangos alimentados com dieta com baixo teor de Zn à base de milho e isolado de soja. Ravindram et al. (1999) observaram melhora na digestibilidade de todos aminoácidos de vários alimentos ( cereais, farelos de oleaginosas e subprodutos de cereais) quando a fitase foi adicionada às dietas experimentais com o alimento teste. Conte (2000) observou que a adição de fitase em ração para a fase final de frangos de corte com baixo nível de Pd reduziu os teores de P, Zn, Mn e Cu nas excretas e aumentou as taxas de absorção de P, Cu Zn e Mn. Viveros et al. (2002) verificaram que a suplementação de fitase em dietas com baixo Pd, para frangos de corte no período de 3 a 6 semanas, aumentou a retenção de Ca, P, Mg e Zn.

Jacobb et al. (2000) verificaram que a adição de apenas fitase ou combinação de fitase + pentosanase em dietas para frangos de corte, com nível reduzido de proteína bruta, diminuiu a excreção de nitrogênio e fósforo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, sobre os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca (MS),

consumo, excreção e coeficiente de retenção aparente de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), potássio (K), cobre (Cu) e zinco (Zn).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local, período experimental e animais**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento e Zootecnia de Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, no período de 30/07/2002 a 20/08/2002. Foram utilizados 200 pintos de corte machos, Cobb, criados até a idade de 21 dias em galpão de alvenaria com piso coberto com maravalha, recebendo ração à base de milho e farelo de soja com os níveis nutricionais recomendados para essa fase. Aos 21 dias de idade, as aves foram uniformizadas por peso (peso médio de  $646 \pm 8g$ ) e transferidas para o galpão experimental dividido em boxes com piso coberto com maravalha, quando começaram a receber os respectivos tratamentos. Aos 35 dias de idade, as aves foram transferidas e distribuídas aleatoriamente em baterias metálicas, em sala de metabolismo com ambiente controlado, recebendo luz artificial por 24 horas, em que 5 repetições de 5 aves cada continuaram a receber os mesmos tratamentos experimentais fornecidos anteriormente.

### **2.2 Instalações e equipamentos**

O experimento foi realizado em uma sala de metabolismo de  $90m^2$  (6 x 15 m), com ambiente parcialmente controlado por dispositivo digital de controle de temperatura. Foram utilizadas gaiolas de metabolismo construídas em arame galvanizado, com dimensões de 50 cm de largura, 50 cm de profundidade e 50 cm de altura, providas de bandejas coletoras de excretas. Os bebedouros usados foram do “tipo calha” e comedouros individuais de calha com borda para evitar desperdício.

### **2.3 Delineamento experimental**

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos em esquema fatorial 3 x 3 + 1 (3 níveis de fósforo disponível - Pd) (0,20%; 0,30% e 0,40%) e 3 níveis de proteína bruta - PB (14%; 16%; 18%) e um tratamento adicional constituído por uma ração controle formulada de acordo com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2000), totalizando 10 tratamentos em 5 repetições de 4 aves em cada unidade experimental.

### **2.4 Ensaio metabólico, rações experimentais e análises laboratoriais**

Para a determinação dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, coeficiente de retenção aparente do nitrogênio, fósforo, cálcio, potássio, zinco e cobre das rações experimentais, foi conduzido um ensaio metabólico, utilizando o método tradicional de coleta total de excretas.

As rações à base de milho e farelo de soja foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis, mantendo-se a relação ideal dos aminoácidos com a lisina. Às rações com 0,20% e 0,30% de Pd, foram adicionados 500 FTU de fitase/kg (Ronozyme – 2500 FTU/g ) e reduziu-se em 20% o teor de cálcio. Para os cálculos dos teores de proteína bruta e energia metabolizável das rações não foram considerados os valores protéico e energético dos aminoácidos. A composição química dos ingredientes e as fórmulas das rações experimentais encontram-se nas Tabelas 4.1 e 4.2 do capítulo 4. As rações e a água foram fornecidas à vontade durante o período experimental, que compreendeu um período de 5 dias de adaptação das aves às gaiolas e um período de 3 dias para a coleta das excretas, utilizando-se a metodologia de coleta total, segundo

Martinez (2002). A coleta de excreta era realizada em cada unidade experimental uma vez por dia. No período de coleta, foram instaladas, sob o piso das gaiolas, bandejas coletoras forradas com plásticos resistentes, para evitar perdas de excretas.

O consumo de ração de cada unidade experimental durante o período de coleta foi registrado e as excretas coletadas diariamente foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer até o final do período de coleta. Foram, então descongeladas, homogeneizadas, pesadas e retiradas as alíquotas para secagem em estufas de circulação de ar a 55°C até peso constante, sendo em seguida moídas e acondicionadas para posteriores análises laboratoriais.

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO (UFLA). Para determinação da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) das amostras das rações e excretas foi utilizada bomba calorimétrica modelo Parr - 1261. Para os cálculos dos valores da EMAn das rações, foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{EMAn da ração} = \frac{\text{MS ing} \times \text{EB ração} - \text{MS exc} \times \text{EB exc} - (8,22 \times \text{BN})}{(\text{Kcal/kg}) \text{MS ingerida}}$$

$$\text{BN} = \frac{\text{MS ing} \times \% \text{ N da ração}}{100} - \frac{\text{MS exc} \times \% \text{ N excretada}}{100}$$

onde:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio

MS ing = matéria seca ingerida

EB = energia bruta

MS exc = matéria seca excretada

EB exc = energia bruta excretada

BN = balanço de nitrogênio

O método de Kjeldahl foi utilizado para análise dos teores de nitrogênio das rações e excretas. Para a determinação dos minerais, a solução mineral foi obtida por via úmida, para o fósforo, pelo método de colorimetria, para o potássio a metodologia de fotometria de chama e os demais minerais por espectrofotometria de absorção atômica, conforme descrito por Massahud (1997).

Para os cálculos do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e coeficientes de retenção aparente de nitrogênio, fósforo, cálcio, potássio, zinco e cobre, na matéria seca, foi utilizado seguinte fórmula:

$$CD = \frac{\text{g de nutriente ingerido} - \text{g de nutriente excretado}}{\text{g de nutriente ingerida}} \times 100$$

O consumo de N, P, Ca, K, Cu e Zn foi determinado por meio do teor de cada elemento na matéria seca de ração multiplicado quantidade de matéria seca de ração consumida por ave por dia. Para calcular a excreção absoluta de cada elemento, o teor do elemento na excreta foi multiplicado pela quantidade de excreta por ave por dia, considerando a teor do elemento e a quantidade de excreta na matéria seca. A porcentagem de excreção relativa de cada elemento, foi calculada pela relação entre a excreção das rações experimentais e controle, considerando como 100% a quantidade excretada pela ração controle.

## **2.5 Análise estatística**

As análises estatísticas foram realizadas pelo pacote computacional, Sistema para Análises Estatísticas, SAEG, versão 5.0, segundo Euclides (1993). Foi realizada um análise global, com todos os tratamentos, com o objetivo de obter o quadrado médio do resíduo para testar o fatorial e para realizar o teste de Dunnet a 5%, comparando-se o tratamento controle com cada um dos demais tratamentos. Para a comparação dos tratamentos no esquema fatorial utilizou-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade.

Como algumas rações foram suplementadas com a enzima fitase e outras não, entendeu-se que os tratamentos ficaram constituídos de combinação nutricional, tornando-se qualitativos, não sendo, portanto, interesse do presente trabalho uma aplicação da regressão polinomial.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5.1 encontram-se os resultados obtidos para os valores de energia metabolizável aparente corrigida na matéria seca (EMAn) e coeficiente de digestibilidade (CD) da matéria seca de rações com PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase.

**TABELA 5.1.** Valores de energia metabolizável aparente corrigida na matéria seca e coeficiente de digestibilidade da MS de rações com teores reduzidos de PB e Pd, suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,20+fitase	0,30+fitase	0,40s/fitase	
EMAn (kcal/kg)	14	3346*	3456*	3427*	3410
	16	3454*	3358*	3426*	3413
	18	3351*A	3459*A	3237*B	3349
	<b>Média</b>	<b>3384</b>	<b>3424</b>	<b>3363</b>	
	<b>Controle</b>			<b>3160</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>2,39</b>		
CDMS(%)	<b>Níveis PB (%)</b>				
	14	77,33*	78,12*	78,32*	77,92a
	16	76,46	75,22	76,78	76,15a
	18	75,75	74,40	71,35	73,83b
	<b>Média</b>	<b>76,51</b>	<b>75,91</b>	<b>75,48</b>	
	<b>Controle</b>			<b>72,54</b>	
<b>CV (%)</b>			<b>3,37</b>		

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (maiúsculas na linha e minúscula na coluna) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

A comparação entre os resultados obtidos para a EMAn mostrou que houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nos teores de EMAn entre as rações. As rações com PB reduzida e diferentes níveis de Pd, suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase, foram superiores a ração controle, exceto para a ração com 18% de PB e 0,40% de Pd. O conteúdo energético mais elevado das rações com teores de PB reduzido provavelmente foi devido à maior quantidade de aminoácidos sintéticos que foi necessário adicionar nessas rações para suprir as exigências nutricionais das aves, além do valor energético dos aminoácidos não ter sido incluído no cálculo do teor de energia metabolizável das rações. Esse resultado demonstra que a redução dos teores de PB e a suplementação de aminoácidos não diminuiu o conteúdo energético das rações. Também Harms & Russel (1998) observaram que o conteúdo dietético de energia de rações para frangos de corte com níveis reduzidos de PB aumentou com a adição de aminoácidos sintéticos.

