

SANTOS, A. P. S. F. Efeito da substituição da proteína do farelo...

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA - PPGZ**

**Efeito da Substituição da Proteína do Farelo de
Soja pela Proteína do Farelo de Algodão Sobre o
Desempenho e Avaliação de Carcaça em Frangos
de Corte**

ANA PAULA DA SILVA FERREIRA SANTOS

Recife – PE
Fevereiro, 2006

ANA PAULA DA SILVA FERREIRA SANTOS

Efeito da Substituição da Proteína do Farelo de Soja pela Proteína do Farelo de Algodão Sobre o Desempenho e Avaliação de Carcaça em Frangos de Corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Maria do Carmo Mohaupt Marques Lüdke

Conselheiros: Prof. Carlos Boa-Viagem Rabello

Pesquisador Jorge Vítor Lüdke

Recife – PE
Fevereiro, 2006

Ficha catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

S237e Santos, Ana Paula da Silva Ferreira
Efeito da substituição da proteína do farelo de soja pela
proteína do farelo de algodão sobre o desempenho e
avaliação de carcaça em frangos de corte / Ana Paula da
Silva Ferreira Santos.-- 2006.
55 f. : il.

Orientadora: Maria do Carmo Mohaupt Marques Lüdke.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia.
Inclui bibliografia.

CDD 636.508 52

1. Avicultura
2. Ingredientes alternativos
3. Farelo de algodão
4. Avaliação de carcaça
5. Desempenho
6. Nutrição animal
1. Lüdke, Maria do Carmo Mohaupt Marques
- II. Título

SANTOS, A. P. S. F. Efeito da substituição da proteína do farelo...

Efeito da Substituição da Proteína do Farelo de Soja pela Proteína do Farelo de Algodão Sobre o Desempenho e Avaliação de Carcaça em Frangos de Corte

ANA PAULA DA SILVA FERREIRA SANTOS

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em 23/02/2006.

Nota: _____

Aprovação: _____

Banca Examinadora:

Orientadora:

Prof^a. Maria do Carmo Mohaupt Marques Lüdke, D. Sc. (UFRPE)

Examinadores:

Prof. Carlos Boa-Viagem Rabello, D. Sc. (UFRPE)

Pesquisador Jorge Vitor Lüdke, D. Sc. (Embrapa Suínos e Aves)

Prof. José Humberto Vilar da Silva, D. Sc. (UFRPB)

Recife – PE
Fevereiro, 2006

BIOGRAFIA

Ana Paula da Silva Ferreira Santos, filha de Timóteo Ferreira dos Santos e Maria Durvalina Silva Santos, nasceu no dia 11 de dezembro de 1972, em Araripina-PE. Em março de 1998, graduou-se em Medicina Veterinária, pela Universidade Federal de Rural de Pernambuco, Recife, PE. Em março de 2004, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob a orientação da Prof^a. Maria do Carmo Mohaupt Marques Lüdke, realizando estudos na área de Nutrição de Não-Ruminantes. Em fevereiro de 2006, submeteu-se à defesa de Dissertação para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

Aos meus pais,

Durvalina e Timóteo

Dedico

*Sentir primeiro, pensar depois
Perdoar primeiro, julgar depois
Amar primeiro, educar depois
Esquecer primeiro, aprender depois
Libertar primeiro, ensinar depois
Alimentar primeiro, cantar depois
Possuir primeiro, contemplar depois
Agir primeiro, julgar depois
Navegar primeiro, aportar depois
Viver primeiro, morrer depois*

*As reticências são os três primeiros
passos do pensamento que continua
por conta própria o seu caminho.*

...

Mário Quintana

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas oportunidades da vida e da consciência das coisas.

Aos meus pais Timóteo Ferreira dos Santos e Maria Durvalina Silva Santos, por todas as oportunidades oferecidas com muita dedicação e amor; mas, principalmente pelo estímulo e confiança. Em particular, ao meu pai, agradeço a firmeza para lidar com adversidades e, a minha mãe, a possibilidade de contemporizar as adversidades.

Aos meus irmãos Timóteo, Paulo e Carlos, agradeço pelo estímulo à persistência e a esperança e, a Carolina, pela alegria renovada que trouxe a nossa família!

À Chiara, pela convivência harmoniosa, pelo apoio constante, pelo ótimo humor e, principalmente, por saber lidar com o SAS e me dizer o que é proc mixed.

A minha equipe técnica e operacional do mestrado: Lela, Dilza, Dani, Kaliandra, que me ajudaram bastante no cumprimento de minhas tarefas acadêmicas e por toda alegria de compartilhar esses momentos “velozes”.

SANTOS, A. P. S. F. Efeito da substituição da proteína do farelo...

À Ronaldinho, o homem mais cheio de novidades boas e interessantes, as quais quase nunca podemos desfrutar, mas que estamos sempre marcando com muita esperança de um dia realizar alguma.

E a todos os demais amigos e colegas que por muitas vezes participaram de minha vida de alguma forma durante estes dois anos, fazendo com que toda correria vivida neste tempo fosse sempre permeada por muitas alegrias.

Ao Sr. Nicássio, mais que o secretário da “pós”, um grande companheiro!
Ao professor Marcelo, agradeço pela credibilidade e estímulo.

À professora Ângela, minha orientadora de sempre; agradeço pela atenção dispensada com paciência e bom senso.

O professor Kleber Régis, pela contribuição para compreensão da estatística.

À minha queridíssima professora Tomoe, quero agradecer por não deixar que a minha ausência diminua seu carinho e atenção, que tanto me gratificam.

Aos meus, amigos para os quais fui ausente ou meio ausente, quando participava dormindo ou reclamando... da irremediável falta de tempo.

À minha professora e orientadora Maria do Carmo, por cada passo realizado e por toda confiança e boa vontade que demonstrou durante nossa convivência.

Aos meus co-orientadores Professor Carlos Boa-Viagem Rabello, pelas sugestões e, ainda, pelo exercício do desenvolvimento pessoal e, especialmente, ao pesquisador Jorge Vítor Lüdke, pela grande contribuição durante todo trabalho.

Ao CNPq, pelo financiamento do projeto, à CAPES pela concessão da bolsa à Bungue Alimentos pela doação do Farelo de algodão e a Embrapa suínos e aves pela contribuição em parte das análises laboratoriais.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
CAPÍTULO 1. Substituição da Proteína do Farelo de Soja Pela Proteína do Farelo de Algodão em Dietas de Frangos	
1. Resumo.....	21
2. Summary.....	21
3. Introdução.....	22
4. Material e Métodos.....	25
5. Resultados.....	27
6. Discussão.....	29
7. Conclusões.....	34
8. Referências Bibliográficas.....	35
CAPÍTULO 2. Características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão	
1. Resumo.....	39
2. Summary.....	39

SANTOS, A. P. S. F. Efeito da substituição da proteína do farelo...

3. Introdução.....	40
4. Material e Métodos.....	43
5. Resultados e Discussão.....	44
6. Conclusões.....	47
7. Referências Bibliográficas.....	48
8. Tabelas	50
APÊNDICE	53

INTRODUÇÃO

Nos últimos 30 anos a avicultura brasileira vem traçando uma trajetória de expressivo desenvolvimento tecnológico e crescimento produtivo e econômico.

Dados da ABEF (2005) relatam que em 2004, o Brasil foi o maior exportador mundial de carne de frango em volume e receita cambial. Neste mesmo ano, foram embarcados 2,469 milhões de toneladas, equivalentes a US\$ 2,6 bilhões em receita, uma alta de 26% e 44%, respectivamente, em relação a 2003. Marques (2005) cita o aumento das vendas do frango em cortes, como um dos responsáveis pelo bom desempenho do setor, já que este produto apresenta maior valor agregado e, segundo Rodigheri (2005), em 2005 o Brasil consolidou sua ascensão ao posto de maior exportador mundial de carne de frango. Neste ano foram produzidas 9,3 milhões de toneladas, contra as 8,5 milhões do ano anterior. As exportações ganharam ainda mais destaque, com a venda de carne de frango para 148 países, alcançando uma receita cambial correspondente a 3,5 bilhões de dólares, 35% mais que o ano anterior em valor e 15% em volume (MS Notícias, 2006). Contudo, o notável incremento das exportações não retirou do mercado interno a condição de maior consumidor da produção nacional, tendo o

consumo interno de carne de frango registrou aumento de 4,69%, alcançando 35,4 kg per capita (D'Ávila, 2006).

O desenvolvimento tecnológico em genética, ambiência, sanidade e nutrição contribuem para este cenário, melhorando o desempenho da atividade avícola. Por outro lado, o Brasil enfrenta dificuldades quanto ao custo de produção de ração. A concentração dos pólos produtores de matérias-primas e a logística de distribuição oneram sobremodo o custo de produção. Especialmente nas regiões Norte e Nordeste, distantes dos grandes pólos produtores de grãos. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento, o custo de produção para estas regiões, é cerca de 30 a 35% superior às regiões Sul e Sudeste.

Embora o custo com a alimentação das aves seja um grande impulsionador das pesquisas com alimentos alternativos pelos setores de produção e nutrição animal, existe uma preocupação mundial quanto à produção e disponibilidade de alimentos, principalmente àqueles comuns aos homens e animais, elevando o interesse em encontrar alternativas para oferta e utilização dos alimentos, em especial, alimentos protéicos. Neste contexto, os subprodutos das indústrias de alimentos podem contribuir no direcionamento destes estudos.

Segundo Cutait (2005), as exportações de proteína animal impulsionaram a produção da indústria de alimentação animal em 2004. Dados do SINDIRAÇÕES (2005) indicam que neste ano foram produzidos 19.153,1 mil toneladas de ração para o segmento de frangos de corte, que demandaram 5.283,1 mil toneladas de farelo de soja e 264,2 mil toneladas de farelo de trigo, enquanto que para o farelo de algodão a demanda foi zero.

Dados do setor agrícola indicam o restabelecimento da cultura do algodoeiro no Brasil, O que sinaliza para uma maior oferta também do farelo de

algodão. Em 2002, o Brasil passou de importador para exportador e em 2003, além de exportar algodão em pluma também exportou o caroço para alimentação animal (Torrico, 2003). Segundo Tanskley Jr. (1990) para cada 100kg de fibra produzidas podem ser gerados 80kg do farelo.

O farelo de algodão (FA) é um subproduto da industrialização do algodão, obtido a partir do caroço descorticado após a extração do óleo por solvente e moagem fina (Butolo, 2002). Torres (1979) relata que o FA ocupa o terceiro lugar em importância quer pela disponibilidade quer pela qualidade da proteína e Souza (2003) comenta que o FA é o terceiro mais produzido no mundo, perdendo apenas para o farelos de soja e de canola. Segundo Campos (1958), os estudos sobre as características nutricionais do FA produzidos nacionalmente eram bastante escassos e se restringiam a informações sobre sua composição química. O mesmo autor relatou, ainda, a necessidade de revisão geral dos valores encontrados em face às novas características de extração do óleo.

Atualmente, as pesquisas sobre a utilização do FA na nutrição de não-ruminantes, como fonte protéica, têm despertado grande interesse entre nutricionistas e estudiosos da produção, que vêm realizando uma avaliação mais ampla da composição e dos efeitos sobre o desempenho zootécnico e bioeconômico.

De acordo com Kemp e Kenny (2005), o nutricionista moderno pode não apenas objetivar o mínimo custo das dietas animais, mas também melhorar a nutrição para maximizar a lucratividade, assegurando que o aumento do potencial genético seja transformado em maior lucro.

Ezequiel (2002) cita que a proteína do FA varia de 38 a 44%, sendo mais frequentemente comercializada no Brasil com 38%. Brito et al. (2004) encontrou

os seguintes valores: 40,5% de proteína bruta e 11,9% de fibra bruta. De modo geral, o FA, apresenta cerca de 40% de proteína bruta e 12% de fibra bruta, sendo seu conteúdo em aminoácidos essenciais satisfatório, exceto em lisina (Peixoto e Maier, 1993). De acordo com as tabelas apresentadas por Rostagno et al. (2005), a composição aminoacídica do farelo de algodão é inferior ao farelo de soja para todos os aminoácidos, exceto arginina.

Cardoso (1998) afirma que o processamento influencia os teores de proteína, óleo residual e fibra bruta. Campos (1958) cita que além da qualidade da proteína o material tóxico também varia consideravelmente com o processo técnico utilizado na extração do óleo. Segundo Souza (2003), o teor de fibra do FA é influenciado pela quantidade residual de casca da semente do algodão; farelos com menores quantidades de casca apresentam menor teor de fibra bruta e maior teor de proteína bruta, sendo melhor indicado para utilização na alimentação de não-ruminantes. Farelos muito fibrosos, além de pobres em proteínas são, também, menos ricos em energia (Campos, 1958). Santos et al. (2005) relatam que a composição nutricional de cada farelo, exerce mais influência sobre a variabilidade dos valores de energia que os fatores inerentes ao processamento.

Embora o FA apresente elevado nível de proteína, sua utilização em dietas para frangos de corte é dificultada devido a três fatores básicos: teor de gossipol livre, lisina disponível e nível de fibra bruta. De acordo com Ezequiel (2002) os teores de lisina disponível e de gossipol livre estão diretamente relacionados e são influenciados pelo método de extração do óleo; o gossipol livre complexa-se com a lisina reduzindo seu poder tóxico e, também, o valor biológico da proteína.

O gossipol é um pigmento amarelo, polifenólico, encontrado nas glândulas de óleo da semente do algodão (Butolo, 2002). Ocorre na forma livre ou ligada, conjugada à lisina (Ezequiel, 2002). Jones (1991) cita que todo gossipol do FA é considerado livre. Ezequiel (2002) relata que o esmagamento da semente para obtenção do óleo produz o gossipol ligado à lisina e que a forma ligada é de pouca importância para suínos e aves, pois não é absorvida pelo TGI, enquanto que a forma livre é altamente tóxica e farelos contendo mais que 0,04% de gossipol livre devem ser usados com precaução.

Butolo (2002) relata a complexação do gossipol com o ferro (Fe) como um dos pontos positivos para detoxicação do FA a partir da adição de compostos solúveis de Fe e cita o sulfato ferroso heptahidratado ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) como o mais efetivo. O mesmo autor indica uma parte de gossipol livre para duas partes de sulfato ferroso para detoxicação do gossipol. Ezequiel (2002) recomenda uma parte de gossipol livre para quatro partes de sulfato ferroso.