Para o CDMS, observou-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as rações com 14% de PB em todos os níveis de Pd e a controle. Os CD das rações com 14% de PB foram superiores ao da ração controle, indicando melhora na digestibilidade da ração, que foi em torno de 6,90%. Provavelmente, esse resultado foi devido à maior taxa absorção dos aminoácidos do que da proteína intacta. Esses resultados foram diferentes daqueles obtidos por Yi et al. (1996a), que verificaram que a adição de fitase em dietas para perus com nível de Pd reduzido para 0,45% e níveis de PB de 22,5% e 28% aumentou a utilização aparente da MS.

Ao comparar as médias dos tratamentos no fatorial, verificou-se que houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd para os valores de EMAn. Para os valores de EMAn das rações com 14% e 16% de PB não foi observado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) da redução dos teores de Pd e suplementação de fitase. Isto sugere que a fitase não foi eficiente em melhorar o

conteúdo energético dessas rações, já que as rações apresentaram valores de EMAn similares. Porém, para as rações com 18% de PB, foi verificada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as rações com Pd reduzidos + fitase e aquela com nível normal de Pd sem fitase. As rações suplementadas com fitase apresentaram valores de EMAn maiores do que a ração sem fitase. Esses resultados foram similares aos de Camdem et al. (2001), que constataram que a adição de fitase em dietas para frangos de corte na fase inicial com níveis de Pd reduzido melhorou os valores de EMAn, embora, nesses estudos, as rações não apresentassem teores de PB reduzidos e não foram suplementadas com aminoácidos.

Não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) para os CD da matéria seca. Porém, foi constatada diferença significativa ( $P < 0,05$ ), apenas para o nível de PB da ração e os CD das rações com 14% e 16% de PB foram superiores ao da ração com 18% de PB. Isto pode estar relacionado à maior quantidade de aminoácidos sintéticos adicionado nessas rações, pois os aminoácidos sintéticos são absorvidos mais rapidamente do que a proteína intacta. Não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de Pd da ração para os CDMS e os valores obtidos foram similares entre as rações com fitase e sem fitase. Esse resultado está de acordo com aqueles de Yi et al. (1996 b), que verificaram que a adição de fitase não influenciou a digestibilidade da MS de rações de frangos de corte alimentados com dietas com baixo teor de Zn à base de milho e isolado de grãos de soja.

A redução dos teores de PB e Pd das rações, combinada com a suplementação de aminoácidos e fitase, influenciou significativamente ( $P < 0,05$ ) o consumo, a excreção e o coeficiente de retenção do fósforo e cálcio (Tabelas 5.2 e 5.3).

**TABELA 5.2.** Consumo, excreção e coeficiente de retenção de fósforo de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,20+fitase	0,30+fitase	0,4s/fitase	
Consumo mg/ave/dia	14	452*c	562*b	864a	626
	16	401*b	461*b	779*a	547
	18	443*c	651*b	754*a	616
	<b>Média</b>	<b>432</b>	<b>558</b>	<b>799</b>	
	<b>Controle</b>				<b>911</b>
	<b>CV (%)</b>				<b>8,83</b>
Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Níveis PB (%)				<b>Média</b>
	14	172*	267*	407	282 B
	16	167*	292*	484	314AB
	18	225*	298*	456	326A
	<b>Média</b>	<b>188c</b>	<b>286b</b>	<b>449a</b>	
	<b>Controle</b>				<b>463</b>
<b>CV (%)</b>				<b>14,28</b>	
Coeficiente retenção (%)	Níveis PB (%)				<b>Média</b>
	14	62,21*a	52,15b	52,82b	55,73
	16	58,36a	38,20*b	37,88*b	44,81
	18	49,10a	51,94a	39,54*b	46,86
	<b>Média</b>	<b>56,56</b>	<b>47,43</b>	<b>43,41</b>	
	<b>Controle</b>				<b>49,42</b>
<b>CV (%)</b>				<b>10,80</b>	
Excreção relativa ao controle (%)	Níveis PB (%)				
	14	37	58	88	
	16	36	63	105	
	18	49	64	98	
	<b>Controle</b>				<b>100</b>

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na linha e maiúsculas na coluna) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

**TABELA 5.3.** Consumo, excreção e coeficiente de retenção de cálcio de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,20+fitase	0,30+fitase	0,40 s/fitase	
Consumo (mg/ave/dia)	14	1.864b	1.303*a	2.119a	1.762
	16	1.617*b	1.290*c	1.843a	1.583
	18	1.642*a	1.606*a	1.786*a	1.677
	<b>Média</b>	<b>1762</b>	<b>1583</b>	<b>1678</b>	
	<b>Controle</b>			<b>2.076</b>	
	<b>CV (%)</b>	<b>8,29</b>			
	Níveis PB (%)				Média
Excreção absoluta (mg/ave/dia)	14	593*	617*	898	703
	16	594*	597*	858	683
	18	604*	524*	786	638
	<b>Média</b>	<b>597B</b>	<b>579B</b>	<b>847A</b>	
	<b>Controle</b>			<b>845</b>	
	<b>CV (%)</b>	<b>11,14</b>			
	Níveis PB (%)				Média
Coeficiente retenção (%)	14	68,23*a	52,33*c	57,58b	59,38
	16	63,40a	53,64b	53,38b	56,81
	18	63,19 <sup>a</sup>	67,38*a	56,12b	62,23
	<b>Média</b>	<b>64,94</b>	<b>57,78</b>	<b>55,69</b>	
	<b>Controle</b>			<b>59,26</b>	
	<b>CV (%)</b>	<b>5,68</b>			
	Níveis PB (%)				Média
Excreção relativa ao controle (%)	14	70	73	106	
	16	70	71	102	
	18	71	62	93	
	<b>Controle</b>			<b>100</b>	

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas dentro de cada nível de PB e maiúsculas para níveis de Pd) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

O consumo de P das rações com teores de PB reduzido, suplementadas ou não com fitase, foi menor do que o consumo das ração controle, exceto para a ração com 14% de PB e 0,45% de Pd sem fitase. O consumo de Ca das aves que receberam as rações com teores de Ca e Pd reduzidos foi menor que o daquelas alimentadas com rações com teores de Ca e Pd recomendados pela literatura. Entretanto, vale ressaltar que o consumo de Ca das aves que receberam a ração com 14% de PB e 0,25% de Pd foi igual ao da ração controle.

Para a excreção de P e Ca, os resultados mostraram que ocorreu redução na excreção para as aves que foram alimentadas com as rações com teores de PB reduzidos e suplementadas com fitase. Isto demonstra que a redução nos teores de PB da ração, associada à suplementação com fitase, foi eficiente em reduzir a excreção de P e Ca. A excreção de P e Ca das aves que consumiram as rações com teores de P e Ca reduzidos correspondeu, em média, a 51,2% e 69,5% da excreção de P e Ca das aves que consumiram a ração controle (Tabelas 5.2 e 5.3).

O resultado obtido foi similar ao de Jacobb et al. (2000), que verificaram que a adição de fitase ou combinação de fitase + pentosanase em rações para frangos de corte, com nível reduzido de PB, diminuiu a excreção de fósforo.

Kishavarz & Austic (2004) constataram redução na excreção de P por poedeiras alimentadas com dietas com níveis reduzidos de PB e Pd, suplementadas com aminoácidos e fitase.

Com relação ao coeficiente de retenção de P e Ca, a ração com 14% de PB e 0,20% de Pd + fitase foi superior à ração controle, indicando que houve uma melhora na retenção de P e Ca em torno de 20% e 13%, respectivamente. Entretanto, vale ressaltar que, para o Ca, foi constatada também melhora no coeficiente de retenção para as aves que consumiram a ração com 18% de PB e 0,30% de Pd + fitase.

A comparação das médias no ensaio fatorial mostrou que houve interação ( $P < 0,05$ ) para o consumo de Ca e P (Tabelas 5.2 e 5.3). No desdobramento da interação para o consumo de P e Ca, observou-se que, nos diferentes níveis de PB, o consumo desses minerais foi menor para os frangos que receberam as rações com Pd reduzido + fitase.

Para a excreção de P e Ca, não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd da ração, mas houve efeito do nível de PB e de Pd para a excreção de P e efeito do nível de Pd para a excreção de Ca. Os frangos que consumiram as rações com teor de PB de 14% e rações com 0,25% de Pd apresentaram menor excreção de P. O resultado para a excreção de P concorda com aquele obtido por Yan et al. (2001), que constataram redução na excreção de P de frangos alimentados com rações contendo níveis de Pd reduzidos, durante o período de 3 a 6 semanas de idade. A suplementação de fitase mostrou-se eficiente em reduzir a excreção de Ca nos diferentes níveis de PB.

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd da ração para os coeficientes de retenção de P e Ca, tendo sido observado efeito significativo da redução do Pd e suplementação com fitase nos diferentes níveis de PB das rações. As rações com 14% e 16% de PB apresentaram coeficientes de retenção para o P e Ca superiores apenas para o nível de 0,20% de Pd + fitase. Porém, para a ração com 18% de PB, a fitase foi eficiente em melhorar o CD do P e Ca nos níveis de 0,20% e 0,30% de Pd. Esses resultados foram semelhantes aos de Sebastian et al. (1996), que constataram que a suplementação de fitase em dieta com teor de P reduzido aumentou a retenção de P e Ca. Igualmente, Viveros et al. (2002) verificaram aumento na retenção de Ca e P em dietas com baixo Pd, suplementadas com fitase.

Os resultados obtidos para o consumo e excreção de nitrogênio (Tabela 5.4) mostraram que as aves que foram alimentadas com as rações com níveis

reduzidos de PB e suplementadas com fitase apresentaram diminuição no consumo e na excreção de nitrogênio em relação às alimentadas com a ração controle. A excreção de nitrogênio das aves que consumiram as rações com PB reduzida foi, em média, de 67,5% daquelas que consumiram a ração controle. Os resultados para a excreção de nitrogênio foram similares aos de Jacobb et al. (2000), que verificaram que a adição de apenas fitase ou combinação de fitase + pentosanase em dietas para frangos de corte, com nível reduzido de PB, diminuiu a excreção de nitrogênio.

Kerr & Kidd (1999) constataram que a redução de PB da ração diminuiu de forma acentuada a excreção de frangos de corte de 28 a 45 dias alimentados com dietas contendo níveis reduzidos de PB e suplementadas com aminoácidos essenciais, de acordo com o perfil de aminoácidos de Illinois.

Para a retenção de nitrogênio, as rações com 14% de PB, em todos os níveis de Pd, apresentaram coeficiente de retenção superior ao da ração controle. Isso pode ser explicado pelos aminoácidos sintéticos adicionados às rações para suprir as exigências, os quais são prontamente disponíveis, apresentando maior taxa de absorção do que a proteína intacta. As rações com 16% de PB nos níveis de Pd de 0,20% de Pd + fitase e 0,40% sem fitase e as rações com 18% de PB e 0,20% de Pd + fitase apresentaram coeficiente de retenção superior ao da ração controle.

**TABELA 5.4.** Consumo, excreção e coeficiente de retenção de nitrogênio de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,20+fitase	0,30+fitase	0,40s/fitase	
Consumo (mg/ave/dia)	14	3.975*	3.469*	3.824*	3756c
	16	4.538*	4.069*	4.540*	4382b
	18	4.964	4.739*	4.588*	4764a
	<b>Média</b>	<b>4.492<sup>A</sup></b>	<b>4.092<sup>B</sup></b>	<b>4.317<sup>A</sup></b>	
	<b>Controle</b>				<b>5.600</b>
	<b>CV (%)</b>				<b>8,32</b>
	<b>Níveis PB (%)</b>				<b>Média</b>
Excreção absoluta (mg/ave/dia)	14	1.326*	1.113*	1.392*	1.277c
	16	1.499*	1.561*	1.633*	1.564b
	18	1.779*	1.852*	1.810*	1.813a
	<b>Média</b>	<b>1.534</b>	<b>1.509</b>	<b>1.611</b>	
	<b>Controle</b>				<b>2.300</b>
	<b>CV (%)</b>				<b>10,38</b>
	<b>Níveis PB (%)</b>				<b>Média</b>
Coeficiente retenção (%)	14	66,70*	67,80*	63,41*	65,97
	16	66,96*	62,60	64,07*	64,54
	18	64,14*	60,78	60,39	61,77
	<b>Média</b>	<b>65,93</b>	<b>63,73</b>	<b>62,62</b>	
	<b>Controle</b>				<b>57,03</b>
	<b>CV (%)</b>				<b>4,91</b>
	<b>Níveis PB (%)</b>				
Excreção relativa ao controle (%)	14	58	48	61	
	16	65	68	71	
	18	77	81	79	
	<b>Controle</b>				<b>100</b>

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (maiúsculas na linha e minúscula na coluna) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Comparando as médias no fatorial, verificou-se que para consumo, excreção e coeficiente de retenção do nitrogênio não houve interação entre os níveis de PB e Pd da ração. Entretanto, para o consumo de nitrogênio houve efeito do nível de PB e Pd, tendo as aves que consumiram as rações com menor teor de PB ingerido menor quantidade de nitrogênio. Para a excreção de nitrogênio houve efeito apenas do nível de PB, tendo a excreção sido menor para os frangos que consumiram ração com nível de reduzido de PB. A comparação entre rações com níveis reduzidos de PB e Pd mostrou que não houve efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis desses nutrientes no coeficiente de retenção de nitrogênio.

Para o consumo e excreção de K, constatou-se que o fornecimento de rações para frangos de corte com níveis reduzidos de PB e Pd resultou em redução do consumo e excreção de K em comparação com o consumo e excreção das aves alimentadas com a ração controle. As aves que receberam as rações com teores de PB reduzidos e diferentes níveis Pd excretaram, em média, 74,3% de K em relação àquelas alimentadas com a ração controle (Tabela 5.5).

Para o coeficiente de retenção do potássio não foi constatada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as rações com PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, e a ração controle, sugerindo que a redução dos teores de PB e Pd da ração associados à suplementação de aminoácidos e fitase não melhorou a retenção desse mineral.

Comparando-se as médias no fatorial observou-se interação entre os níveis de PB e Pd da ração sobre o consumo de K, sendo que nos diferentes níveis de PB as aves que consumiram as rações com 0,30% de Pd + fitase apresentaram menor consumo de K. Não houve interação para a excreção e coeficiente de retenção do K. Entretanto, para a excreção do K houve efeito do nível de PB da ração, tendo as aves que consumiram a ração com nível reduzido

de PB apresentado menor excreção de K. Entretanto, não houve efeito do nível de Pd.

**TABELA 5.5.** Consumo, excreção e coeficiente de retenção de potássio de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,20+fitase	0,30+fitase	0,40s/fitase	
Consumo (mg/ave/dia)	14	786*a	664*b	788*a	746
	16	921*b	845*b	1.050*a	939
	18	960*a	937*a	942*a	947
	<b>Média</b>	<b>889</b>	<b>815</b>	<b>927</b>	
	<b>Controle</b>			<b>1.234</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>8,41</b>		
<b>Níveis PB (%)</b>					<b>Média</b>
Excreção absoluta (mg/ave/dia)	14	540*	498*	524*	521C
	16	631*	618*	668*	639B
	18	695*	709	699*	701A
	<b>Média</b>	<b>622</b>	<b>609</b>	<b>630</b>	
	<b>Controle</b>			<b>833</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>10,86</b>		
<b>Níveis PB (%)</b>					<b>Média</b>
Coeficiente retenção (%)	14	31,58	24,69	33,59	30,00A
	16	31,54	26,61	36,33	31,40A
	18	27,52	24,34	25,74	25,87B
	<b>Média</b>	<b>30,21<sup>a</sup></b>	<b>25,21b</b>	<b>31,88a</b>	
	<b>Controle</b>			<b>32,66</b>	
	<b>CV (%)</b>		<b>16,90</b>		
<b>Níveis PB (%)</b>					
Excreção relativa ao controle (%)	14	64	60	63	
	16	76	74	80	
	18	83	85	84	
	<b>Controle</b>			<b>100</b>	

\* Médias diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnet (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na linha e maiúsculas na coluna) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Para a retenção do K, houve efeito dos níveis de PB e Pd, tendo as rações com 14% e 16% de PB apresentado os maiores coeficiente de retenção. Isso, provavelmente, foi devido à menor quantidade de farelo de soja nessas rações, conseqüentemente resultando em níveis reduzidos de K, já que o farelo de soja é a principal fonte de K. Em relação ao efeito do nível de Pd sobre a retenção de K, observou-se que o menor coeficiente de retenção foi obtido com a ração com 0,30% de Pd + fitase.