A lisina é um aminoácido essencial e limitante, pois não é sintetizada pelo organismo e é pouco disponível nas dietas, isto porque a maior parte da ração animal é composta por matérias-primas ricas em carboidratos como milho, sorgo, trigo, triticale e milheto, altamente deficientes em lisina, sendo o farelo de soja o principal fornecedor de lisina da dieta (Azcona et al. 2001). Pode-se atribuir à lisina dois fatores especialmente importantes; o primeiro por tratar-se do aminoácido referencia para aplicação do conceito de proteína ideal atualmente aplicado às dietas de frangos de corte e o outro pela influencia que exerce sobre as características de carcaça.

Sob o ponto de vista do rendimento de carcaça, a utilização do farelo de algodão deve ser observada quanto à qualidade da proteína fornecida em função da disponibilidade e digestibilidade dos aminoácidos, principalmente da lisina.

Por outro lado, o conceito de proteína ideal exige que a formulação da ração esteja baseada em aminoácidos digestíveis, o que torna possível contornar as diferenças de digestibilidade existentes entre diferentes ingredientes (Serrana, 2003). Atualmente, o conceito de proteína ideal para formulação de rações para aves resultou em redução nos custos de produção em função da redução no nível de proteína ao mesmo tempo em que aumentou a eficiência de sua utilização, deste modo, a proteína ideal visa atender de maneira exata as exigências de aminoácidos para manutenção e máximo crescimento. A lisina é tida como o aminoácido referência devido ao maior número de informações disponíveis (Balnave e Brake, 1996), pela simplicidade de sua análise e pelo vasto conhecimento sobre sua exigência nas dietas (Pack, 1995 e Zaviezo, 2000).

Henry et al. (2001) observaram que problemas relacionados com o teor de lisina podem ser facilmente solucionados pela adição de lisina sintética. Azman e Yilmaz (2005) concluíram que o farelo de algodão com suplementação adequada de lisina, pode ser incorporado em dietas de pintos sem redução do crescimento.

As fibras, polissacarídeos não amiláceos, constituem a maior parte da parede celular dos vegetais, sendo compostas principalmente por celulose (David e Araújo, 2005). Carré (1991) cita que a digestibilidade da celulose é praticamente nula nas aves. Segundo Jassen e Carré (1989) a baixa digestibilidade aumenta a perda endógena de nitrogênio e reduz a energia da ração. Phelps (1966) comenta que embora o nível de energia do farelo de algodão não seja dependente do nível da fibra, os dois fatores estão relacionados.

Sasser (1956) citado por Phelps (1966) observou que ao adicionar até 12% de fibra da casca do caroço de algodão para reduzir a proteína do farelo de 52 para 40 %, a diferença de peso às oito semanas de idade do frango foi pequena, entretanto, a eficiência da alimentação foi reduzida.

Davi e Araújo (2005) relacionaram a presença da fibra à formação de uma substância gelatinosa no lúmen intestinal que dificulta a absorção dos nutrientes. Para Larbier & Leclercq (1994) além desta barreira à ação das enzimas digestivas, os altos níveis de fibra bruta também afetam a digestibilidade das rações por meio do aumento da taxa de passagem, o que diminui o tempo de permanência da ingesta no do TGI e, conseqüentemente, o tempo de ação das enzimas digestivas.

Brito et al. (2005) avaliando o efeito do gérmen integral de milho (GIM) sobre o desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte, observaram que o pior desempenho foi obtido com as dietas com 100% de GIM, os autores relacionaram este resultado aos níveis crescentes de EE e FB. A redução linear do rendimento de carcaça, a partir do aumento da adição do GIM, também foi atribuída à fibra bruta. Turke (1982) relata que o alto nível de fibra na dieta diminui a deposição muscular de aminoácidos. A relação do teor de fibra e a densidade energética nas dietas comentada por Turke (1982) e Ferreira (1994) podem inferir em resultados de desempenho e de características de carcaça inferiores quando comparadas às dietas que apresentam um menor nível de fibra e uma melhor relação entre os níveis de fibra e energia.

O presente estudo teve como objetivos avaliar os efeitos da substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão, sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte.

Para elaboração dos capítulos um e dois foram utilizadas as normas da Revista Acta Scientiarum e da Revista Archivos de Zootecnia, respectivamente.

Referências

- ABEF - Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frangos. *Frango brasileiro: primeiro lugar absoluto no mercado internacional*. Disponível em: <http://www.abef.com.br/Abef_numeros.pdf> Acesso em: out. 2005.
- AZCONA, J., SCHANG, M., CORTAMIRA, O. N. *Nível de lisina nas rações de frangos de corte*. Relatório de Pesquisa Ajinomoto, 2001. n. 35. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br>> Acesso em out. 2005.
- AZMAN, M. A., YILMAZ, M. The growth performance of broiler chicks fed with diets containing cottonseed meal supplemented with lysine. *Revue Medicin Veterinaire*, 2005, v. 156, n. 2, p. 104-106.
- BALNAVE, D., BRAKE, J. Amino acid requirements of broilers at high temperatures. *In: PROCEEDINGS OF THE MEETING ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, 1996, Fayetteville. Proceedings...* Fayetteville: Arkansas Poultry Federation, 1996, p.01 – 14.
- BRITO, M. S., LUDKE, M. C. M. M., LUDKE, J. V., SILVA, D. A. T., TORRES, T. R., OLIVEIRA, E. L. Composição Nutricional e energia metabolizável do farelo de algodão e farelo residual de milho para frangos de corte. *In: III CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL*. Campina Grande – PB, 2004. (CD ROM).
- BRITO, A. B., STRINGHINI, J. H., CRUZ, C. P. *et al.* Efeito do gérmen integral de milho sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2005, v. 57, n. 2, p.241-249.
- BUTOLO, J. E. *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*. Campinas: J. E. BUTOLO, 2002. p.430.
- CAMPOS, J. *Valor nutritivo do farelo de algodão para aves*. 1958. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1958. 52 p.
- CARDOSO, E. G. Utilização de subprodutos do algodoeiro na alimentação animal. *In: Algodão – Informações técnicas*. Cap. 16, p. 255-267. EMBRAPA-CPAO, Campina Grande, *Circular Técnica*, 7, 1998. 267 p.
- CARRÉ, B. Factors affecting the digestibility of non-starch carbohydrates in monogastric animals. *In: Georgia Nutrition Conference, 1991*. p. 20-32.
- CUTAIT, M. S. Produção maior, por Rodolfo Antunes. *Anuário da Avicultura Industrial*. 2005. n.11'2004. p. 82-87.
- DAVID, T. P., ARAÚJO, L. F. *Avaliação de ingredientes alternativos na alimentação de frangos de corte com a adição de enzimas*. 2005. Relatório de Pesquisa - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005. 56 p.

D'ÁVILA, Z. S. *Panorama da avicultura brasileira*. 2006. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=16999&tipo_tabela=negocios&categoria=mercado_interno>. Acesso em fev. 2006.

EZEQUIEL, J.M.B. Farelo de algodão como fonte alternativa de proteína alternativa de origem vegetal. *In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL*. CAMPINAS, São Paulo. *Anais...* Campinas:CBNA. 2002. p.137-161

FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES*, *Anais...* Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.85-113.

HENRY, M. H.; PESTI, G. M.; BAKALLI, R. et al. The Performance of Broiler Chicks Fed Diets Containing Extruded Cottonseed Meal Supplemented With Lysine. *Poultry Science*. 2001. v.80. p.762-768.

JASSEN, W.M.M.A.; CARRÉ, B. Influence of fiber on digestibility of poultry feeds *In: COLE, D.J.A.; HARESIGN, W. (Eds.) Recent developments in poultry nutrition*. London: Butterworths, 1989. p.78-93

JONES, L. A. Definition of gossipol and its prevalence in cottonseed products. *In: JONES, L. A., KINARD, D. H., MILLS, J. S. Cattle Research with Gossipol Containing Feeds*. *National Cottonseed Products Assn.*, Memphis. 1991.

KEMP, C., KENNY, M. *Alimentando para o Melhor Desempenho do Frango Moderno*. Disponível em: <<http://www.aviagen.com/docs/Alimentando%20para%20o%20Melhor%20Desempenho%20do%20Frango%20Moderno.pdf>>. Acesso em out. 2005.

LARBIER, M., LECLERQ, B. *Nutrition and feeding of poultry*. Nottingham: Nottingham University, 1994. 350p.

MARQUES, H. L. Domínio Absoluto. *Anuário da Avicultura Industrial*. 2005. n.11'2004. p. 68-72.

MS Notícias. *Superávit do Agronegócio em 2005 chegou a US\$ 38,4 bilhões*. 2006. Disponível em: <<http://www.agorams.com.br/index.php?ver=ler&id=71863>>. Acesso em fev. 2006.

PACK, M. Proteína ideal para frangos de corte. Conceitos e posição atual. *In: CONFERÊNCIA APINCO 1995 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS*, 1995, Curitiba. *Anais...* Campinas: FACTA, 1995. p.95 - 110.

PEIXOTO, R. R., MAIER, J, C. *Nutrição e alimentação animal*. 2.ed. Pelotas: UCPel, EDUCAT, UFPel. 1993.

PHELPS, R. A. Cottonseed meal for poultry: From research to practical application. *World's Poultry Science Journal*, 1966. v. 22. p. 86-112.

RODIGHERI, J. A. *Carne de Frango - Considerações sobre produção e mercado*. 2005. Disponível em: <<http://www.icepa.com.br/Infconj/textos05/ICarnes/ICarnes2112.htm>> Acesso em jan. 2006.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L .F. T, DONZELE, J. L., et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos - Composição de alimentos e exigências nutricionais.*; 2.ed. Universidade Federal de Viçosa-MG:UFV. 2005. 186p.

SERRANA - *Uso do conceito de proteína ideal na nutrição de frangos de corte*. Disponível em: <http://www.serrana.com.br/n_boletins.asp?Tipo=n&id=20>. Acesso em mar. 2003.

SINDIRAÇÕES. Produção maior, por Rodolfo Antunes. *Anuário da Avicultura Industrial*. 2005. n.11'2004. p. 82-87.

SOUZA, A. V. C. Utilização de farelo de algodão para suínos e aves. 2003. Disponível em: < <http://www.polinutri.com.br/conteudo dicas janeiro 03.htm>> Acesso em set. 2004.

TANKSLEY JR.,T.D. *Cottonseed Meal*. In: P.A. Thacker; R.N. Kirkwood. *Nontraditional feed sources for use in swine production*. Butterworth, Stoneham. Cap.15, 1990. p. 139-151.

TORRES, A. P. *Alimentos e nutrição das aves domésticas*. 2ª ed. São Paulo - SP: Nobel, 1979. p. 45-46

TORRICO, R. Riqueza renovada – Algodão brasileiro se expande no cerrado e emerge de uma longa crise com força total para ser competitivo tanto no mercado interno quanto no mercado externo. *Revista do agronegócio*. Nov. Ano IV, n. 57, p. 24-44, 2003.

TURKE, D. E. The anatomy oh the avian digestive tract as related to feed utilization. *Poultry Science*, 1982. v.61, p.1225-1224.

ZAVIEZO, D. Concepto de proteína ideal. Requerimentos de aminoácidos de pollos y gallinas. *Avicultura Profesional*, 2000. v. 18, n. 7, p. 18-22.

SUBSTITUIÇÃO DA PROTEÍNA DO FARELO DE SOJA PELA PROTEÍNA DO FARELO DE ALGODÃO EM DIETAS DE FRANGOS¹

SUBSTITUTION OF SOYBEAN MEAL PROTEIN BY COTTONSEED MEAL PROTEIN IN DIETS OF BROILERS

Ana Paula da S. F. Santos²; Maria do Carmo M. M. Ludke³; Jorge V. Ludke⁴; Emanuela Lima da Silva⁵; Thaysa Rodrigues Torres⁵; Mauro Roberto de Oliveira Vilela⁵

¹ Projeto financiado pelo CNPq – Parte integrante da dissertação de mestrado da primeira autora

² Aluna de mestrado do PPGZ /UFRPE, (santosana_paula@hotmail.com);

³ Professora Adjunta do Departamento de Zootecnia da UFRPE (Orientadora);

⁴ Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves;

⁵ Graduando do curso de Zootecnia/UFRPE;

Resumo

Este estudo objetivou avaliar o efeito da substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão (FA) sobre o desempenho de frangos de corte. Os tratamentos consistiram de uma ração referência à base de milho e farelo de soja e quatro dietas experimentais, substituindo 10%, 20%, 30% e 40% da proteína bruta do farelo de soja da ração referência. Os resultados obtidos foram analisados pelo mixed procedure do SAS. Os resultados de desempenho foram correlacionados com custo das dietas para análise bioeconômica. O estudo mostrou que até o nível de 40% de substituição não houve efeito significativo sobre o ganho de peso (GP) e consumo de ração (CR). Entretanto, ocorreu aumento linear na conversão alimentar (CA). A rentabilidade apresentou efeito linear negativo para dietas contendo farelo de algodão. O desempenho zootécnico das aves não foi prejudicado, contudo a conversão alimentar reduziu a rentabilidade da produção.

Palavras-chave: aminoácidos digestíveis, conversão alimentar, farelo de algodão, gossipol, lisina.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of substitution of soybean meal protein by cottonseed meal protein (FA) on the performance of broiler chickens. The treatments consisted of a reference diet containing corn and soy meal and four experimental diets, substituting 10%, 20%, 30% and 40% of soybean meal crude protein of reference diet. The results obtained were analyzed through the SAS mixed procedure. The performance results had been correlated

with the diets cost for bioeconomic analysis. The study showed that until the level of 40% of substitution did not have significant effect on the weight gain (GP) and feed intake (CR). However, linear increase in the feed conversion have occurred (CA). The rentability presented negative linear effect for diets containing cottonseed meal. The zootechnical performance of the broilers was not wronged, however the feed conversion reduced the yield of the production.

Keywords: digestible amino acid, feed conversion, cottonseed meal, gossypol, lysine.

Introdução

Os últimos 3 anos para avicultura brasileira foram marcados por uma trajetória de expressivo crescimento produtivo e econômico. Dados da ABEF (2005), apontam o Brasil como maior exportador mundial de carne de frango em volume e receita cambial em 2004. Em 2005, foram produzidas 9,3 milhões de toneladas, contra as 8,5 milhões do ano anterior, alcançando uma receita cambial correspondente a 3,5 bilhões de dólares, 35% mais que o ano anterior em valor e 15% em volume (MS Notícias, 2006).