Para o Cu (Tabela 5.6), os resultados mostraram que houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos níveis de PB e Pd da ração sobre consumo, excreção e coeficiente de retenção do Cu.

As aves que consumiram as rações com 14% de PB nos diferentes níveis de Pd e as rações com 18% de PB nos níveis de Pd de 0,30%+ fitase e 0,40% sem fitase apresentaram menor consumo de Cu do que aquelas que foram alimentadas com a ração controle.

Para a excreção de Cu, não houve diferenças entre as aves que consumiram rações com PB e Pd reduzidos e aquelas que consumiram a ração controle, exceto para as que consumiram as rações com 18% de PB e níveis de Pd de 0,30% + fitase e 0,40% sem fitase.

**TABELA 5.6.** Consumo, excreção e coeficiente de retenção de cobre de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,20+fitase	0,30+fitase	0,40s/fitase	
Consumo (mg/ave/dia)	14	0,31*b	0,25*c	0,35*a	0,30
	16	0,48a	0,42b	0,40b	0,37
	18	0,44 <sup>a</sup>	0,38*b	0,30*c	0,43
	<b>Média</b>	<b>0,41</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	
	<b>Controle</b>			<b>0,46</b>	
	<b>CV (%)</b>			<b>8,26</b>	
	<b>Níveis PB (%)</b>				<b>Média</b>
Excreção absoluta (mg/ave/dia)	14	0,15b	0,14a	0,16a	0,15
	16	0,17c	0,17a	0,14b	0,16
	18	0,13 <sup>a</sup>	0,12*	0,12*a	0,12
	<b>Média</b>	<b>0,15</b>	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>	
	<b>Controle</b>			<b>0,16</b>	
	<b>CV (%)</b>			<b>12,41</b>	
	<b>Níveis PB (%)</b>				<b>Média</b>
Coeficiente retenção (%)	14	52,24*a	45,02*b	55,71*a	50,99
	16	65,44a	58,95b	63,79a	62,73
	18	70,06	67,35	61,73	66,38
	<b>Média</b>	<b>62,58</b>	<b>57,11</b>	<b>60,41</b>	
	<b>Controle</b>			<b>64,69</b>	
	<b>CV (%)</b>			<b>5,30</b>	
	<b>Níveis PB (%)</b>				
Excreção relativa ao controle (%)	14	94	88	100	
	16	106	106	88	
	18	81	75	75	
	Controle			100	

\* Médias diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnet(P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras ( dentro de cada nível de PB) diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

Para o coeficiente de retenção do Cu foi observado efeito significativo ( $P < 0,05\%$ ) do nível de PB e Pd. As rações com 14% de PB nos três níveis de Pd apresentaram coeficiente de retenção inferior ao da ração controle, mostrando que a redução da PB e Pd associada com suplementação de aminoácidos não melhorou a retenção do Cu.

Ao comparar as médias no fatorial, constatou-se que houve interação  $P (< 0,05)$  dos níveis de PB e Pd da ração para consumo, excreção e coeficiente de retenção do Cu. A ingestão de Cu no nível de 14% de PB foi menor para as aves que consumiram a ração com 0,30% de Pd + fitase, enquanto que no nível de 16% de PB, a menor ingestão foi pelas aves que consumiram as rações com 0,30% de Pd + fitase e 0,40% de Pd sem fitase. No nível de 18% de PB, a menor ingestão ocorreu com as aves que consumiram a ração com 0,30% de Pd sem fitase.

Para a excreção de Cu verificou-se que nos níveis de 14% e 19% de PB não houve efeito da fitase em reduzir a excreção de Cu. Para as rações com 16% de PB, a maior excreção de Cu ocorreu com as aves que consumiram as rações com níveis de Pd reduzidos. Esses resultados demonstram que a suplementação de fitase em rações com níveis reduzidos de PB e Pd não foi eficiente em reduzir a excreção de Cu.

Para o coeficiente de retenção do Cu, foi constatada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de Pd para as rações com teores de 14% e 16% de PB. Entretanto, para o nível de 18% de PB, não foi verificado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de Pd da ração. Os resultados sugerem que a fitase não foi eficiente em melhorar a retenção de Cu em rações com PB e Pd reduzidos, sendo então necessário reavaliar as exigências de Cu para essa fase, ao fornecer rações para aves com níveis de PB e Pd reduzidos suplementadas

com aminoácidos e fitase. Esses resultados diferem daqueles obtidos por Conte (2000), que verificou que a adição de fitase aumentou a taxa de absorção de Cu.

Os níveis de PB e Pd das rações influenciaram o consumo e a excreção de Zn ( $P<0,05$ ) (Tabela 5.7).

**TABELA 5.7.** Consumo, excreção e coeficiente de retenção de zinco de rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias.

	Níveis PB (%)	Níveis de Pd (%)			Média
		0,20+fitase	0,30+fitase	0,40s/fitase	
Consumo (mg/ave/dia)	14	16,14*a	13,30*b	15,36*a	14,93
	16	17,63*a	15,37*b	18,39a	17,13
	18	21,74 <sup>a</sup>	15,46*b	16,58*b	17,93
	<b>Média</b>	<b>18,50</b>	<b>14,71</b>	<b>16,77</b>	
	<b>Controle</b>			<b>20,44</b>	
<b>CV (%)</b>			<b>8,09</b>		
Excreção absoluta (mg/ave/dia)		Níveis PB (%)			Média
	14	11,23*a	9,75*a	10,80*a	10,59
	16	11,83b	10,35*b	13,34a	11,84
	18	14,00 <sup>a</sup>	10,86*b	11,95b	12,27
	<b>Média</b>	<b>12,35</b>	<b>10,32</b>	<b>12,03</b>	
<b>Controle</b>			<b>13,75</b>		
<b>CV (%)</b>		<b>9,87</b>			
Coeficiente retenção (%)		Níveis PB (%)			Média
	14	30,42	26,60	29,50	28,93
	16	32,94	32,67	27,34	30,93
	18	35,58	29,81	27,82	31,13
	<b>Média</b>	<b>33,00</b>	<b>29,67</b>	<b>28,33</b>	
<b>Controle</b>			<b>32,85</b>		
<b>CV (%)</b>		<b>14,93</b>			
Excreção relativa ao controle (%)		Níveis PB (%)			
	14	82	71	79	
	16	86	75	97	
	18	102	79	87	
<b>Controle</b>			<b>100</b>		

\* Médias diferem do tratamento controle, pelo teste de Dunnet ( $P<0,05$ )

Médias seguidas por diferentes letras (dentro de cada nível de PB) diferem pelo teste de SNK ( $P<0,05$ )

As aves que consumiram as rações com 18% de PB e 0,20% de Pd + fitase e ração com 16% de PB + 0,40% de Pd sem fitase, apresentaram consumo igual ao daquelas que consumiram a ração controle.

A excreção de Zn das aves que receberam as rações com 14% de PB, independente da suplementação de fitase e rações com 0,30% de Pd e diferentes níveis de PB, foi menor do que a excreção das aves que consumiram a ração controle. Porém, nos níveis de 16% e 18% de PB, a redução do Pd para 0,20% não contribuiu para reduzir a excreção de Zn. Isso, possivelmente, foi devido ao fato de a fitase liberar Zn do ácido fítico, aumentando a sua concentração no intestino, resultando em inibição na absorção de Zn devido ao excesso (Sandström & Cederblad, 1980, citados por Lönnerdal, 2000). Resultados contrários foram obtidos por Conte (2000) e Viveiros et al. (2002), que observaram que a suplementação de fitase em dietas com teor de Pd reduzido diminuiu a excreção de Zn. No entanto, nesses ensaios, as rações não apresentavam níveis de PB reduzidos.

Para o coeficiente de retenção do zinco não foi constatada diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre as rações com PB e Pd reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase, e a ração controle. Isso sugere que a redução dos teores de PB e Pd da ração, associada à suplementação de aminoácidos e fitase, não melhorou a retenção do Zn. Os resultados obtidos para o zinco foram contrários aos de Viveiros et al. (2002), que observaram que a suplementação de fitase em dietas com teor de Pd reduzido aumentou a retenção de zinco porém, nesses ensaios, as rações não apresentavam níveis de PB reduzidos.

Os resultados obtidos para os coeficiente de retenção do Cu e Zn podem ser atribuídos ao fato de que a maior quantidade de Zn no lúmen intestinal, devido a hidrólise do fitato pela fitase, inibiu a absorção de Zn e Cu. Segundo Sebastian et al. (1996), as altas concentrações de Zn devido à atividade da fitase

induz a síntese intestinal de metalotioneína, proteína rica em cisteína que liga ao Zn e Cu e outros cátions divalentes, porém, o Cu é o mais susceptível de ligar a metalotioneína do que o Zn e essa proteína parece ser um regulador negativo na absorção de Cu.

A excreção relativa de Zn das aves que consumiram rações com níveis de PB e Pd reduzidos foi, em média, de 78,6% da excreção daquelas que consumiram a ração controle, exceto para as aves que consumiram a ração com 18% de PB e 0,20% de Pd + fitase, que apresentaram excreção relativa semelhante àquelas que consumiram a ração controle.

Ao comparar-se as médias dos tratamentos no fatorial, verificou-se que houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de PB e Pd para o consumo e excreção de Zn. Para o consumo de Zn, constatou-se que, nos níveis de 14% e 16% de PB, o menor consumo foi pelas aves que foram alimentadas com as rações com 0,30% de Pd + fitase. Para o nível de 18% de PB, os menores consumo foram para as aves que ingeriram as rações com 0,30% + fitase e 0,40% de Pd sem fitase.

Para a excreção de Zn, no nível de 14% de PB, não houve efeito do nível de Pd e suplementação de fitase, enquanto que no nível de 16% de PB a excreção de Zn foi reduzida para as rações com suplementação de fitase, demonstrando que, nesse nível de PB, a fitase foi eficiente em reduzir a excreção de Zn. Já no nível de 18% de PB, a fitase não foi eficiente em reduzir a excreção de Zn. A excreção de Zn das aves que consumiram a ração com 18% de PB e 0,25% de Pd + fitase correspondeu a 102% da excreção daquelas aves que consumiram a ração controle.

Para o coeficiente de retenção do zinco, não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos níveis de PB e Pd da ração. O efeito da redução do Pd e adição de fitase sobre o coeficiente de retenção do Zn no presente trabalho foi diferente

daqueles obtidos por Sebastian et al. (1996) e Viveros et al. (2002), que constataram que a adição de fitase em rações com teor de P reduzido aumentou a retenção de zinco.

Os resultados obtidos no presente experimento para os CD do P, Ca, Cu e Zn demonstraram a necessidade de reavaliar as exigências desses nutrientes, ao suplementar as rações de frangos de corte na fase de crescimento com fitase. Neste aspecto, em revisão realizada por Sebastian et al. (1998), ficou demonstrado que a adição de fitase em dietas para aves, à base de cereais, melhorou a retenção de P, Ca, Zn e Cu em condições em que a suplementação de quantidades de fontes inorgânicas desses elementos foi subótima.

Com relação ao zinco, diversos trabalhos têm mostrado que a ação da fitase é mais efetiva, quando os níveis dos mesmos nas rações é reduzido. Segundo Yi et al. (1996b), a fitase foi efetiva em melhorar a utilização de Zn em frangos alimentados com dietas com baixo teor de Zn à base de milho e isolado de soja.

Mohanna & Nys (1999) constataram que a fitase aumentou a biodisponibilidade de Zn quando o Zn foi suprido no nível mínimo adequado para o desempenho de frangos de corte ou quando supridos em níveis menores. Isso confirma que a adição de fitase reduziu o efeito antagônico do fitato na biodisponibilidade de Zn. A adição de fitase permitiu diminuir o teor de Zn da dieta e essa redução, associada com um melhor ajustamento do Zn para suprir a exigência, pode diminuir o risco de fitotoxicidade no solo devido à excreção de Zn pelas aves.

#### **4 CONCLUSÃO**

A redução dos teores de proteína bruta e fósforo disponível da ração de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade melhorou os valores de energia metabolizável aparente corrigida, digestibilidade da matéria seca e reduziu a excreção de nitrogênio, fósforo e zinco, quando associada à suplementação com fitase.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; WANG, P. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 1, p. 25-47, 1999.

CAMDEN, B. J.; MOREL, P. C. H.; THOMAS, D. V.; RAVINDRAN, V.; BEDFORD, M. R. Effectiveness of exogenous microbial phytase in improving the bioavailabilities of phosphorus and other nutrients in maize-soya-bean meal diets for broilers. **Animal Science**, Edinburgh, v. 73, n. 3, p. 289-297, Oct. 2001.

CONTE, A. J. **Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementadas com fitase e xilanase**. 2000. 164 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

EUCLYDES, R. F. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – versão 5. 0**: guia do usuário. Viçosa, MG: UFV. Central de Processamento de Dados. 1993.

HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B. Adding methionine and lysine to broiler diets to lower feed costs. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 7, n. 2, p. 202-218, 1998a.

JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; BLAIR, R.; HWAN, N.; PAIK, I. Using enzyme supplemented, reduced protein diets to decrease nitrogen and phosphorus excretion of broilers. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, Suweon, v. 13, n. 11, p. 1561-1567, Nov. 2000.

KERR, B. J.; KIDD, M. T. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets 2. Formulation on an ideal amino acid basis. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 3, p. 310-320, Fall 1999.

KESHAVARZ, K.; AUSTIC, R. E. The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid- and phytase-supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 75-83, Jan. 2004.

LÖNNERDAL, B. Dietary factors influencing zinc absorption. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 1378-1383, 2000. Supplement.

MARTINEZ, R. S. **Avaliação da metodologia e do período de coleta na determinação do valor energético de rações para aves**. 2002. 41 p.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MASSAHUD, N. **Métodos de análise foliar**. Lavras: UFLA. Departamento de Química, 1997. (notas de aulas).

MOHANNA, C.; NYS, Y. Changes in zinc and manganese availability in broiler chicks induced by vegetal and microbial phytases. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 77, n. 3/4, p. 241-253, Mar. 1999.

RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W. L. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 5, p. 699-706, May 1999.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. Implications of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, v. 54, n. 1, p. 27-47, Mar. 1998.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R.; LAGUE, P. C. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 5, p. 729-736, May 1996.

VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1172-1183, Aug. 2002.

YAN, F.; KERSEY, H.; WALDROUP, P. W. Phosphorus requirements of broiler chicks three to six weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 4, p. 455-459, Apr. 2001.

YI, Z.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Effect of microbial phytase on nitrogen and amino acid digestibility and nitrogen retention of turkey poult fed corn-soybean meal diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 8, p. 979-990, Aug. 1996a.

YI, Z.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Supplemental microbial phytase improves zinc utilization in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 4, p. 540-546, Apr. 1996b.

## ANEXO

ANEXO A	Pág.
<b>TABELA 1A.</b> Análise de Variância para o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para fase de 1 a 21 dias. ....	<b>186</b>
<b>TABELA 2A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar na fase de 1 a 21 dias. ....	<b>186</b>
<b>TABELA 3A.</b> Análise de variância global para os teores de fósforo, cálcio e nitrogênio na cama no período de 1 a 21 dias. ....	<b>187</b>
<b>TABELA 4A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para teores de fósforo, cálcio e nitrogênio na cama para a fase de 1 a 21 dias. ....	<b>187</b>
<b>TABELA 5A.</b> Análise de variância global para os teores de potássio, zinco e cobre na cama no período de 1 a 21 dias. ....	<b>188</b>
<b>TABELA 6A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para teores de potássio, zinco e cobre, na cama para a fase de 1 a 21 dias. ....	<b>188</b>
<b>TABELA 7A.</b> Análise de variância global dos valores de EMAn e CD da matéria seca de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>189</b>
<b>TABELA 8A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para os valores de EMAn e CD da matéria seca de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>189</b>

<b>TABELA 9A.</b> Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do nitrogênio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>190</b>
<b>TABELA 10A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do nitrogênio de rações de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>190</b>
<b>TABELA 11A.</b> Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do fósforo de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>191</b>
<b>TABELA 12A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do fósforo de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>191</b>
<b>TABELA 13A.</b> Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cálcio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>192</b>
<b>TABELA 14A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cálcio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>192</b>
<b>TABELA 15A.</b> Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do potássio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>193</b>

<b>TABELA 16A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do potássio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>193</b>
<b>TABELA 17A.</b> Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cobre de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>194</b>
<b>TABELA 18A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cobre de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>194</b>
<b>TABELA 19A.</b> Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do zinco de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>195</b>
<b>TABELA 20A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do zinco de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>195</b>
<b>TABELA 21A.</b> Análise de Variância global para o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para fase de 22 a 42 dias. ....	<b>196</b>
<b>TABELA 22A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para fase de 22 a 42 dias. ....	<b>196</b>
<b>TABELA 23A.</b> Análise de variância global para os teores de fósforo, cálcio e nitrogênio na cama para fase de 22 a 42 dias. ....	<b>197</b>
<b>TABELA 24A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para teores de fósforo, cálcio, nitrogênio na cama para a fase de 22 a 42 dias. ....	<b>197</b>