O desenvolvimento tecnológico em genética, ambiência, sanidade e nutrição contribuem para este cenário, melhorando o desempenho da atividade avícola. Mas, por outro lado, o Brasil enfrenta dificuldades quanto ao custo de produção de ração. A concentração dos pólos produtores de matérias-primas e a logística de distribuição oneram os custos de produção, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, distantes dos grandes pólos produtores de grãos. De acordo com dados da Companhia nacional de abastecimento (CONAB), o custo de produção para estas regiões é cerca de 30 a 35% superior às regiões Sul e Sudeste.

Além dos fatores econômicos as pesquisas com alimentos alternativos têm sido incentivadas por uma preocupação mundial quanto à produção e disponibilidade de alimentos, principalmente àqueles comuns aos homens e animais, em especial, alimentos protéicos. Neste contexto, os subprodutos agrícolas e da indústria de alimentos podem contribuir no direcionamento destes estudos. O farelo de algodão (FA) é um subproduto da industrialização do algodão, obtido a partir do caroço descorticado após a extração do óleo por solvente e moagem fina (Butolo, 2002).

Ezequiel (2002) cita que a proteína do FA varia de 38 a 44%, sendo mais frequentemente comercializada no Brasil com 38%. Brito et al. (2004) encontrou valores de 40,5% de proteína bruta, 11,9% de fibra bruta e 3,6 de extrato etéreo. De modo geral, o FA, apresenta cerca de 40% de proteína bruta e 12% de fibra bruta, sendo seu conteúdo em aminoácidos essenciais satisfatório, exceto em lisina (Peixoto e Maier, 1993). De acordo com as tabelas apresentadas por Rostagno et al. (2005), a composição aminoacídica do farelo de algodão é inferior ao farelo de soja para todos os aminoácidos, exceto arginina. Os mesmos autores apresentaram farelos de algodão com 29,8% de PB, 23,09% de FB e 1,28% de EE e farelos com 39,45% PB, 14,08% FB e 1,39% EE.

Apesar do elevado nível de proteína a utilização do FA em dietas para frangos de corte é dificultada pelo teor de gossipol livre, lisina disponível e nível de fibra bruta. De acordo com Ezequiel (2002) os teores de lisina disponível e de gossipol livre estão diretamente relacionados e são influenciados pelo método de extração do óleo; o gossipol livre complexa-se com a lisina reduzindo seu poder tóxico e também o valor biológico da proteína.

O gossipol é um pigmento amarelo, polifenólico, encontrado nas glândulas de óleo da semente do algodão (Butolo, 2002). Ocorre na forma livre ou ligada, conjugada à lisina (Ezequiel, 2002). Butolo (2002) relata a complexação do gossipol com o ferro (Fe) como um dos pontos positivos para detoxicação do FA a partir da adição de compostos solúveis de Fe e cita o sulfato ferroso heptahidratado ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) como o mais efetivo.

A lisina é um aminoácido essencial e limitante, pois não é sintetizada pelo organismo e é pouco disponível nas dietas, sendo o farelo de soja o principal fornecedor deste aminoácido. Segundo Azcona et al. (2001) o principal papel da lisina é na deposição de carne, entretanto, o adequado fornecimento de lisina nas rações de frango de corte promoveu uma significativa melhora da conversão alimentar. Henry et al. (2001) avaliaram o desempenho de frangos de corte criados até 21 dias de idade consumindo dietas com 20% de farelo algodão em substituição mesma quantidade do farelo de soja com e sem suplementação de lisina. Estes autores observaram que nas dietas suplementadas com 2% lisina a conversão alimentar melhorou significativamente e não houve efeito sobre o ganho de peso, entretanto, as aves que consumiram dietas não suplementadas tiveram desempenho significativamente inferior para consumo de ração, ganho de

peso e conversão alimentar. Azman e Yilmaz (2005) avaliaram o desempenho de aves alimentadas com dietas contendo 20% de farelo de algodão suplementadas com 1,5% e 3% de lisina durante 15 dias, comparadas a uma dieta controle sem adição de farelo de algodão ou suplementação de lisina. Os autores relataram que aves alimentadas com dietas suplementadas com 1,5% de lisina, atingiram melhor peso corporal e o consumo de ração e a conversão alimentar não foram afetados em relação ao nível de 3% de suplementação. Problemas relacionados com os níveis de lisina podem ser solucionados pela adição de lisina sintética às dietas de frangos de corte (Azman e Yilmaz, 2005 e Henry et al. 2001).

David e Araujo (2005) definem a fibra bruta como polissacarídeos não amiláceos, que constituem a maior parte da parede celular dos vegetais, enquanto para Silva e Queiroz (2002) termo fibra bruta é empírico e engloba a fração da celulose e da lignina, sendo que cerca de 97% é composta por lignina e celulose, sendo a maior fração de celulose. Carré (1991) cita que a digestibilidade da celulose é praticamente nula nas aves. Segundo Souza (2003), o teor de fibra do FA é influenciado pela quantidade residual de casca da semente do algodão; farelos com menores quantidades de casca apresentam menor teor de fibra bruta e maior teor de proteína bruta, sendo melhor indicado para utilização na alimentação de não-ruminantes. Farelos muito fibrosos, além de pobres em proteínas são também menos ricos em energia (Campos, 1958).

Ferreira (1994) comenta que entre os efeitos esperados da inclusão de fibra nas dietas está a diluição da concentração energética da dieta e a interação com a utilização dos demais nutrientes devido ao aumento da velocidade do trânsito digestivo. Segundo Jassen e Carré (1989) a baixa digestibilidade aumenta a perda endógena de nitrogênio e reduz a energia da ração. Phelps (1966) comenta que embora o nível de energia do farelo de algodão não seja dependente do nível da fibra, os dois fatores estão relacionados. David e Araújo (2005) relacionam a presença da fibra à formação de uma substância gelatinosa que dificulta a absorção de nutrientes, a formação desta substância está relacionada principalmente da fibra solúvel, que é composta em maioria pela hemicelulose. Ferreira (1994) relaciona o aumento da viscosidade do conteúdo intestinal à capacidade higroscópica ou de retenção de água apresentada pela fibra, sendo esta propriedade particularmente relacionada ao conteúdo de

hemicelulose e pectinas. Para Larbier e Leclerq (1994) além desta barreira à ação das enzimas digestivas, os altos níveis de fibra bruta também afetam a digestibilidade das rações por meio do aumento da taxa de passagem, o que diminui o tempo de permanência da ingesta no do TGI e conseqüentemente o tempo de ação das enzimas digestivas.

O presente estudo teve por objetivo avaliar o desempenho zootécnico de frangos de corte alimentados nas fases inicial e final com dietas utilizando níveis crescentes de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão e análise bioeconômica.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de 21 de outubro a 25 de novembro de 2004. Foram utilizados 300 pintainhos de corte com um dia de idade, machos, da linhagem comercial Ross. O experimento transcorreu até 42 dias de idade das aves, sendo que durante a primeira semana de vida os pintainhos receberam uma dieta pré-inicial comum a todas as aves do experimento. Aos sete dias de idade e peso médio de 176,38g, as aves foram submetidas às rações experimentais, formuladas pelo princípio da proteína ideal e aminoácidos digestíveis para frangos de corte a partir das exigências nutricionais propostas por Rostagno et al (2000) e das análises de composição química realizadas no laboratório de nutrição da UFRPE/DZO.

A substituição da fonte protéica para formulação das rações dos tratamentos foi baseada no teor da proteína proveniente do farelo de soja. As rações foram isocalóricas e isoprotéicas e os valores definidos foram 21,92% de PB para a fase inicial (oito a 21 dias de idade), 19,62% para fase final (22 a 42 dias de idade) e 3.150 kcal/kg de EM para ambas as fases, conforme apresentado na Tabela 2. O farelo de algodão avaliado apresentou 35,1% de proteína bruta, 2855 Kcal/Kg energia metabolizável, 11,92 % fibra bruta e 1,03 % extrato etéreo. O teor de gossipol livre encontrado na amostra do FA utilizado neste experimento foi 0,125%. O cálculo para adição de sulfato ferroso foi realizado a partir do teor de gossipol livre encontrado em cada dieta e este valor foi multiplicado por quatro, mantendo a relação 1:4 de gossipol livre e sulfato ferroso, segundo Ezequiel (2002).

Os tratamentos consistiram em uma ração referência à base de milho e farelo de soja e quatro rações experimentais, utilizando a proteína do farelo de algodão em substituição à proteína do farelo de soja da ração referência a níveis de 0%, 10%, 20%, 30% e 40%, representados por 0FA; 10FA; 20FA; 30FA e 40FA, respectivamente.

Tabela 01. Composição química e valores calculados das dietas experimentais para frangos de corte nas fases inicial (oito a 21 dias de idade) e final (22 a 42 dias de idade)

Table 1. Chemical composition and calculated values of the experimental diets to broiler chickens at pre-initial phase (eight to 21 days) and final (22 to 42 days of age)

Ingredientes (Ingredients)	Ração inicial (7 a 21 dias) (start diet)					Ração final (22 a 42 dias) (Final diet)				
	0FA	10FA	20FA	30FA	40FA	0FA	10FA	20FA	30FA	40FA
Milho (Corn)	51,88	50,67	49,46	48,26	47,05	62,20	61,16	60,12	59,08	58,03
F. de soja (Soybean meal)	39,86	35,96	32,05	28,15	24,25	31,68	28,62	25,56	22,51	19,45
F. de algodão (Cottonseed meal)	0,00	5,08	10,17	15,25	20,33	0,00	4,08	8,16	12,24	16,32
Óleo de soja (soybean oil)	4,00	3,93	3,86	3,79	3,72	2,44	2,39	2,35	2,30	2,26
Calc. Calcítico (Calcitic limestone)	1,19	1,24	1,30	1,35	1,41	1,14	1,18	1,22	1,27	1,31
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	1,87	1,83	1,78	1,74	1,70	1,64	1,60	1,57	1,53	1,50
Sal comum (Salt)	0,45	0,45	0,46	0,46	0,46	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28
DL-metionina 99% (DL-methionine 99%)	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,21	0,20	0,18	0,17	0,15
L-treonina (L- threonine)	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lisina HCL 78,4% (Lysine HCL 78,4%)	0,12	0,18	0,25	0,32	0,38	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39
Premix mineral (Mineral premix) ¹	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix vitamínico (Vitaminic premix) ²	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Coccidiostático (Coccidiostatic) ³	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Cloreto de Colina 60% (Choline chloride)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Sulfato ferroso (ferrous sulphate)	0,00	0,02	0,05	0,07	0,09	0,00	0,02	0,04	0,05	0,07
Composição química e valores energéticos calculados (Chemical composition and calculated energetic values)										
EM (Kcal/Kg) (Apparent metabolic energy)	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína bruta (%) (Crude protein)	21,920	21,920	21,920	21,920	21,920	19,620	19,620	19,620	19,620	19,620
Fibra bruta (%) (Crude fibre)	3,370	3,722	4,074	4,426	4,778	3,088	3,374	3,659	3,944	4,230
Cálcio (%) (Calcium)	0,986	0,986	0,986	0,986	0,986	0,888	0,888	0,888	0,888	0,888
Fósforo total (%) (Total phosphorus)	0,706	0,720	0,734	0,748	0,762	0,640	0,651	0,662	0,674	0,685
Fósforo disponível (%) (available phosphorus)	0,463	0,463	0,463	0,463	0,463	0,413	0,413	0,413	0,413	0,413
Sódio (%) (Sodium)	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Colina Adicionada (mg/kg) (Choline added)	775	775	775	775	775	310	310	310	310	310
Aminoácidos digestíveis (Digestible amino acids)										
Lisina (Lysine)	1,175	1,175	1,175	1,175	1,175	1,062	1,062	1,062	1,062	1,062
Metionina (Methionine)	0,552	0,538	0,525	0,511	0,498	0,489	0,478	0,468	0,457	0,446
Met+Cist (Methionine+Cistine)	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,753	0,753	0,753	0,753	0,753
Triptofano (tryptophan)	0,255	0,239	0,223	0,207	0,191	0,216	0,203	0,191	0,178	0,166
Treonina (Threonine)	0,738	0,726	0,714	0,702	0,690	0,655	0,636	0,617	0,599	0,580

¹ Composição por Kg de Premix mineral: 264,15 mg de Sulfato de Mn; 69,44 mg de Óxido de Zn; 262,12 mg de Sulfato de Fe; 32 mg de Sulfato de Cu; 0,80 mg de Iodeto; Caulim 371,49g.

² Premix vitamínico inicial: (Vitaminic premix)²: Vitamina A: 11.000.000UI; VIT. D₃: 2.000.000UI; Vitamina E: 16.000mg; Acido Fólico: 400mg; Pantotenato de cálcio: 10.000mg; Biotina: 60mg; Niacina 35.000mg; Piridoxina: 2.000mg; Riboflavina 4.500mg; Tiamina: 1.200mg; Vit. B12: 16.000mcg; Vit K₃: 1.500mg; Selênio: 250mg. Premix vitamínico engorda: Vit. A: 9.000.000UI; VIT. D₃: 1.600.000UI; VIT E: 14.000mg; Ac. Fólico: 300mg; Pantotenato de cálcio: 9.000mg; Biotina: 50mg; Niacina 30.000mg; Piridoxina: 1.800mg; Riboflavina 4.000mg; Tiamina: 1.000mg; Vit. B12: 12.000mcg; Vit K₃: 1.500mg; Selênio: 250mg.

³ mineral premix, levels per kilogram: 264,15 mg de Sulfate de Mn; 69,44 mg de Oxid de Zn; 262,12 mg de Sulfate de Fe; 32 mg de Sulfate de Cu; 0,80 mg de Iodeto; Caulim 371,49g.

² Vitamin premix, levels per kilogram : Vitamin A: 11.000.000UI; vitamin D₃: 2.000.000UI; Vitamin E: 16.000mg; Acido Fólico: 400mg; Pantotenato de cálcio: 10.000mg; Biotina: 60mg; Niacin 35.000mg; Piridoxin: 2.000mg; Riboflavina 4.500mg; Tiamin: 1.200mg; Vitamin B12: 16.000mcg; Vitamin K₃: 1.500mg; Selênio: 250mg. Premix vitamínico engorda: Vit. A: 9.000.000UI; VIT. D₃: 1.600.000UI; vitamin E: 14.000mg; Folic Acid: 300mg; Pantotenic acid: 9.000mg; Biotin: 50mg; Niacin 30.000mg; Piridoxin: 1.800mg; Riboflavin 4.000mg; Tiamin: 1.000mg; Vitamin B12: 12.000mcg; Vitamin K₃: 1.500mg; Selenium: 250mg.

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições de 12 aves por unidade experimental. Com um dia de idade, as aves foram pesadas individualmente e a médias de peso foram utilizadas para formação dos blocos. O desvio padrão dos pesos individuais foi calculado para o conhecimento da amplitude de variação do peso dentro do bloco.

Foram realizadas pesagens semanais das aves e das dietas para composição do banco de dados para o cálculo do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar. Estes parâmetros foram utilizados para análise do desempenho zootécnico.

A análise de variância dos dados de desempenho foi realizada utilizando o Mixed Procedure do SAS (SAS, 2001), seguindo as recomendações feitas por Wolfinger (1993) e Xavier (2000). Para o estudo financeiro os parâmetros avaliados foram custo da dieta, renda bruta, margem bruta e rentabilidade, onde se considerou para composição destes parâmetros o custo dos ingredientes, o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e os valores de venda do produto, segundo Lana (1997) Os valores dos ingredientes expressos em Real por kilograma (R\$/Kg) utilizados nas dietas foram: farelo de soja, 0,75; farelo de algodão, 0,65; milho, 0,42; óleo de soja, 2,20; calcáreo calcítico, 0,28; fosfato 2,50; DL-metionina, 8,00; L-treonina, 6,00; lisina HCL, 6,00; premix mineral 4,00; premix vitamínico 8,00; coccidiostático 20,00; colina, 6,80 e sulfato ferroso, 2,00.

Resultados

O resumo do quadro da análise de variância do consumo de ração, ganho de peso e da conversão alimentar estão apresentados na Tabela 02. Foram considerados para análise de variância do desempenho os efeitos de bloco, de níveis de farelo de algodão (FA), de Dia e da interação Dia x FA.

Tabela 2. Análise de variância do desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo níveis crescentes de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão.

Table 3. Variance analyses analyses of broiler chickens performance feed with diets containing crescent levels of substitution of soybean meal protein by cottonseed meal protein.

Parâmetros avaliados (Parameters evaluated)	Efeitos do modelo (p =....) (Model effect)			
	Bloco	FA	Dia	Dia x FA
Ganho de peso (<i>weight gain</i>)	0,5296	0,9495	<0,0001	0,6967
Consumo de ração (<i>Feed intake</i>)	0,7708	0,2412	<0,0001	0,3810
Conversão alimentar (<i>Feed conversion</i>)	0,2445	0,0007**	<0,0001	0,8950

* Altamente significativo (P<0,01) pelo teste F

O efeito de bloco não foi significativo para nenhum dos parâmetros da análise. Isto indica que a uniformidade inicial das aves nos blocos foi mantida até o final do experimento. Do mesmo modo, a interação Dia x FA não exerceu efeito significativo sobre os parâmetros analisados, indicando que a possibilidade da ocorrência de variações no desempenho das aves alimentadas com diferentes níveis de FA é a mesma para qualquer fase. O efeito do Dia foi altamente significativo sobre todos os parâmetros de desempenho. Esta variável representa a sucessão de tempo que reflete a idade das aves e, neste experimento, também representa o intervalo de tempo em que se procederam às tomadas dos dados do desempenho, de modo que o efeito desta variável era esperado. Tendo sido considerada na análise para avaliação de sua interação com o níveis de FA. Os resultados de consumo de ração e de ganho de peso não foram afetados pelos níveis de substituição de FA nas dietas.

No entanto, a conversão alimentar apresentou efeito linear positivo ($p < 0,0001$), altamente significativo, ou seja, à medida que aumentou o nível de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão, aumentou também o índice de conversão alimentar. A equação de regressão $\hat{Y} = 1.43196 + 0.00146FA$ ($R^2 = 0,9322$), onde \hat{Y} é a estimativa da conversão alimentar e FA, a unidade em porcentagem do farelo de algodão em substituição à soja, indica que para o intervalo de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão avaliado até 40%, houve um incremento de 0,00146 gramas no consumo de ração para cada 1 % de substituição realizada.

O resumo da análise de variância, contendo as fontes de variação e seus respectivos níveis de significância para o estudo bioeconômico, está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Análise de variância dos parâmetros econômicos
Table 3. Variance analyses of the economic parameters

Parâmetros avaliados (Parameters evaluated)	Efeitos do modelo (p =....)			
	Bloco (Block)	FA (FA)	Dia (Day)	Dia x FA (Day x FA)
Custo de alimentação (Dietary cost)	0.6883	0.2326	<0,0001	0.8950
Renda bruta (gross yield)	0.5296	0.9495	<0,0001	0.6967
Margem bruta (Crude margin)	0.7307	0.1387	<0,0001	0.2161
Rentabilidade (Rentability)	0.3938	0,0002*	<0,0001	0.4769

* Significativo ($P < 0,01$) pelo teste F

A análise de regressão mostrou efeito linear negativo ($p < 0,0001$) altamente significativo para rentabilidade. A equação de regressão

$\hat{Y} = 76.030643905 - 0.172876946FA$ ($R^2 = 0,94244$), onde \hat{Y} é a estimativa da rentabilidade e FA, a unidade em percentagem do farelo de algodão em substituição à soja, indica que para o intervalo de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão avaliado até 40%, há um decréscimo de 0.172876946 unidades na rentabilidade para cada 1 % de substituição realizada.

Discussão

Neste estudo, o consumo de ração e o ganho de peso das aves alimentadas com dietas contendo até 40% de substituição da proteína do farelo de soja, não apresentaram efeito significativo, embora, um sensível aumento no consumo de ração tenha sido observado em todos os tratamentos quando comparados à dieta controle. O mesmo ocorreu com o ganho de peso, exceto para os níveis de 20 e 30% de substituição, que foi inferior ao controle e aos outros tratamentos, conforme está descrito na Tabela 4. Contudo a conversão alimentar apresentou efeito altamente significativo ($P < 0,0001$). Estes resultados estão de acordo com estudos anteriores sobre a utilização do farelo de algodão para frangos de corte.

Tabela 4. Médias e desvio padrão da média do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e da conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 7 a 42 dias de idade.

Table 4. Averages and average standard deviation of weight gain (GP), feed intake (CR) and feed gain:ratio (CA) of broiler chickens with 7 and 42 days of age

Níveis substituição % (Levels substitution)	Ganho de Peso, g (Weight gain)	Consumo de ração, g (feed intake)	Conversão alimentar g/g (feed gain: ratio)
0	2433 ± 84	4303 ± 120	1,770 ± 0,024
10	2440 ± 72	4330 ± 145	1,799 ± 0,026
20	2382 ± 105	4319 ± 142	1,814 ± 0,037
30	2425 ± 79	4416 ± 135	1,821 ± 0,033
40	2434 ± 44	4417 ± 26	1,828 ± 0,042

Trabalhos que avaliaram o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão sem ajuste da densidade de nutrientes ou detoxicação do gossipol, mostraram que o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar são negativamente afetados quando comparadas às dietas controle a base de milho e soja (Couch et al. 1954; El-Boushy e Raterink, 1989; Fernandez et al. 1994). Henry et al. (2001) afirmam que tais problemas em dietas contendo elevados níveis de inclusão de FA, podem ser ajustados com a utilização de aminoácidos digestíveis e suplementação de lisina. Watkins et al.

(1993) concluíram que a suplementação com lisina sintética não foi eficiente para superar os efeitos do FA sobre o consumo de ração e a conversão alimentar. Estes autores observaram que o consumo de ração foi significativamente aumentado e a eficiência alimentar significativamente reduzida pelos níveis de FA na dieta. Entretanto, o ganho de peso em frangos de corte machos criados até 42 dias de idade não foi afetado pelos níveis de substituição do FA, pela suplementação de lisina ou pela interação entre esses fatores. Azman e Yilmaz (2005) relataram que o melhor resultado para ganho de peso foi obtido com a suplementação de 1,5% de lisina a uma dieta contendo 20% de FA quando comparada a 3% de lisina suplementar e, embora, não tenha sido observada diferença significativa entre as aves controle e tratadas, ocorreu um ligeiro aumento no ganho de peso, no consumo de ração e uma redução no índice de conversão alimentar para o tratamento com 1,5% de lisina suplementar em relação à dieta controle.

Fernandez et al. (1995) avaliaram o desempenho de frangos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de FA (5 a 40%) com base em aminoácidos totais e digestíveis equivalentes às dietas a base de milho-soja e verificou que dietas baseadas em aminoácidos totais com níveis iguais ou acima de 20% de FA induziram a uma redução no ganho do peso e da eficiência alimentar. Entretanto, não observaram diferença significativa no desempenho das aves alimentadas com dietas contendo até 20% de FA formuladas com aminoácidos digestíveis em relação àquelas que consumiram ração a base de milho-soja.

Watkins et al. (1994) relatam que o aumento dos níveis de FA até 30% nas dietas resultou no aumento do consumo de ração, entretanto não foi observada uma tendência linear para o consumo, apenas os frangos alimentados com dietas contendo 20% de FA apresentaram consumo de ração e ganho de peso significativamente superiores àqueles que consumiram a dieta controle. Estes autores comentam que parte da variação dos resultados de desempenho, conversão alimentar, foi explicada por diferenças no índice da fibra do farelo de algodão. Para Fernandez et al. (1995) a redução no desempenho decorrente de dietas contendo níveis de 30 e 40% FA em base de aminoácidos digestíveis não esteve associada aos níveis dietéticos dos aminoácidos, uma vez que não houve melhora no desempenho, mesmo quando ocorreu aumento na maioria dos

aminoácidos essenciais em 15% na dieta de 40% FA. Azman e Yilmaz (2005) comentam que o melhor resultado de ganho de peso, obtido com a suplementação de 1,5% de lisina em detrimento à suplementação de 3% em dietas contendo 20% de FA, pode ser justificado com base nos relatos de Chamruspollert et al. (2002), os quais afirmam que altos níveis de lisina na dieta podem aumentar o requerimento de arginina pelas aves, pois é sabido que a lisina interfere na absorção da arginina no intestino. Enquanto Novak e Scheideler (1998) comentam que o elevado consumo de lisina teria um efeito prejudicial na assimilação da metionina e da cistina.

A redução no desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo FA é atribuída a diferentes fatores, que variam em importância entre os autores; El-Boushy e Raterink (1989) destacam a presença do gossipol, Henry et al. (2001) ressaltam o teor de lisina e Fernandez et al. (1994) e Fernandez et al. (1995) enfatizam a redução da digestibilidade da proteína como fator determinante. Phelps (1966) cita que níveis crescentes do gossipol livre nas dietas causam depressão no consumo e Fernandez et al. (1995) relataram que tal redução influencia a diminuição do ganho de peso. Barbosa e Gattás (2004) citam que até 100ppm e 200ppm de gossipol livre podem ser utilizados nas fases inicial e de engorda de frangos de corte, respectivamente, desde que a correção seja devidamente realizada com a utilização de sulfato ferroso. El-Boushy e Raterink (1989) verificaram que a adição de 600 ppm de sulfato ferroso à dietas contendo níveis crescentes de FA (8, 16 e 24%) com teores de 310 ppm de gossipol livre (0,196%), melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar em relação às aves que consumiram dietas sem suplementação de Fe, as quais apresentaram efeito linear negativo para ganho de peso e efeito linear positivo para conversão alimentar, mesmo consumindo dietas isocalóricas, isoproteicas com níveis de lisina e AAS equilibrados. No presente estudo o teor de gossipol livre do FA utilizado foi 0,125% e, a correção foi realizada com adição sulfato ferroso às dietas na proporção de uma parte de gossipol livre para quatro partes de sulfato ferroso, conforme recomenda Ezequiel (2002).

O decréscimo na eficiência alimentar observado neste experimento, pode ser atribuído ao sensível aumento do consumo de ração para os diferentes níveis de FA nas dietas, embora este parâmetro não tenha sido significativo quando avaliado isoladamente, enquanto o aumento do consumo de ração pode ter sido

influenciado pela menor digestibilidade e biodisponibilidade dos aminoácidos do FA. De acordo com Paiano et al. (2003), apesar do alto nível de proteína bruta, a quantidade e a digestibilidade dos aminoácidos, especialmente da lisina, são inferiores àqueles encontrados no FS. Neste experimento, apesar das dietas terem sido formuladas pelo conceito da proteína ideal e aminoácidos digestíveis, estes valores foram estimados de acordo com as Tabelas de Rostagno et al. (2000), podendo ter ocorrido alguma diferença entre o valor estimado e o valor real da digestibilidade dos aminoácidos do farelo de algodão utilizado. De acordo com as tabelas de Rostagno et al. (2005) o coeficiente de digestibilidade da lisina e concentração da lisina digestível no FS é 91% e 2,53%, respectivamente e 1,02% para a lisina digestível do FA. Campos (1958) atribuiu a baixa digestibilidade do FA à desnaturação da proteína durante o processo de extrusão. Segundo Watkins et al. (1994), a adição dos aminoácidos suplementares para compensar uma suposta perda de 25% na biodisponibilidade não superou problemas com o aumento do consumo de ração e de uma eficiência alimentar ruim.

O elevado índice de fibra bruta do farelo de algodão pode ser direta ou indiretamente responsável pela redução na utilização de nutrientes, tais como da proteína bruta presente no FA (Totsuka, 1964; Fisher e Quisenberry, 1971, citados por Watkins et al. 1993, Watkins et al. 1994). Carré (1991) cita que a digestibilidade da celulose é praticamente nula nas aves. Segundo Jassen e Carré (1989) a baixa digestibilidade aumenta a perda endógena de nitrogênio e reduz a energia da ração. Phelps (1966) comenta que embora o nível de energia do farelo de algodão não seja dependente do nível da fibra, os dois fatores estão relacionados. Sasser (1956) citado por Phelps (1966) observou que ao adicionar até 12% de fibra da casca do caroço de algodão para reduzir a proteína do farelo de 52 para 40%, a diferença de peso às oito semanas de idade do frango foi pequena, entretanto, a eficiência da alimentação foi reduzida. O teor de fibra bruta do farelo de algodão utilizado correspondeu a 11,92% na matéria seca da amostra utilizada. O teor de FB resultante nas dietas contendo o FA, ajudam a explicar o aumento no consumo de ração e no índice de conversão alimentar; os valores de FB nas dietas variou de 3,722 até 4,778% nas dietas iniciais e de 3,374 a 4,230% nas dietas finais. Para Larbier e Leclerq (1994) além da barreira imposta pela fibra bruta à ação das enzimas digestivas, os altos níveis de fibra

bruta também afetam a digestibilidade das rações por meio do aumento da taxa de passagem, o que diminui o tempo de permanência da ingesta no do trato gastrointestinal (TGI) e conseqüentemente o tempo de ação das enzimas digestivas.