<b>TABELA 25A.</b> Análise de variância global para teores de potássio, zinco e cobre na cama no período de 22 - 42 dias. ....	<b>198</b>
<b>TABELA 26A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para teores de, potássio, zinco, cobre, na cama para a fase de 22 a 42 dias. ....	<b>198</b>
<b>TABELA 27A.</b> Análise de variância global para rendimento de carcaça, rendimento de peito, rendimento de sobre + coxa de frangos alimentados com rações com níveis reduzidos de PB e Pd. ....	<b>199</b>
<b>TABELA 28A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para rendimento de carcaça, rendimento de peito, rendimento de sobre-coxa de frangos alimentados com rações com níveis reduzidos de PB e Pd. ....	<b>199</b>
<b>TABELA 29A.</b> Análise de variância global para rendimento de dorso, rendimento de asa, rendimento de gordura abdominal de frangos alimentados com rações com níveis reduzidos de PB e Pd. ....	<b>200</b>
<b>TABELA 30A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para rendimento de dorso, rendimento de asa, rendimento de gordura abdominal de frangos alimentados com rações com níveis reduzidos de PB e Pd. ....	<b>200</b>
<b>TABELA 31A.</b> Análise de variância global dos valores de EMAn e CD da matéria seca de rações com níveis reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. ..	<b>201</b>
<b>TABELA 32A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para os valores de EMAn e CD da matéria seca de rações com níveis reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. ....	<b>201</b>

- TABELA 33A.**Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do nitrogênio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. .... **202**
- TABELA 34A.**Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do nitrogênio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. .... **202**
- TABELA 35A.**Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do fósforo de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no no período de 22 a 42 dias de idade. .... **203**
- TABELA 36A.**Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do fósforo de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. .. **203**
- TABELA 37A.**Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cálcio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. .... **204**
- TABELA 38A.**Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cálcio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. .. **204**
- TABELA 39A.**Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do potássio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. .... **205**

<b>TABELA 40A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do potássio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. ....	<b>205</b>
<b>TABELA 41A.</b> Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cobre de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. ....	<b>206</b>
<b>TABELA 42A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cobre de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. ..	<b>206</b>
<b>TABELA 43A.</b> Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do zinco de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. ....	<b>207</b>
<b>TABELA 44A.</b> Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do zinco de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. ..	<b>207</b>

**TABELA 1A.** Análise de Variância global para o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para fase de 1 a 21 dias

Causas de variação	GL	QM		
		Ganho peso	Consumo Ração	Conversão Alimentar
Tratamento	9	18547,415*	0,0282*	0,010*
Bloco	1	1083,070 <sup>NS</sup>	0,0295*	0,031*
Erro	49	1223,477	0,003	0,004
<b>Total</b>	<b>59</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>5,06</b>	<b>5,25</b>	<b>4,26</b>
<b>Média geral (g)</b>		<b>691,47</b>	<b>1066,5</b>	<b>1,55</b>

**TABELA 2A.** Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar na fase de 1 a 21 dias

Causas de variação	GL	Ganho peso	Consumo ração	Conversão Alimentar
		QM	QM	QM
PB	2	49428,855*	0,064*	0,024*
Pd	2	23828,646*	0,045*	0,002 <sup>NS</sup>
PB*Pd	4	1077,548 <sup>NS</sup>	0,008 <sup>NS</sup>	0,004 <sup>NS</sup>
Bloco	1	783,946 <sup>NS</sup>	0,030 <sup>NS</sup>	0,037*
Erro	44	1223,477	0,003	0,004

**TABELA 3A.** Análise de variância global para os teores de fósforo, cálcio e nitrogênio na cama no período de 1 a 21 dias

Causas de Variação	GL	Fósforo	Cálcio	Nitrogênio
		QM	QM	QM
Tratamento	9	1,456*	0,102*	0,350*
Bloco	1	0,00081 <sup>NS</sup>	0,012 <sup>NS</sup>	0,539*
Erro	49	0,029	0,018	0,082
<b>Total</b>	<b>59</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>16,46</b>	<b>13,71</b>	<b>12,51</b>
<b>Média Geral</b>		<b>1,032</b>	<b>0,97</b>	<b>2,28</b>

**TABELA 4A.** Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para teores de fósforo, cálcio e nitrogênio na cama para a fase de 1 a 21 dias.

Causas de variação	GL	Fósforo	Cálcio	Nitrogênio
		QM	QM	QM
PB	2	0,448*	0,060*	0,817*
Pd	2	4,075*	0,235*	0,475*
PB*Pd	4	0,127*	0,032*	0,137 <sup>NS</sup>
Bloco	1	0,0002 <sup>NS</sup>	0,0085 <sup>NS</sup>	0,338*
erro	44	0,029	0,018	0,082

**TABELA 5A.** Análise de variância global para os teores de potássio, zinco e cobre na cama no período de 1 a 21 dias

Causas de variação	GL	Potássio	Zinco	Cobre
		QM	QM	QM
Tratamento	9	0,166*	969,080*	80,938*
Bloco	1	0,05 <sup>NS</sup>	0,410 <sup>NS</sup>	49,069*
Erro	49	0,016	276,593	8,398
<b>Total</b>	<b>59</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>12,40</b>	<b>15,92</b>	<b>13,77</b>
<b>Média Geral</b>		<b>1,02</b>	<b>104,46</b>	<b>21,05</b>

**TABELA 6A.** Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para teores de potássio, zinco e cobre, na cama para a fase de 1 a 21 dias.

Causas de Variação	GL	Potássio	Zinco	Cobre
		QM	QM	QM
PB	2	0,526*	1745,798*	87,421*
Pd	2	0,015 <sup>NS</sup>	166,542 <sup>NS</sup>	8,811 <sup>NS</sup>
PB*Pd	4	0,027 <sup>NS</sup>	457,142 <sup>NS</sup>	41,564*
Bloco	1	0,056 <sup>NS</sup>	0,352 <sup>NS</sup>	50,093
erro	44	0,016	276,593	8,398

**TABELA.7A.** Análise de variância global dos valores de EMAn e CD da matéria seca de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Causas de Variação	GL	EMAn	CDMS
		QM	QM
Tratamento	9	34783,6*	24,4*
Erro	40	2764,4	1,2
<b>Total</b>	<b>49</b>		
<b>CV (%)</b>		<b>1,56</b>	<b>1,43</b>
<b>Média Geral</b>		<b>3364,2</b>	<b>76,22</b>

**TABELA. 8A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para os valores de EMAn e CD da matéria seca de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Causas de Variação	GL	QM	QM
PB	2	98507,3*	54,3*
Pd	2	7677,6 <sup>NS</sup>	2,1 <sup>NS</sup>
PB*Pd	4	5489,5 <sup>NS</sup>	0,3 <sup>NS</sup>
erro	36	2764,4	1,2

**TABELA 9A.** Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do nitrogênio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

<b>Causas de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>QM</b>	<b>QM</b>
Tratamento	9	698674,15*	176703,04*	37,6*
Erro	40	94660,04	19806,29	6,0
<b>Total</b>	<b>49</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>12,09</b>	<b>15,01</b>	<b>4,4</b>
<b>Média Geral</b>		<b>2544,3</b>	<b>937,40</b>	<b>63,4</b>

**TABELA 10A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do nitrogênio de rações de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

<b>Causas de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>Consumo</b>	<b>Excreção</b>	<b>CR</b>
		<b>QM</b>	<b>QM</b>	<b>QM</b>
PB	2	1695251,99*	229189,16*	0,40 <sup>NS</sup>
Pd	2	165494,86 <sup>NS</sup>	26435,1 <sup>NS</sup>	1,04 <sup>NS</sup>
PB*Pd	4	277163,01*	56504,48*	17,64*
Erro	40	94660,04	19806,29	6,0

**TABELA 11A.** Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do fósforo de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
Tratamento	9	118041,62 *	29133,25*	221,650*
Erro	40	3790,10	2356,70	33,634
<b>Total</b>	<b>49</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>12,20</b>	<b>27,04</b>	<b>8,8</b>
<b>Média Geral</b>		<b>504,67</b>	<b>179,51</b>	<b>65,9</b>

**TABELA 12A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do fósforo de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
PB	2	3361,70 <sup>NS</sup>	4638,34 <sup>NS</sup>	103,3*
Pd	2	388883,32*	81634,30*	294,5*
PB*Pd	4	28176,15*	2595,67 <sup>NS</sup>	159,5*
erro	40	3790,10	2356,70	33,634
<b>Total</b>	<b>44</b>			