Watkins et al. (1993) comenta que a alteração no processamento da semente de algodão pode produzir FA com teores mais baixos da fibra bruta e maior nível de proteína bruta, podendo superar problemas como a digestibilidade e teor de energia das dietas. Segundo Santos et al. (2005) a composição nutricional de cada farelo exerce maior influencia sobre a variabilidade dos valores de energia que os fatores inerentes ao processamento.

O teor elevado de fibra bruta pode ter contribuído para o incremento na conversão alimentar e por conseqüência para a redução da rentabilidade, já que os custos das dietas não apresentaram efeitos significativos. Portanto, a utilização do FA até o nível 40% de substituição da proteína do FS pela proteína do FA, avaliado neste experimento, mostrou-se contra-indicada economicamente para os valores de vigentes no período do experimento.

São muitas as divergências de resultados entre os diversos autores quanto ao consumo de ração e ganho de peso, porém os efeitos observados sobre a conversão alimentar sofrem menor variabilidade, sendo na maioria dos estudos negativamente influenciada pelos níveis de FA nas dietas.

De modo geral, as pesquisas indicam que até 20% de FA pode ser utilizado em dietas para frangos de corte, desde que os níveis de aminoácidos digestíveis estejam adequados e o teor de gossipol livre corrigido pela adição de sulfato ferroso. Dietas formuladas em base digestível de aminoácidos são superiores àquelas baseadas em aminoácidos totais (Araújo et al., 2001; Maiorka et al., 1997; Dari e Penz, 1996; Rostagno et al., 1995). Segundo Azcona et al. (2001) o requerimento das aves para deposição de carne é de aminoácidos e não de proteína bruta. Deste modo, a preocupação quanto ao equilíbrio de aminoácidos e, conseqüentemente, com a qualidade da proteína nas dietas deve ser aplicada a qualquer ingrediente, mas, especialmente nas formulações com ingredientes alternativos.

Conclusão

O farelo de algodão até o nível de 40% da substituição da proteína do farelo de soja, pode ser utilizado na alimentação de frangos de corte sem prejuízo ao desempenho zootécnico. Em termos econômicos, a redução da rentabilidade pelo incremento no índice de conversão alimentar deve ser observada.

Referências Bibliográficas

- ABEF - Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frangos. *Frango brasileiro: primeiro lugar absoluto no mercado internacional*. Disponível em: <http://www.abef.com.br/Abef_numeros.pdf> Acesso em: out. 2005.
- ARAUJO, L. F., JUNQUEIRA, O. M., ARAUJO, C. S. S. *et al.* Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. *Revista Brasileira Ciência Avícola*. 2001, v. 3, n. 2, p.157-162.
- AZCONA, J., SCHANG, M., CORTAMIRA, O. N. *Nível de lisina nas rações de frangos de corte*. Relatório de Pesquisa Ajinomoto, 2001. n. 35. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br>> Acesso em out. 2005.
- AZMAN, M. A., YILMAZ, M. The growth performance of broiler chicks fed with diets containing cottonseed meal supplemented with lysine. *Revue Medicin Veterinaire*, 2005, v. 156, n. 2, p. 104-106.
- BARBOSA, F. F.; GATTÁS, G. *Farelo de algodão na alimentação de suínos e aves*. Revista Eletrônica Nutritime. 2004. v. 2, p.152-162. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/nutritime/Arquivos/015V1N3P147_156_NOV2004.pdf> Acesso em ago. 2005.
- BRITO, M. S., LUDKE, M. C. M. M., LUDKE, J. V., SILVA, D. A. T., TORRES, T. R., OLIVEIRA, E. L. Composição nutricional e energia metabolizável do farelo de algodão e farelo residual de milho para frangos de corte. *In: III Congresso Nordeste de Produção Animal, Campina Grande-PB. (CD ROM)*. 2004.
- BUTOLO, J. E. *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*. Campinas-SP: CBNA, 2002. 430p.
- CAMPOS, J. *Valor nutritivo do farelo de algodão para aves*. 1958. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1958. 52 p.
- CARDOSO, E. G. Utilização de subprodutos do algodoeiro na alimentação animal. *In: Algodão – Informações técnicas*. Cap. 16, p. 255-267. EMBRAPA-CPAO, Campina Grande, *Circular Técnica*, 7, 1998. 267 p.
- CARRÉ, B. Factors affecting the digestibility of non-starch carbohydrates in monogastric animals. *In: Georgia Nutrition Conference*, 1991. p. 20-32.
- CHAMRUSPOLLERT M., PESTI G. M., BAKALLI R. I. Dietary interrelationships among arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks *British Journal of Nutrition*. 2002, 88, p. 655-660.
- COUCH, J. R., W. Y. CHANG, AND C. M. LYMAN. The effect of free gossypol on chick growth. *Poultry Science*. 1954. v. 34. p. 178–183.
- DARI, R. L., PENZ, J. R. A. M. The use of digestible amino acid and ideal protein concept in diet formulation for broilers. *In: Poultry Science Association Annual Meeting, Louisville, EUA, 1996*. 67p.

DAVID, T. P., ARAÚJO, L. F. *Avaliação de ingredientes alternativos na alimentação de frangos de corte com a adição de enzimas*. 2005. Relatório de Pesquisa - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005. 56 p.

EL-BOUSHY, A. R., AND R. RATERINK. 1989. Replacement of soybean meal by cottonseed meal and peanut meal or both in low energy diets for broilers. *Poultry Science*. 1989, v. 68, p. 799–804.

EZEQUIEL, J.M.B. Farelo de algodão como fonte alternativa de proteína alternativa de origem vegetal. *In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL*. CAMPINAS, São Paulo. *Anais...* Campinas:CBNA. 2002. p.137-161.

FERNÁNDEZ, S.R., Y. ZHANG, Y C.M. PARSONS. Effect of overheating on the nutritional quality of cottonseed meal. *Poultry Science*. 1994. v. 73, p. 1563-1571.

FERNÁNDEZ, S.R., Y. ZHANG, Y C.M. PARSONS. Dietary formulation with cottonseed meal on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. *Poultry Science*, 1995. v. 74, p. 1168-1179.

FERNANDEZ, S. R. Biodisponibilidade de nutrientes em aves de distintas edades. Disponível em: http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?AREA=AVGeart=301>. Acesso em nov. 2004.

FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES*, *Anais...* Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.85-113.

HENRY, M. H.; PESTI, G. M.; BAKALLI, R. et al. The Performance of Broiler Chicks Fed Diets Containing Extruded Cottonseed Meal Supplemented With Lysine. *Poultry Science*. 2001. v.80. p.762-768.

JASSEN, W.M.M.A.; CARRÉ, B. Influence of fiber on digestibility of poultry feeds *In: COLE, D.J.A.; HARESIGN, W. (Eds.) Recent developments in poultry nutrition*. London: Butterworths, 1989. p.78-93

LARBIER, M.; LECLERQ, B. *Nutrition and feeding of poultry*. Nottingham: Nottingham University, 1994. 350p.

MAIORKA, A., KOLLING, A. V., KESSLER, A. M., PENZ, J. R. A. M. Efeito do nível de energia e da forma física da ração em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis sobre o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte machos dos 21 aos 42 dias de idade. *In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas*; Campinas, SP, Brasil. 1997. 17p.

MS Notícias. *Superávit do Agronegócio em 2005 chegou a US\$ 38,4 bilhões*. 2006. Disponível em: <http://www.agorams.com.br/index.php?ver=ler&id=71863>>. Acesso em fev. 2006.

- NOVAK, C. L., SCHEIDELER, S. E. The combined effects of lysine and TSAA in two strains of laying hens. *Poultry Science*, 1998. v. 77, Supl. 1. p. 102. (Abstr.).
- PAIANO, D., MOREIRA, I., FURLAN, A. C., SILVA, M. A. A., HIDEO, J. H., PATRICIO, V. M. I. Utilização de farelo de algodão para suínos em crescimento. *In: XI Congresso Brasileiro de Veterinários especialistas em Suínos*. 2003.
- PEIXOTO, R. R., MAIER, J. C. *Nutrição e alimentação animal*. 2.ed. Pelotas: UCPel, EDUCAT, UFPel. 1993.
- PHELPS, R. A. Cottonseed meal for poultry: From research to practical application. *World's Poultry Science Journal*, 1966. v. 22. p. 86–112.
- ROSTAGNO H, PUPA JMR, PACK MJ. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. *Journal Applied Poultry Research*, 1995. v. 64. p. 119-126.
- ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L. *Tabelas brasileiras para aves e suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Universidade Federal de Viçosa-MG:UFV. 2000. 114 p.
- ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L., et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos - Composição de alimentos e exigências nutricionais.*; 2.ed. Universidade Federal de Viçosa-MG:UFV. 2005. 186p.
- SANTOS, M. J. B., LUDKE, M. C. M. M., LUDKE, J. V., FRAIHA, M., RABELLO, C. B. V., OLIVEIRA, E. L., TORRES, T. R. Efeito do processamento do farelo de algodão sobre a composição nutricional e valor da energia metabolizável para frangos de corte. *In: Zootec 2005 – Produção Animal e Responsabilidade*. Campo Grande-MS (CD ROM). 2005.
- SAS INSTITUTE. Statistical analysis system for Windows. version 8.2. Cary, 2001. *CD-Room*.
- SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos – métodos químicos e biológicos*. 3 ed. Viçosa:UFV, 2002. 235p.
- SOUZA, A. V. C. Utilização de farelo de algodão para suínos e aves. 2003. Disponível em: < http://www.polinutri.com.br/conteudo_dicas_janeiro_03.htm> Acesso em set. 2004.
- WATKINS, S. E., SKINNER, J. T., ADAMS, H. M., WALDROUP, P. W. An evaluation of low-gossypol cottonseed meal in diets for broiler chickens. 1. Effects of cottonseed meal level and lysine supplementation. *Journal Applied Poultry Research*. 1993. v. 2 p. 221–226.
- WATKINS, S. E., SKINNER, J. T., ADAMS, H. M., WALDROUP, P. W. An evaluation of low-gossypol cottonseed meal in diets for broiler chickens. 2. Influence of assigned metabolizable energy values and supplementation with essential amino acids on performance. *Journal Applied Poultry Research*. 1994. v. 3 p. 7–16.

WOLFINGER, R. D. Covariance structure selection in general mixed models. *Communications in statistics, simulation and computation*. 1993. v. 22, n. 4, p. 1079-1106.

XAVIER, L. H. *Modelos univariado e multivariado para análise de medidas repetidas e verificação da acurácia do modelo univariado por meio de simulação*. 2000. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2000. 66 p.

Características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão¹

Broilers carcass characteristics feed with diets containing cottonseed meal

Ana Paula S. F. Santos², Maria do Carmo M.M. Ludke³, Jorge Vitor Ludke⁴, Emanuela Lima de Oliveira⁶, Thaysa Rodrigues Torres⁶, Marcos José B. dos Santos⁶, Mauro Roberto de Oliveira Vilela⁶.

¹ Projeto financiado pelo CNPq e a pesquisa integra a tese de mestrado da primeira autora.

² Aluna de mestrado do PPGZ da UFRPE. e-mail: santosana_paula@ibest.com.br.

³ Professora Adjunta do Departamento de Zootecnia da UFRPE. e-mail: carmomml@ufrpe.br.

⁴ Pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves. e-mail: sac@cnpsa.embrapa.br.

⁶ Alunos de Graduação do Curso de Zootecnia da UFRPE.

Resumo

Foi realizado um experimento para avaliar o efeito da substituição da proteína do farelo de soja (FS) pela proteína do farelo de algodão (FA) nos níveis de 0, 10, 20, 30 e 40 % em dietas para frango de corte sobre as características de carcaça (CARC). Foram utilizados 75 frangos de corte com 42 dias de idade, sendo 15 aves por tratamento. Avaliou-se peso da CARC e dos cortes: peito, coxa+sobrecoxa (CSC), asa, dorso+pescoço (DP); peso das vísceras (VIS) e peso da gordura (GOR) da moela e abdominal. Foram calculadas as porcentagens (%) da CARC, dos cortes, da GOR total e dos órgãos internos em relação ao peso vivo (PV), além das % dos cortes em relação à CARC. O peito e as CSC de cada ave foram desossadas e com os pesos obtidos foram calculados os rendimentos com relação a cada corte. Foi calculada a % de carne desossada em relação à CARC e PV de cada ave. A inclusão do FA não teve efeito significativo sobre o peso da CARC, peito, CSC e asa, coração, moela e GOR da moela. A % da CARC, peito, CSC e asa em relação ao PV teve aumento linear. A % do DP e das VIS quando relacionado ao PV, teve redução linear significativa. Foi observado um aumento linear do peito, CSC e asa e uma redução linear no peso do DP quando expresso como % da CARC. Os resultados da desossa indicam uma tendência ao aumento em termos absolutos nos pesos da carne do peito, CSC e da carne total obtida. Estes valores relacionados como % do PV, % da CARC e do rendimento em relação ao corte indicam um aumento linear com a inclusão de FA.

Palavras-chave: Coxa e sobrecoxa, peito, vísceras, rendimento de carne, rendimento de cortes

ABSTRACT

An experiment was carried out to evaluate the soybean meal (FS) protein by cottonseed meal (FA) protein in levels of 0, 10, 20, 30 and 40 % in diets of 75 broilers, 15 per treatment, 42 days old in aim to quantify carcass (CARC) characteristics. The weight of CARC, cuts such as chest, thigh+drumstick (CSC), wing and back (DP), entrails, gizzard and abdominal fat. There were calculated yields (%) of CARC, cuts, total fat and entrails in live weight (PV) basis, and % of cuts in CARC basis. The chest and the CSC of the birds was trimmed and with the weights were calculated yields on the cut basis. The % of meat trimmed in CARC and PV of each bird were calculated. The inclusion of FA hadn't effect on the CARC weight, chest, CSC, wing, heart, gizzard and gizzard fat. The % of CARC, chest, CSC and wing in PV basis had linear increase. The % of DP and entrails on a PV basis had linear decrease. On the CARC basis an linear increase in % of chest, CSC and wing and linear decrease in DP weight. The results shows an tendency of increase in absolute terms on chest weight, CSC weight and total meat trimmed. These values in % of PV basis, % of CARC and cut yield shows a linear increase with FA.

KEYWORDS: Chest, cut yields, entrails, meat dress, thigh plus drumstick

INTRODUÇÃO

Nos últimos três anos a avicultura de corte brasileira registrou os melhores números de sua história, superando-se a cada ano. Em 2005, consolidou sua posição no mercado internacional como maior exportador mundial de carne de frango, tanto em receita cambial quanto em volume. Neste ano, a produção foi de 9,2 milhões de toneladas, das quais 2,9 milhões foram exportadas (ABEF, 2005 e 2006; Anuário da Avicultura Industrial, 2006). Um dos responsáveis pelo bom desempenho do setor foi o aumento das vendas do frango em cortes e produtos industrializados (Marques, 2004). Segundo Talamini et al. (2006) o crescimento deste segmento é uma tendência das exportações. De acordo com dados apresentados pela União Brasileira de Avicultura (UBA, 2006), a comercialização de cortes e produtos industrializados representou em 2005, cerca de 37% e 3% do volume total de exportação, respectivamente.

A exigência do consumidor por produtos diferenciados e a preferência por cortes ao frango inteiro, levou a indústria avícola a dar maior atenção às características de rendimento e qualidade de carcaça, ao mesmo tempo em que os índices de desempenho zootécnico evoluem (Mendes, 1990). Mack & Pack (2000) comentam que a qualidade da carcaça ganha cada vez mais importância como critério de desempenho, sendo o rendimento da carcaça, a deposição de gordura e a porção de carne de peito os parâmetros mais importantes para caracterização da qualidade. Segundo Mendes (2001), o rendimento de carcaça e de cortes é o fator que mais afeta a rentabilidade da produção avícola. Altos teores de gordura corporal em frangos de corte, representam queda no rendimento industrial e no valor comercial dos cortes (Scheuermann et al., 1994), enquanto o peito é a porção da ave que agrega maior valor monetário à carcaça (Mack & Pack, 2000).

De acordo com Scheuermann et al. (1994), a expressão fenotípica do potencial genético para melhoria na taxa de crescimento, conversão alimentar e rendimento de carne, depende de fatores de meio; por tanto, é importante conhecer as exigências nutricionais das aves em processo de melhoramento. Araújo et al. (2001) comentam que os efeitos de meio somente exercem importância primária quando as exigências nutricionais são atendidas.

O custo com alimentação é o item que mais onera a produção avícola. No Brasil, a concentração dos pólos produtores de matérias-primas e a logística de distribuição pesam ainda mais sobre este custo, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, distantes dos grandes pólos produtores de grãos. Dados da Companhia Nacional de Abastecimento mostram que para estas regiões, o custo de produção é cerca de 30 a 35% superior às regiões Sul e Sudeste. Somando-se a estes fatores, existe uma preocupação mundial quanto à produção e disponibilidade de alimentos, principalmente àqueles comuns aos homens e animais, elevando o interesse em encontrar alternativas para oferta e utilização dos alimentos, especialmente das fontes protéicas. Neste contexto, os subprodutos agrícolas e da indústria de alimentos representam uma alternativa aos ingredientes tradicionais.

O farelo de algodão (FA) é um subproduto da industrialização do algodão, obtido a partir do caroço descorticado após a extração do óleo por solvente e moagem fina (Butolo, 2002). Segundo Ezequiel (2002) a proteína do FA varia de

38 a 44%, sendo mais frequentemente comercializada no Brasil com 38%. De modo geral, o FA apresenta cerca de 40% de proteína bruta e 12% de fibra bruta, sendo seu conteúdo em aminoácidos essenciais satisfatório, exceto em lisina (Peixoto e Maier, 1993). De outro modo, Rostagno et al. (2005), descrevem uma composição aminoacídica inferior do FA para todos os aminoácidos, exceto arginina, em relação ao farelo de soja

Embora o FA apresente elevado nível de proteína, sua utilização em dietas para frangos de corte é dificultada devido a três fatores básicos: teor fibra bruta, nível de gossipol livre e de lisina disponível. De acordo com EZEQUIEL (2002) os teores de lisina disponível e de gossipol livre estão diretamente relacionados e são influenciados pelo método de extração do óleo; o gossipol livre complexa-se com a lisina reduzindo seu poder tóxico e também o valor biológico da proteína.

Sob o ponto de vista do rendimento de carcaça, a utilização do farelo de algodão deve ser observada quanto à qualidade da proteína fornecida em função da disponibilidade e digestibilidade dos aminoácidos, principalmente da lisina.

Por outro lado, o conceito de proteína ideal exige que a formulação da ração esteja baseada em aminoácidos digestíveis, o que torna possível contornar as diferenças de digestibilidade existentes entre diferentes ingredientes (Serrana, 2003).

Atualmente, o conceito de proteína ideal para formulação de rações para aves resultou em redução nos custos de produção em função da redução no nível de proteína ao mesmo tempo em que aumentou a eficiência de sua utilização, deste modo a proteína ideal visa atender de maneira exata as exigências de aminoácidos para manutenção e máximo crescimento. A lisina foi o aminoácido escolhido pelos pesquisadores como referência (padrão=100), os outros aminoácidos têm seus requerimentos ajustados em percentuais em relação à lisina.

Azcona et al. (2001) comentam que o principal papel da lisina é a deposição de carne, entretanto, o adequado fornecimento de lisina nas rações para frango de corte, promove uma significativa melhora na conversão alimentar. Os mesmos autores comentam que o nível de lisina utilizado nas dietas deve estar em função do parâmetro que desejamos maximizar. Leclercq (1998) comenta evidências sobre a ocorrência de uma hierarquia de exigências, onde o requerimento para o máximo ganho de peso é menor que para rendimento de

carne de peito, que é menor que as exigências para conversão alimentar e, por fim, a maior exigência para diminuição da deposição da gordura abdominal.

Este estudo teve por objetivo avaliar características de carcaça de frangos de corte alimentados com níveis crescentes de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento de desempenho zootécnico foi conduzido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de 21 de outubro a 25 de novembro de 2004. Para este experimento foram utilizados 300 pintos de corte de um dia, machos, da linhagem comercial Ross, alocados por peso inicial em 25 boxes, onde a unidade experimental considerada foi cada box contendo 12 aves.

As aves foram submetidas a tratamentos com 5 níveis (0, 10, 20, 30 e 40%) de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão em dietas isocalóricas, isoproteicas e isoaminoácídicas para lisina e met+cis digestíveis, distribuídos em 5 tratamentos com 5 repetições. As rações foram formuladas a partir das exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2000) e empregando o princípio da proteína ideal para frangos de corte mantendo uma relação para lisina, metionina+cistina, treonina e triptofano digestíveis e assegurando a concentração mínima estabelecida para os demais aminoácidos essenciais. O programa de alimentação foi dividido em 3 fases: pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias) e final (22 a 42 dias). A ração pré-inicial foi comum a todas as aves e os tratamentos implantados a partir da fase inicial, os níveis de proteína bruta adotados foram 21,9% e 19,6% para fase inicial e final, respectivamente, e a energia metabolizável assumida para todos os tratamentos foi 3.150 Kcal/kg, conforme está apresentado na Tabela 1.

Para análise dos parâmetros relacionados à carcaça, foram abatidos 75 frangos de corte com 42 dias de idade, oriundos do experimento de desempenho. Para avaliação das características de carcaça foram escolhidas 3 aves por box com peso corporal o mais próximo da média dos pesos da unidade experimental de onde foram coletadas. As aves foram pesadas individualmente para obtenção do peso vivo e em seguida permaneceram em jejum por 6 horas. Após esse período foram abatidas, sangradas, depenadas e novamente pesadas para obtenção do

peso da carcaça. Em seguida, foram evisceradas e as vísceras comestíveis e não-comestíveis, pesadas e, também, a gordura em volta do proventrículo, da moela e a gordura abdominal, limitada à porção em volta da cloaca, foram retiradas e pesadas. Depois, foram retirados os pés e a cabeça para obtenção do peso da carcaça sem pés e sem cabeça. Logo após, foram realizados os cortes das asas, peito e coxa +sobre coxa, os cortes foram pesados e, por último, procedeu-se à desossa do peito e coxas + sobre coxas. Todo processo foi realizado manualmente e as carcaças não passaram por *chiller*. As características avaliadas foram: peso da carcaça, peso dos cortes principais (peito, coxa+sobrecoxa, asa, dorso+pescoço), peso das vísceras (vísceras comestíveis: fígado, coração e moela, e vísceras não-comestíveis destinadas à graxaria: intestino e resíduos) e peso da gordura da moela e da gordura abdominal. Foram calculadas as porcentagens da carcaça, dos cortes, da gordura total e órgãos internos em relação ao peso vivo (valores absolutos), além das porcentagens dos cortes em relação à carcaça (valores relativos). O peito e as coxas+sobrecoxas de cada ave abatida foram desossadas e com os pesos obtidos foram calculados os rendimentos em relação a cada corte. Adicionalmente, foi calculada a porcentagem de carne desossada em relação à carcaça e peso vivo de cada ave. Na avaliação estatística para as análises de variância e de regressão foi utilizado o pacote estatístico SAS[®] (SAS, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão em até 40% não teve efeito significativo sobre o peso da carcaça, do peito, coxa+sobrecoxa, asa, coração, moela e gordura da moela, conforme apresentado na Tabela 2. Porém, foi verificada redução linear significativa sobre o peso do dorso+pescoço, das vísceras, tanto das vísceras comestíveis (fígado) como das vísceras destinadas à graxaria (intestinos), a gordura abdominal também apresentou redução linear com os níveis de substituição do farelo de soja por farelo de algodão. A porcentagem de carcaça, de peito e de coxa+sobrecoxa, em relação ao peso vivo, apresentaram aumento linear com os níveis crescentes de farelo de algodão na dieta, conforme apresentado na Tabela 3. A porcentagem do dorso+pescoço, das vísceras totais, das vísceras comestíveis (apenas fígado), das vísceras destinadas à graxaria (apenas intestino) quando relacionado ao

peso vivo, tiveram redução linear significativa. De modo geral, todos os parâmetros em relação à carcaça, expressos em percentual, apresentaram efeito linear positivo altamente significativo, exceto para o rendimento de dorso + pescoço, que apresentou efeito linear negativo altamente significativo ($P < 0,0001$), conforme apresentado na Tabela 3. Os resultados obtidos com a desossa indicam uma tendência ao aumento em termos absolutos nos pesos da carne do peito ($p = 0,1122$), da carne da coxa+sobrecoxa ($p = 0,0679$) e da carne total obtida ($0,0906$). Quando os resultados da desossa são relacionados como porcentagem do peso vivo, porcentagem da carcaça e do rendimento em relação ao corte pode ser verificado um aumento linear com a inclusão de níveis crescentes de farelo de algodão.

Embora não tenham sido verificados efeitos significativos sobre o peso da carcaça, do peito e coxa+sobre coxa, foi observado aumento entre 11 e 21g de carne de peito das aves alimentadas com farelo de algodão em relação às aves controle, o mesmo ocorreu com a coxa+sobre coxa, onde a variação da diferença de peso para as aves tratadas ficou entre 8 e 7g e, em relação ao peso da carcaça, apenas os níveis de 20 e 40% foram inferiores ao controle, onde as diferenças encontradas foram pequenas. Hickling et al. (1990), citado por Scheuermann et al. (1995) verificaram que um ganho de 15 a 20g de carne de peito pode ser obtido pela suplementação de metionina e lisina em 12% acima do recomendado pelo NRC (1984).

Mack et al. (1999) em dois estudos com proteína ideal, avaliaram níveis graduais de lisina em dietas de frangos de corte machos das linhagens Ross e ISA, nas duas experiências o rendimento ótimo de carne de peito foi atingido com os níveis de 1,03 para Ross e 1,10 para ISA, enquanto a melhor eficiência alimentar foi atingida com 1,22% de lisina na dieta. Resultados semelhantes foram encontrados por Azcona et al (2001) em dois experimentos (22 a 42 dias e 36 a 49 dias), avaliando níveis de lisina utilizando frangos de corte machos Ross, onde concluíram que para ambos experimentos, a maximização da conversão alimentar e rendimento de peito na fase de engorda, o nível de lisina digestível deve ser igual ou superior a 1,07%.

De modo geral, os efeitos observados a partir dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão, devem ser decorrentes da aplicação do conceito de proteína ideal na formulação das rações, com fundamentação na

digestibilidade dos aminoácidos. Contudo, ao adotar o critério de aminoácidos digestíveis baseado nos valores de digestibilidade do farelo de algodão apresentados por Rostagno et al. (2000), provavelmente o valor da digestibilidade dos aminoácidos do farelo de algodão foi subestimado e pode ter ocorrido uma maior disponibilidade de aminoácidos digestíveis, especialmente lisina e metionina, que são os primeiros aminoácidos limitantes para frangos de corte e também no ingrediente avaliado neste experimento. Ainda mais, considerando que a suplementação de lisina foi calculada para atender apenas os requerimentos, porém a metionina foi superior ao requerimento descrito por Rostagno et al. (2000) em 7,21 até 17,9% nos níveis de 10 a 40% de substituição. A treonina, terceiro aminoácido limitante da dieta, também foi suplementada para atendimento dos requerimentos, mas somente a partir do nível de 10% de substituição na fase inicial, onde o requerimento foi atendido para todos os níveis de farelo de algodão nas dietas. Na fase final não houve suplementação em nenhum dos níveis de substituição mesmo assim a exigência para este aminoácido foi atendida, exceto para os níveis de 30 e 40% de substituição, que estiveram abaixo dos requerimentos para fase final em relação ao nível de energia utilizado, tendo sido 0,599 e 0,580%, respectivamente. Kidd & Kerr (1996), relataram que o melhor desenvolvimento de carne de peito ocorreu com aves que receberam dietas com 0,75% de treonina na fase final (30 a 42 dias) em relação àquelas que receberam 0,55%, considerada pelos autores como deficiente. Não houve suplementação de triptofano, no entanto, ao nível de 40% de substituição na fase final, este aminoácido ficou no limite de seu requerimento.