**TABELA 13A.** Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cálcio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
Tratamento	9	259968,81*	28498,44 *	102,6*
Erro	40	15365,86	2561,92	5,9
<b>Total</b>	<b>49</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>12,61</b>	<b>14,12</b>	<b>4,4</b>
<b>Média Geral</b>		<b>982,80</b>	<b>358,48</b>	<b>63,1</b>

**TABELA 14A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cálcio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
PB	2	48205,55 <sup>NS</sup>	20208,23*	241,1*
Pd	2	1002349,29*	90837,00*	37,4*
PB*Pd	4	46134,06*	8583,69*	113,3*
erro	40	15365,86	2561,92	5,9

**TABELA 15A.** Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do potássio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
Tratamento	9	20414,16*	16217,22 *	150,4*
Erro	40	5098,10	2777,31	21,3
<b>Total</b>	<b>49</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>12,29</b>	<b>14,30</b>	<b>12,4</b>
<b>Média Geral</b>		<b>580,76</b>	<b>368,51</b>	<b>36,8</b>

**TABELA 16A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do potássio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
PB	2	20758,67*	32258,52*	238,4*
Pd	2	2776,24 <sup>NS</sup>	7452,78 <sup>NS</sup>	91,6*
PB*Pd	4	7235,54 <sup>NS</sup>	4334,50 <sup>NS</sup>	178,8*
erro	40	5098,10	2777,31	21,3

**TABELA 17A.** Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cobre de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
Tratamento	9	0,0034*	0,0051*	444,8*
Erro	40	0,0005	0,0002	8,4
<b>Total</b>	<b>49</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>12,42</b>	<b>14,34</b>	<b>6,1</b>
<b>Média Geral</b>		<b>0,18</b>	<b>0,097</b>	<b>47,4</b>

**TABELA 18A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cobre de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
PB	2	0,003*	0,006*	793,5*
Pd	2	0,002 <sup>NS</sup>	0,0002 <sup>NS</sup>	10,4 <sup>NS</sup>
PB*Pd	4	0,0012 <sup>NS</sup>	0,00089*	56,2*
erro	40	0,0005	0,0002	8,4

**TABELA 19A.** Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do zinco de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
Tratamento	9	25,5*	8,61*	42,4*
Erro	40	0,80	0,39	4,9
<b>Total</b>	<b>49</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>11,80</b>	<b>12,24</b>	<b>6,9</b>
<b>Média Geral</b>		<b>7,59</b>	<b>5,08</b>	<b>32,5</b>

**TABELA 20A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do zinco de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
PB	2	4,55*	2,32*	0,6 <sup>NS</sup>
Pd	2	2,24 <sup>NS</sup>	0,39 <sup>NS</sup>	99,8*
PB*Pd	4	1,81 <sup>NS</sup>	0,71 <sup>NS</sup>	13,3 <sup>NS</sup>
erro	40	0,80	0,39	4,9

**TABELA 21A.** Análise de Variância global para o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para fase de 22 a 42 dias

Causas de Variação	GL	Ganho peso	Consumo Ração	Conversão Alimentar
		QM	QM	QM
Tratamento	9	0,008*	0,007 <sup>NS</sup>	0,008*
Bloco	1	0,005 <sup>NS</sup>	0,022*	0,00002 <sup>NS</sup>
Erro	49	0,003	0,004	0,003
<b>Total</b>	<b>59</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>3,30</b>	<b>2,01</b>	<b>2,86</b>
<b>Média geral (g)</b>		<b>1,66</b>	<b>3,24</b>	<b>1,95</b>

**TABELA 22A.** Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para fase de 22 a 42 dias

Causas de Variação	GL	Ganho peso	Consumo ração	Conversão Alimentar
		QM	QM	QM
PB	2	0,0004 <sup>NS</sup>	0,002 <sup>NS</sup>	0,0004 <sup>NS</sup>
Pd	2	0,012*	0,019*	0,013*
PB*Pd	4	0,003 <sup>NS</sup>	0,002 <sup>NS</sup>	0,005 <sup>NS</sup>
Bloco	1	0,005 <sup>NS</sup>	0,016*	0,0001 <sup>NS</sup>
erro	44	0,003	0,004	0,003

**TABELA 23A.** Análise de variância global para os teores de fósforo, cálcio e nitrogênio na cama para fase de 22 a 42 dias

Causas de Variação	GL	Fósforo	Cálcio	Nitrogênio
		QM	QM	QM
Tratamento	9	1,984*	0,336*	0,301*
Bloco	1	0,397*	0,052 <sup>NS</sup>	0,095 <sup>NS</sup>
Erro	49	0,063	0,017	0,084
<b>Total</b>	<b>59</b>		<b>14,68</b>	
<b>CV (%)</b>		<b>14,52</b>	<b>0,88</b>	<b>9,92</b>
<b>Média Geral</b>		<b>1,73</b>		<b>2,92</b>

**TABELA 24A.** Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para teores de fósforo, cálcio, nitrogênio na cama para a fase de 22 a 42 dias.

Causas de Variação	GL	Fósforo	Cálcio	Nitrogênio
		QM	QM	QM
PB	2	0,020 <sup>NS</sup>	1,027*	1,206*
Pd	2	7,909*	0,122*	0,011 <sup>NS</sup>
PB*Pd	4	0,016 <sup>NS</sup>	0,143*	0,034 <sup>NS</sup>
Bloco	1	0,339*	0,045 <sup>NS</sup>	0,065 <sup>NS</sup>
erro	44	0,063	0,014	0,084

**TABELA 25A.** Análise de variância global para teores de potássio, zinco e cobre na cama no período de 22 - 42 dias

Causas de Variação	GL	Potássio	Zinco	Cobre
		QM	QM	QM
Tratamento	9	0,077*	2088,642 <sup>NS</sup>	96,788*
Bloco	1	0,163*	515,328 <sup>NS</sup>	13,329 <sup>NS</sup>
Erro	49	0,0151	1012,810	11,684
<b>Total</b>	<b>59</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>10,08</b>	<b>16,95</b>	<b>11,30</b>
<b>Média Geral</b>		<b>1,22</b>	<b>187,72</b>	<b>30,25</b>

**TABELA 26A.** Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para teores de, potássio, zinco, cobre, na cama para a fase de 22 a 42 dias.

Causas de Variação	GL	Potássio	Zinco	Cobre
		QM	QM	QM
PB	2	0,245*	1881,415 <sup>NS</sup>	417,668*
Pd	2	0,0913*	4464,052*	2,652 <sup>NS</sup>
PB*Pd	4	0,005 <sup>NS</sup>	1522,824 <sup>NS</sup>	6,775 <sup>NS</sup>
Bloco	1	0,148*	1317,794 <sup>NS</sup>	5,934 <sup>NS</sup>
erro	44	0,0151	1012,810	11,684

**TABELA 27A.** Análise de variância global para rendimento de carcaça, rendimento de peito, rendimento de sobre + coxa de frangos alimentados com rações com níveis reduzidos de PB e Pd

Causas de Variação	GL	Rendimento carcaça	Rendimento peito	Rendimento Sobre + coxa
		QM	QM	QM
Tratamento	9	3,12 <sup>NS</sup>	1,88 <sup>NS</sup>	0,76 <sup>NS</sup>
Bloco	1	14,80*	0,69 <sup>NS</sup>	1,003 <sup>NS</sup>
Erro	49	2,41	1,25	0,83
<b>Total</b>	<b>59</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>1,92</b>	<b>3,98</b>	<b>3,44</b>
<b>Média Geral</b>		<b>80,85</b>	<b>28,12</b>	<b>26,55</b>

**TABELA 28A.** Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para rendimento de carcaça, rendimento de peito, rendimento de sobre-coxa de frangos alimentados com rações com níveis reduzidos de PB e Pd

Causas de Variação	GL	Rendimento carcaça	Rendimento peito	Rendimento Sobre + coxa
		QM	QM	QM
PB	2	1,22 <sup>NS</sup>	3,33 <sup>NS</sup>	1,56 <sup>NS</sup>
Pd	2	7,43 <sup>NS</sup>	1,45 <sup>NS</sup>	0,10 <sup>NS</sup>
PB*Pd	4	2,40 <sup>NS</sup>	1,45 <sup>NS</sup>	0,85 <sup>NS</sup>
Bloco	1	18,20	0,59 <sup>NS</sup>	0,16
erro	49	2,41	1,25	0,83

**TABELA 29A.** Análise de variância global para rendimento de dorso, rendimento de asa, rendimento de gordura abdominal de frangos alimentados com rações com níveis reduzidos de PB e Pd

Causas de Variação	GL	Rendimento dorso	Rendimento asa	Rendimento Gordura abdominal
		QM	QM	QM
Tratamento	9	0,77 <sup>NS</sup>	0,12 <sup>NS</sup>	0,37*
Bloco	1	1,67 <sup>NS</sup>	0,003 <sup>NS</sup>	0,008 <sup>NS</sup>
Erro	49	0,81	0,21	0,10
<b>Total</b>	<b>59</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>3,44</b>	<b>4,48</b>	<b>25,24</b>
<b>Média Geral</b>		<b>26,20</b>	<b>10,14</b>	<b>1,28</b>

**TABELA 30A.** Análise de variância do ensaio fatorial nível de PB x nível de Pd para rendimento de dorso, rendimento de asa, rendimento de gordura abdominal de frangos alimentados com rações com níveis reduzidos de PB e Pd.