Estas justificativas são reforçadas pelo relato de Leclercq (1998), quanto à hierarquia dos requerimentos de lisina, onde o maior requerimento é para deposição de gordura abdominal, que neste estudo apresentou efeito linear negativo altamente significativo ($P < 0,0003$). A relação entre os resultados de característica de carcaça e de desempenho para conversão alimentar com a hierarquia do requerimento de lisina, mostra que eficiência alimentar parece não ter sido positivamente influenciada pelos níveis de lisina, assim como foram a formação de carne de peito e a deposição de gordura abdominal, principalmente porque o requerimento para melhora da eficiência alimentar está entre os requerimentos para maximização a carne de peito e da redução da deposição da gordura abdominal. Embora Mack et al. (1999) relate que a melhor eficiência

alimentar foi obtida com 1,22% de lisina digestível, inferior ao nível de 1,06% proposto por Rostagno et al. (2000).

Por outro lado, redução na deposição de gordura pode ser argumentada quanto ao teor de fibra nas dietas, devido à relação da densidade energética e níveis de fibra nas dietas. Henry et al. (2001) relataram em seus experimentos que pintainhos alimentados com dietas contendo farelo de algodão devidamente suplementadas com lisina, produziram frangos com desempenho comparado a aves que consumiram dietas com farelo de soja, porém a gordura da carcaça foi aumentada. Os autores comentam que esta ocorrência poderia ser atribuída à relação do alto nível de energia (3.200kcal/kg) com a proteína (23%), com os aminoácidos ou, ainda, com o teor de fibra bruta do farelo de algodão, atuando sobre a densidade energética. Os autores não indicam o nível de fibra nas dietas dos experimentos, contudo, o alto teor protéico (44,5%) do farelo de algodão utilizado, sugere um baixo teor de fibra em relação a farelos menos protéicos e, desta forma, a relação que os autores fazem da interferência do nível de fibra dietético sobre a energia, pode ser entendida como insuficiente para diluir o alto teor energético das dietas e, permitir assim, uma maior deposição de gordura na carcaça. Segundo Ferreira (1994), o nível de fibra bruta mais elevado é capaz de diluir a concentração energética e conseqüentemente o valor da energia metabolizável. De outra maneira, um baixo nível de fibra em uma dieta de alta energia, disponibiliza uma maior quantidade de calorias e permite um acúmulo maior de gordura.

Este estudo sugere a necessidade de mais pesquisas sobre a composição química e a digestibilidade dos aminoácidos dos farelos de algodão atualmente disponíveis no mercado, levando-se em consideração os diferentes tipos de farelo e condições de processamento, até que seja possível elaborar equações de predição confiáveis para este ingrediente.

Conclusão

Até o nível de 40% de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão, os valores obtidos para as características de carcaça são equivalentes aos encontrados com dietas convencionais, desde que haja suplementação adequada de aminoácidos sintéticos para manutenção dos níveis de aminoácidos digestíveis nas dietas e os requerimentos de aminoácidos digestíveis sejam atendidos.

Referências

- ABEF - Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frangos. *Frango brasileiro: primeiro lugar absoluto no mercado internacional*. Disponível em: <http://www.abef.com.br/Abef_numeros.pdf> Acesso em: out. 2005.
- ARAUJO, L. F., JUNQUEIRA, O. M., ARAUJO, C. S. S. *et al.* Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. *Revista Brasileira Ciência Avícola*. 2001, v. 3, n. 2, p.157-162.
- AZCONA, J., SCHANG, M., CORTAMIRA, O. N. *Nível de lisina nas rações de frangos de corte*. Relatório de Pesquisa Ajinomoto, 2001. n. 35. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br>> Acesso em out. 2005.
- BUTOLO, J. E. *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*. Campinas: J. E. BUTOLO, 2002. p.430.
- EZEQUIEL, J.M.B. Farelo de algodão como fonte alternativa de proteína alternativa de origem vegetal. *In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal*. Campinas, São Paulo. *Anais...* Campinas:CBNA. 2002. p.137-161.
- FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES*, *Anais...* Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.85-113.
- HENRY, M. H.; PESTI, G. M.; BAKALLI, R. *et al.* The Performance of Broiler Chicks Fed Diets Containing Extruded Cottonseed Meal Supplemented With Lysine. *Poultry Science*. 2001. v.80. p.762-768.
- HICKLING, D., GUENTER, W., JACKSON, M. E. The effects of dietary methionine and lysine on broiler chicken performance and breast meat yield. *Canadian Journal Animal Science*, 1990, v.70, p.673-678.
- KIDD, M.T., KERR, B.J. Threonine and broiler nutrition. *In: PROCEEDINGS OF THE MEETING ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE*, 1996, Fayetteville. *Proceedings...* Fayetteville, 1996. p.203-228.
- LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. *Poultry Science*, 1998. v. 77. p. 118-123.
- MACK, S., BERCOVICI, D., GROOTE, G., *et al.* Ideal amino acid profile and dietary lysine specifications for broiler chickens of 20 to 40 days of age. *British Poultry Science*, 1999. v. 40. p. 257-263.
- MACK, S., PACK, M. Desenvolvimento de carcaça de frango: influência dos aminoácidos da dieta. *In: CONFERÊNCIA APINCO 2000 DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS*, 2000. p.145-160.

MARQUES, H. L. Domínio Absoluto. *Anuário da Avicultura Industrial*. 2005. n.11'2004. p. 68-72.

MENDES, A. A., MOREIRA, J., GARCIA, R.G. et al. Avaliação do rendimento e qualidade da carne de peito em frangos de corte criados com diferentes densidades e níveis de energia na dieta. *Revista Brasileira Ciência Avícola*, 2001.supl. 3, p.38.

MENDES, A. A. Efeitos de fatores genéticos, nutricionais e de ambiente sobre o rendimento da carcaça de frangos de corte. Botucatu, 1990. 103p. *Tese (Livre-Docência)* – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

PEIXOTO, R. R., MAIER, J. C. *Nutrição e alimentação animal*. 2.ed. Pelotas: UCPel, EDUCAT, UFPel. 1993.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L. *Tabelas brasileiras para aves e suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Universidade Federal de Viçosa-MG:UFV. 2000. 114 p.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L., et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos - Composição de alimentos e exigências nutricionais.*; 2.ed. Universidade Federal de Viçosa-MG:UFV. 2005. 186p.

SAS INSTITUTE. Statistical analysis system for Windows. version 8.2. Cary, 2001. *CD-Room*.

SERRANA - *Uso do conceito de proteína ideal na nutrição de frangos de corte*. Disponível em: <http://www.serrana.com.br/n_boletins.asp?Tipo=n&id=20>. Acesso em mar. 2003.

SCHEUERMANN, G. N., MAIER, J. C., BELLAVER, C. et al. Exigência de lisina para frangos de corte de 21 a 42 dias de idade. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 31., 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.128.

SCHEUERMANN, G. N., MAIER, J. C., BELLAVER, C. et al. Metionina e lisina no desenvolvimento de frangos de corte. *Revista Brasileira de Agrociência*, 1995. v. 1, n. 2, p. 75-86.

TALAMINI, D. J. D., MARTINS, F. M., NOVAES, M. Produção e mercado nacional e internacional do frango. *Anuário da Avicultura Industrial*. 2006. n.11'2005.

Tabela 01. Composição química e valores calculados das dietas experimentais para frangos de corte nas fases inicial (sete a 21 dias de idade) e final (22 a 42 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão

Table 1. Chemical composition and calculated values of the experimental diets to broiler chickens at pre-initial phase (seven to 21 days) and final (22 to 42 days of age) feed with different levels of substitution of soybean meal protein by cottonseed meal protein

Ingredientes (Ingredients)	Ração inicial (7 a 21 dias) (start diet)					Ração final (22 a 42 dias) (Final diet)				
	0FA	10FA	20FA	30FA	40FA	0FA	10FA	20FA	30FA	40FA
Milho (Corn)	51,88	50,67	49,46	48,26	47,05	62,20	61,16	60,12	59,08	58,03
F. de soja** (Soybean meal)	39,86	35,96	32,05	28,15	24,25	31,68	28,62	25,56	22,51	19,45
F. de algodão (Cottonseed meal)	0,00	5,08	10,17	15,25	20,33	0,00	4,08	8,16	12,24	16,32
Óleo de soja (soybean oil)	4,00	3,93	3,86	3,79	3,72	2,44	2,39	2,35	2,30	2,26
Calc. Calcítico (Calcitic limestone)	1,19	1,24	1,30	1,35	1,41	1,14	1,18	1,22	1,27	1,31
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	1,87	1,83	1,78	1,74	1,70	1,64	1,60	1,57	1,53	1,50
Sal comum (Salt)	0,45	0,45	0,46	0,46	0,46	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28
DL-metionina 99% (DL-methionine 99%)	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,21	0,20	0,18	0,17	0,15
L-treonina (L- threonine)	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lisina HCL 78,4% (Lysine HCL 78,4%)	0,12	0,18	0,25	0,32	0,38	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39
Premix mineral (Mineral premix) ¹	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix vitamínico (Vitaminic premix) ²	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Coccidiostático (Coccidiostatic) ³	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Cloreto de Colina 60% (Choline chloride)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Sulfato ferroso (ferrous sulphate)	0,00	0,02	0,05	0,07	0,09	0,00	0,02	0,04	0,05	0,07
Composição química e valores energéticos calculados (Chemical composition and calculated energetic values)										
EMA (Kcal/Kg) (Apparent metabolic energy)	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína bruta (%) (Crude protein)	21,920	21,920	21,920	21,920	21,920	19,620	19,620	19,620	19,620	19,620
Fibra bruta (%) (Crude fibre)	3,370	3,722	4,074	4,426	4,778	3,088	3,374	3,659	3,944	4,230
Cálcio (%) (Calcium)	0,986	0,986	0,986	0,986	0,986	0,888	0,888	0,888	0,888	0,888
Fósforo total (%) (Total phosphorus)	0,706	0,720	0,734	0,748	0,762	0,640	0,651	0,662	0,674	0,685
Fósforo disponível (%) (available phosphorus)	0,463	0,463	0,463	0,463	0,463	0,413	0,413	0,413	0,413	0,413
Sódio (%) (Sodium)	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Colina Adicionada (g) (Choline added)	775	775	775	775	775	310	310	310	310	310
Aminoácidos digestíveis (Digestible amino acids)										
Lisina (Lysine)	1,175	1,175	1,175	1,175	1,175	1,062	1,062	1,062	1,062	1,062
Metionina (Methionine)	0,552	0,538	0,525	0,511	0,498	0,489	0,478	0,468	0,457	0,446
Met+Cist (Methionine+Cysteine)	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,753	0,753	0,753	0,753	0,753
Triptofano (tryptophan)	0,255	0,239	0,223	0,207	0,191	0,216	0,203	0,191	0,178	0,166
Treonina (Threonine)	0,738	0,726	0,714	0,702	0,690	0,655	0,636	0,617	0,599	0,580

¹ Composição por Kg de Premix mineral: 264,15 mg de Sulfato de Mn; 69,44 mg de Óxido de Zn; 262,12 mg de Sulfato de Fe; 32 mg de Sulfato de Cu; 0,80 mg de Iodeto; Caulim 371,49g.

² Premix vitamínico inicial: (Vitaminic premix)²: Vitamina A: 11.000.000UI; Vit. D₃: 2.000.000UI; Vitamina E: 16.000mg; Acido Fólico: 400mg; Pantotenato de cálcio: 10.000mg; Biotina: 60mg; Niacina 35.000mg; Piridoxina: 2.000mg; Riboflavina 4.500mg; Tiamina: 1.200mg; Vit. B12: 16.000mcg; Vit K₃: 1.500mg; Selênio: 250mg. Premix vitamínico engorda: Vit. A: 9.000.000UI; Vit. D₃: 1.600.000UI; Vit E: 14.000mg; Ac. Fólico: 300mg; Pantotenato de cálcio: 9.000mg; Biotina: 50mg; Niacina 30.000mg; Piridoxina: 1.800mg; Riboflavina 4.000mg; Tiamina: 1.000mg; Vit. B12: 12.000mcg; Vit K₃: 1.500mg; Selênio: 250mg.

¹ mineral premix, levels per kilogram: 264,15 mg de Sulfate de Mn; 69,44 mg de Oxid de Zn; 262,12 mg de Sulfate de Fe; 32 mg de Sulfate de Cu; 0,80 mg de Iodet; Caulim 371,49g. ² Vitamin premix, levels per kilogram : Vitamin A: 11.000.000UI; vitamin D₃: 2.000.000UI; Vitamin E: 16.000mg; Acido Fólico: 400mg; Pantotenato de cálcio: 10.000mg; Biotina: 60mg; Niacin 35.000mg; Piridoxin: 2.000mg; Riboflavina 4.500mg; Tiamin: 1.200mg; Vitamin B12: 16.000mcg; Vitamin K₃: 1.500mg; Selenium: 250mg. Premix vitamínico engorda: Vit. A: 9.000.000UI; Vit. D₃: 1.600.000UI; vitamin E: 14.000mg; Folic Acid: 300mg; Pantotenic acid: 9.000mg; Biotin: 50mg; Niacin 30.000mg; Piridoxin: 1.800mg; Riboflavin 4.000mg; Tiamin: 1.000mg; Vitamin B12: 12.000mcg; Vitamin K₃: 1.500mg; Selenium: 250mg

Tabela 2. Médias de características das carcaças avaliadas, efeito significativo na regressão (ER), coeficiente de variação no modelo experimental (CV) e média observada para o parâmetro.

Table 2. Carcass characteristics average, significant effect in regression (ER), variation coefficient (CV), average of parameter observed.

Parâmetro avaliado (Parameter evaluated)	ER	CV	Média	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
Peso Vivo, g - (live weight)	NS	2,90	2516	2528	2529	2507	2527	2490
Carcaça, g (Carcass)	NS	3,13	2021	2020	2033	2018	2032	2004
Peito, g (Chest)	NS	4,41	585	574	586	585	595	586
Coxa + Sobrecoxa, g (thigh+drumstick)	NS	2,89	584	576	584	585	593	584
Asa, g (wing)	NS	3,81	201	198	201	201	204	202
Dorso + pescoço, g (back + neck)	L	7,35	523	542	528	522	514	509
Vísceras, g (bowels)	L	5,39	179	188	185	180	174	168
Vísceras comestíveis, g (Food bowels)	L	6,34	85,0	89,2	86,9	84,1	83,5	81,4
Fígado, g (liver)	L	7,30	48,4	52,5	50,1	48,1	46,9	44,7
Coração, g (heart)	NS	9,92	10,8	10,9	10,9	10,5	11,0	10,9
Moela, g (Gizzard)	NS	10,7	25,7	25,8	25,9	25,5	25,5	25,8
Vísceras Graxaria, g (bowel industry)	L	7,48	94,0	98,6	97,7	96,1	90,6	87,0
Intestino, g (Intestine)	L	7,81	89,6	94,5	93,3	91,9	86,3	82,2
Gordura da moela, g (Gizzard fat)	NS	13,3	16,2	17,3	13,9	17,2	16,0	16,8
Gordura abdominal, g (Abdominal fat)	L	14,4	24,7	28,3	26,2	22,1	24,3	22,8
Em relação ao peso vivo, % - (About liver weight)								
Carcaça (Carcass)	L	0,65	75,26	74,76	75,11	75,48	75,43	75,51
Peito, g (Chest)	L	3,27	23,26	22,68	23,18	23,34	23,53	23,55
Coxa + Sobrecoxa, g (thigh+drumstick)	L	2,49	23,24	22,80	23,10	23,35	23,48	23,45
Asa, g (wing)	L	3,61	7,99	7,84	7,94	8,01	8,08	8,09
Dorso + pescoço, g (back + neck)	L	5,91	20,77	21,44	20,89	20,77	20,34	20,42
Vísceras total (Total bowels)	L	3,94	7,11	7,43	7,30	7,17	6,89	6,77
Vísceras comestíveis, g (Food bowels)	L	5,59	3,38	3,52	3,44	3,35	3,30	3,27
Fígado, g (liver)	L	6,63	1,92	2,07	1,98	1,92	1,86	1,79
Coração, g (heart)	NS	9,53	0,43	0,43	0,43	0,42	0,43	0,44
Moela, g (Gizzard)	NS	10,4	1,02	1,02	1,03	1,02	1,01	1,04
Vísceras Graxaria, g (bowel industry)	L	6,18	3,73	3,90	3,87	3,82	3,59	3,50
Intestino, g (Intestine)	L	6,53	3,56	3,74	3,69	3,65	3,42	3,30
Gordura total (Total fat)	NS	7,51	1,63	1,80	1,58	1,57	1,59	1,59
Outras partes (Other parts)	NS	3,57	16,00	16,01	16,00	15,78	16,08	16,13
Em relação à carcaça, % - (About carcass)								
Peito, g (Chest)	L	3,47	30,90	30,34	30,86	30,92	31,20	31,18
Coxa + Sobrecoxa, g (thigh+drumstick)	L	2,51	30,88	30,50	30,76	30,94	31,13	31,06
Asa, g (wing)	L	3,72	10,62	10,50	10,57	10,62	10,72	10,71
Dorso + pescoço, g (back + neck)	L	5,61	27,60	28,66	27,82	27,51	26,95	27,05
Carne de peito, g (Chest meat)	L	4,65	499	487	499	499	509	502
- Rendimento, % do corte (Cut yield)	L	1,03	85,29	84,87	85,08	85,21	85,58	85,72
- Porcentagem da carcaça, % (Carcass %)	L	3,84	26,36	25,75	26,26	26,35	26,71	26,72
- Porcentagem do peso vivo, % (Live weight %)	L	3,62	19,84	19,25	19,72	19,88	20,14	20,18
Carne da coxa + sobrecoxa, g (Thigh+drumstick meat)	L	3,09	409	399	407	409	416	412
- Rendimento, % do corte (Cut yield)	L	0,99	69,92	69,21	69,77	69,89	70,17	70,54
- Porcentagem da carcaça, % (Carcass percentage)	L	2,98	21,50	20,99	21,32	21,57	21,76	21,84
Carne peito + coxa e sobre, g (Chest + thigh and drumstick meat)	L	3,30	908	886	907	908	925	914
- Porcentagem da carcaça, % (Carcass percentage)	L	2,62	47,95	46,86	47,72	47,98	48,56	48,63
- Porcentagem do peso vivo, % (Live weight percentage)	L	2,44	36,09	35,03	35,84	36,21	36,62	36,73

Tabela 3. Médias das características de carcaça, equação de regressão com os níveis de significância das estimativas e coeficiente de variação

Table 3. Carcass characteristics average, regression equation with significance levels of estimative and variation coefficient

Parâmetro avaliado (Parameter evaluated)	R ²	Equação de regressão* (Regression equation)	Pr	CV
Partes da carcaça, g (Carcass parts)				
Dorso + pescoço, g (back + neck)	0,9606	$\hat{Y} = 539,04 - 0,7973X$	0,0034	0,56
Visceras, g (bowels)	0,9865	$\hat{Y} = 188,93 - 0,4947 X$	0,0007	0,59
Visceras comestíveis, g (Food bowels)	0,9679	$\hat{Y} = 88,83 - 0,1907 X$	0,0025	0,75
Fígado, g (liver)	0,9883	$\hat{Y} = 52,19 - 0,1873 X$	0,0005	0,77
Visceras Graxaria, g (bowel industry)	0,9233	$\hat{Y} = 100,11 - 0,3040 X$	0,0092	1,70
Intestino, g (Intestine)	0,9191	$\hat{Y} = 95,95 - 0,3153 X$	0,0100	1,90
Gordura abdominal, g (Abdominal fat)	0,6544	$\hat{Y} = 27,35 - 0,1300 X$	0,0973	6,97
Em relação ao peso vivo, % (About liver weight)				
Carcaça (Carcass)	0,8116	$\hat{Y} = 74,89 + 0,0183 X$	0,0369	0,21
Peito, g (Chest)	0,8633	$\hat{Y} = 22,84 + 0,0209 X$	0,0224	0,65
Coxa + Sobrecoxa, g (thigh+drumstick)	0,8631	$\hat{Y} = 22,90 + 0,0168 X$	0,0224	0,53
Asa, g (wing)	0,9446	$\hat{Y} = 7,86 + 0,0065 X$	0,0056	0,36
Dorso + pescoço, g (back + neck)	0,8717	$\hat{Y} = 21,29 - 0,0259 X$	0,0203	0,87
Visceras total (Total bowels)	0,9763	$\hat{Y} = 7,46 - 0,0173 X$	0,0016	0,69
Visceras comestíveis, g (Food bowels)	0,9679	$\hat{Y} = 88,83 - 0,1907 X$	0,0025	0,75
Fígado, g (liver)	0,9926	$\hat{Y} = 2,059 - 0,0067 X$	0,0003	0,55
Visceras Graxaria, g (bowel industry)	0,9092	$\hat{Y} = 3,95 - 0,0109 X$	0,0119	0,68
Intestino, g (Intestine)	0,9091	$\hat{Y} = 3,79 - 0,0114 X$	0,0120	1,85
Em relação à carcaça, % (About carcass)				
Peito, g (Chest)	0,8437	$\hat{Y} = 30,50 + 0,0203 X$	0,0276	0,52
Coxa + Sobrecoxa, g (thigh+drumstick)	0,8558	$\hat{Y} = 30,58 + 0,0148 X$	0,0243	0,36
Asa, g (wing)	0,9396	$\hat{Y} = 10,50 + 0,0059 X$	0,0064	0,26
Dorso + pescoço, g (back + neck)	0,8778	$\hat{Y} = 28,42 + 0,0410 X$	0,0188	1,01
Carne de peito, g (Chest meat)	0,6232	$\hat{Y} = 491 + 0,4040 X$	0,1122	1,15
- Rendimento, % do corte (Cut yield)	0,9746	$\hat{Y} = 84,85 + 0,0221 X$	0,0017	0,08
- Porcentagem da carcaça, % (Carcass percentage)	0,9032	$\hat{Y} = 25,88 + 0,0240 X$	0,0132	0,54
- Porcentagem do peso vivo, % (Live weight percentage)	0,9108	$\hat{Y} = 19,38 + 0,0229 X$	0,0116	0,66
Carne da coxa + sobrecoxa, g (Thigh+drumstick meat)	0,7231	$\hat{Y} = 401,79 + 0,3427 X$	0,0679	0,95
- Rendimento, % do corte (Cut yield)	0,9619	$\hat{Y} = 69,30 + 0,0307 X$	0,0032	0,16
- Porcentagem da carcaça, % (Carcass percentage)	0,9543	$\hat{Y} = 21,07 + 0,0213 X$	0,0042	0,40
Carne peito + coxa e sobre, g (Chest + thigh and drumstick meat)	0,6693	$\hat{Y} = 892,75 + 0,7467 X$	0,0906	1,06
- Porcentagem da carcaça, % (Carcass percentage)	0,9251	$\hat{Y} = 47,07 + 0,0438 X$	0,0089	0,47
- Porcentagem do peso vivo, % (Live weight percentage)	0,9229	$\hat{Y} = 35,25 + 0,0417 X$	0,0093	0,61

* Onde \hat{Y} é o parâmetro avaliado e X o nível de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão.

APÊNDICE

Tabela 01. Composição química e valores calculados da dieta na fase pré-inicial (1 a 7 dias)

Table 1. Chemical composition and calculated values of the diet at start phase (1 to 7 days)

Ingredientes (ingredients)	Ração pré-inicial (starter diet)	
Milho em grão (<i>Corn in grain</i>)	50,91	
F. de soja (<i>soybean meal</i>)	41,21	
Óleo de soja (<i>soybean oil</i>)	3,36	
Calc. Calcítico (<i>Calcitic limestone</i>)	1,24	
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)	2,01	
Sal comum (<i>Salt</i>)	0,45	
DL-metionina 99% (<i>DL-methionine 99%</i>)	0,28	
Lisina HCL 78,4% (<i>Lysine HCL 78,4%</i>)	0,16	
Premix mineral (<i>Mineral premix</i>)	0,05	
Premix vitamínico (<i>Vitaminic premix</i>)	0,13	
Coccidiostático (<i>Coccidiostatic</i>)	0,06	
Cloreto de Colina 60% (<i>Choline chloride</i>)	0,15	
Composição química e valores energéticos calculados (Chemical composition and calculated energetic values)		
EM (Kcal/Kg) (<i>metabolic energy</i>)	3100	
Proteína bruta (%) (<i>Crude protein</i>)	22,50	
Fibra bruta (%) (<i>Crude fibre</i>)	3,430	
Cálcio (%) (<i>Calcium</i>)	1,038	
Fósforo total (%) (<i>Total phosphorus</i>)	0,736	
Fósforo disponível (%) (<i>available phosphorus</i>)	0,490	
Sódio (%) (<i>Sodium</i>)	0,223	
Colina Adicionada (mg/kg) (<i>Colyne added</i>)	775	
Aminoácidos calculados (Amino acids)	Totais	Digestíveis
Lisina (<i>Lysine</i>)	1,363	1,240
Metionina (<i>Methionine</i>)	0,616	0,588
Met+Cist (<i>Methionine+Cysteine</i>)	0,955	0,874
Triptofano (<i>tryptophan</i>)	0,290	0,262
Treonina (<i>Threonine</i>)	0,866	0,757

¹ Composição por Kg de Premix mineral: 264,15 mg de Sulfato de Mn; 69,44 mg de Óxido de Zn; 262,12 mg de Sulfato de Fe; 32 mg de Sulfato de Cu; 0,80 mg de Iodeto; Caulim 371,49g.²Premix vitamínico inicial: (*Vitaminic premix*)²: Vitamina A: 11.000.000UI; VIT. D₃: 2.000.000UI; Vitamina E: 16.000mg; Acido Fólico: 400mg; Pantotenato de cálcio: 10.000mg; Biotina: 60mg; Niacina 35.000mg; Piridoxina: 2.000mg; Riboflavina 4.500mg; Tiamina: 1.200mg; Vit. B12: 16.000mcg; Vit K₃: 1.500mg; Selênio: 250mg. ¹mineral premix, levels per kilogram: 264,15 mg de Sulfato de Mn; 69,44 mg de Oxid de Zn; 262,12 mg de Sulfato de Fe; 32 mg de Sulfato de Cu; 0,80 mg de Iodet; Caulim 371,49g. ²Vitamin premix, levels per kilogram : Vitamin A: 11.000.000UI; vitamin D₃: 2.000.000UI; Vitamin E: 16.000mg; Acido Fólico: 400mg; Pantotenato de cálcio: 10.000mg; Biotina: 60mg; Niacin 35.000mg; Piridoxin: 2.000mg; Riboflavina 4.500mg; Tiamin: 1.200mg; Vitamin B12: 16.000mcg; Vitamin K₃: 1.500mg; Selenio: 250mg

Tabela 2 – Médias e desvio padrão da média para os parâmetros de desempenho em função dos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão.

		Nível de substituição da proteína do farelo de soja															
		0 %		10 %		20 %		30 %		40 %							
Período, dias		Ganho de Peso no período, g															
7 a 14	329 ± 4	329 ± 6	329 ± 6	337 ± 4	334 ± 7	7 a 21	817 ± 13	811 ± 10	811 ± 10	830 ± 10	817 ± 19						
7 a 28	1360 ± 27	1347 ± 27	1347 ± 27	1362 ± 35	1352 ± 43	7 a 35	1920 ± 50	1931 ± 71	1931 ± 71	1932 ± 56	1912 ± 27						
7 a 42	2433 ± 84	2440 ± 72	2440 ± 72	2425 ± 79	2434 ± 44	Período, dias		Consumo de ração, g									
7 a 14	365 ± 12	372 ± 9	375 ± 20	391 ± 4	388 ± 12	7 a 21	1011 ± 31	1040 ± 31	1040 ± 45	1076 ± 11	1058 ± 27						
7 a 28	1913 ± 53	1930 ± 46	1959 ± 66	1996 ± 44	1979 ± 63	7 a 35	3059 ± 93	3081 ± 122	3108 ± 120	3171 ± 99	3148 ± 54						
7 a 42	4303 ± 120	4330 ± 145	4319 ± 142	4416 ± 135	4417 ± 26	Período, dias		Conversão alimentar, g/g									
7 a 14	1,110 ± 0,027	1,132 ± 0,022	1,140 ± 0,024	1,159 ± 0,013	1,175 ± 0,042	7 a 21	1,239 ± 0,022	1,287 ± 0,045	1,282 ± 0,016	1,296 ± 0,004	1,303 ± 0,024						
7 a 28	1,408 ± 0,025	1,443 ± 0,020	1,447 ± 0,026	1,466 ± 0,011	1,471 ± 0,019	7 a 35	1,595 ± 0,015	1,620 ± 0,018	1,624 ± 0,021	1,641 ± 0,009	1,660 ± 0,027						
7 a 42	1,770 ± 0,024	1,799 ± 0,026	1,814 ± 0,037	1,821 ± 0,033	1,828 ± 0,042												