Causas de Variação	GL	Rendimento dorso	Rendimento asa	Rendimento Gordura abdominal
		QM	QM	QM
PB	2	0,92 <sup>NS</sup>	0,017 <sup>NS</sup>	0,81*
Pd	2	1,42 <sup>NS</sup>	0,22 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>
PB*Pd	4	0,42 <sup>NS</sup>	0,15 <sup>NS</sup>	0,14 <sup>NS</sup>
Bloco	1	0,60 <sup>NS</sup>	0,002 <sup>NS</sup>	0,003 <sup>NS</sup>
erro	49	0,81	0,21	0,10

**TABELA 31A.** Análise de variância global dos valores de EMAn e CD da matéria seca de rações com níveis reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	EMAn	CDMS
		QM	QM
Tratamento	9	50900,5*	26,598*
Erro	40	7972,2	6,483
<b>Total</b>	<b>49</b>		
<b>CV (%)</b>		<b>2,65</b>	<b>3,37</b>
<b>Média Geral</b>		<b>3367,50</b>	<b>75,63</b>

**TABELA 32A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para os valores de EMAn e CD da matéria seca de rações com níveis reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	EMAn	CDMS
		QM	QM
PB	2	19565,0 <sup>NS</sup>	62,968*
Pd	2	14586,1 <sup>NS</sup>	4,031 <sup>NS</sup>
PB*Pd	4	37765,5*	13,085 <sup>NS</sup>
erro	36	7972,2	6,483

**TABELA 33A.** Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do nitrogênio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
Tratamento	9	1904374,21*	550460,75*	71,356*
Erro	40	135915,48	28507,46	44,689*
<b>Total</b>	<b>49</b>			<b>21,089<sup>NS</sup></b>
<b>CV (%)</b>		<b>8,32</b>	<b>10,38</b>	<b>9,638</b>
<b>Média Geral</b>		<b>4430,67</b>	<b>1626,30</b>	

**TABELA 34A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do nitrogênio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
PB	2	3883234,08*	1081396,76*	71,356*
Pd	2	62589,12*	42934,51 <sup>NS</sup>	44,689*
PB*Pd	4	141028,75 <sup>NS</sup>	46230,23 <sup>NS</sup>	21,089 <sup>NS</sup>
erro	40	8,32	10,38	9,638

**TABELA 35A.** Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do fósforo de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
Tratamento	9	180277,29*	72942,80*	347,076*
Erro	40	3071,32	2130,96	28,184
<b>Total</b>	<b>49</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>8,83</b>	<b>14,28</b>	<b>4,97</b>
<b>Média Geral</b>		<b>627,87</b>	<b>323,24</b>	<b>63,91</b>

**TABELA 36A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do fósforo de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
PB	2	27676,97*	7790,67*	497,489*
Pd	2	522513,28*	260015,9*	679,756*
PB*Pd	4	18969,46*	3105,19 <sup>NS</sup>	192,289*
erro	40	3071,32	2130,96	28,184

**TABELA 37A.** Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cálcio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
Tratamento	9	397171,71*	95750,39*	4,97*
Erro	40	20208,02	5940,02	63,91
Total	49			
CV (%)		8,29	11,14	10,19
Média Geral		1714,52	691,60	49,11

**TABELA 38A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cálcio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
PB	2	120054,82*	16589,78 <sup>NS</sup>	117,622*
Pd	2	1013392,34*	337016,96*	352,956*
PB*Pd	4	145917,79*	5996,93*	148,289*
erro	40	20208,02	5940,02	63,91

**TABELA 39A.** Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do potássio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
Tratamento	9	124339,18*	52017,81*	87,75*
Erro	40	5892,79	4852,50	24,797
<b>Total</b>	<b>49</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>8,41</b>	<b>10,86</b>	<b>16,90</b>
<b>Média Geral</b>		<b>912,82</b>	<b>641,58</b>	<b>28,74</b>

**TABELA 40A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do potássio de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
PB	2	193325,61*	125970,92*	126,862*
Pd	2	47994,79*	1813,62 <sup>NS</sup>	180,672*
PB*Pd	4	15848,64*	2024,27 <sup>NS</sup>	29,466 <sup>NS</sup>
erro	40	8,41	10,86	24,797

**TABELA 41A.** Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cobre de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
Tratamento	9	0,028*	0,0017*	292,056*
Erro	40	0,001	0,0003	10,261
<b>Total</b>	<b>49</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>8,26</b>	<b>12,41</b>	<b>5,29</b>
<b>Média Geral</b>		<b>0,38</b>	<b>0,15</b>	<b>60,50</b>

**TABELA 42A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do cobre de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
PB	2	0,06*	0,005*	991,622*
Pd	2	0,02*	0,0003 <sup>NS</sup>	110,956*
PB*Pd	4	0,01*	0,0007*	94,089*
erro	40	0,001	0,0003	10,261
<b>Total</b>	<b>44</b>			

**TABELA 43A.** Análise de variância global para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do zinco de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
Tratamento	9	32,76*	10,85*	42,121 <sup>NS</sup>
Erro	40	1,90	1,35	20,818
<b>Total</b>	<b>49</b>			
<b>CV (%)</b>		<b>8,09</b>	<b>9,87</b>	<b>14,93</b>
<b>Média Geral</b>		<b>17,04</b>	<b>11,79</b>	<b>30,55</b>

**TABELA 44A.** Análise de variância do ensaio fatorial níveis de PB x Pd para o consumo, excreção e coeficiente de retenção (CR) do zinco de rações com teores reduzidos de PB e Pd para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Causas de Variação	GL	Consumo	Excreção	CR
		QM	QM	QM
PB	2	36,15*	11,37*	22,20 <sup>NS</sup>
Pd	2	54,04*	17,89*	86,667*
PB*Pd	4	12,57*	4,44*	31,167 <sup>NS</sup>
erro	40	1,90	1,35	20,818

<b>ANEXO B</b>	<b>Pág.</b>
<b>TABELA 1B.</b> Temperatura máxima e mínima no interior do galpão durante o experimento fase de 1 a 21 dias de idade. ....	<b>209</b>
<b>TABELA.2B.</b> Temperatura máxima e mínima no interior do galpão durante o experimento fase de 22 a 42 dias de idade. ....	<b>210</b>

**TABELA 1B.** Temperatura máxima e mínima no interior do galpão durante o experimento fase de 1 a 21 dias de idade

Dia	Data	Temperatura °C	
		Máxima	Mínima
1	05/02/2002	33	22
2	06/02/2002	33	22
3	07/02/2002	32	19
4	08/02/2002	31	18
5	09/02/2002	30	19
6	10/02/2002	33	20
7	11/02/2002	31	20
8	12/02/2002	31	20
9	13/02/2002	32	21
10	14/02/2002	31	21
11	15/02/2002	32	19
12	16/02/2002	30	20
13	17/02/2002	30	19
14	18/02/2002	30	21
15	19/02/2002	29	20
16	20/02/2002	28	21
17	21/02/2002	30	21
18	22/02/2002	31	21
19	23/02/2002	31	21
20	24/02/2002	31	20
21	25/02/2002	32	20
<b>Média</b>		<b>31</b>	<b>20,24</b>

**TABELA.2B.** Temperatura máxima e mínima no interior do galpão durante o experimento fase de 22 a 42 dias de idade

Dia	Data	Temperatura °C	
		Máxima	Mínima
1	30/07/2002	26	10
2	31/07/2002	26	10
3	01/08/2002	24	10
4	02/08/2002	26	18
5	03/08/2002	26	18
6	04/08/2002	28	17
7	05/08/2002	30	17
8	06/08/2002	30	18
9	07/08/2002	30	17
10	08/08/2002	30	18
11	09/08/2002	26	18
12	10/08/2002	28	18
13	11/08/2002	26	18
14	12/08/2002	26	18
15	13/08/2002	29	16
16	14/08/2002	29	17
17	15/08/2002	29	16
18	16/08/2002	25	17
19	17/08/2002	26	16
20	19/08/2002	25	15
21	20/08/2001	25	16
<b>Média</b>		<b>27,14</b>	<b>16,09</b>