

**RODRIGO BARBOSA LIMA**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DERIVADOS DA MOAGEM ÚMIDA DO MILHO PARA  
FRANGOS DE CORTE INDUSTRIAL**

UFRPE - RECIFE  
FEVEREIRO - 2008

**RODRIGO BARBOSA LIMA**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DERIVADOS DA MOAGEM ÚMIDA DO MILHO  
PARA FRANGOS DE CORTE INDUSTRIAL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia – Área de concentração em Nutrição animal (Não-ruminantes).

Orientador: Prof. Carlos Bôa-Viagem Rabello, D.Sc (UFRPE)

Co-orientador: Pesq. Jorge Vitor Ludke, D.Sc (EMBRAPA SUÍNOS E AVES)

UFRPE - RECIFE  
FEVEREIRO - 2008

Ficha catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

B238      Barbosa Lima, Rodrigo  
            Avaliação nutricional de derivados da moagem úmida  
            do milho para frangos de corte industrial / Rodrigo Barbosa  
            Lima. -- 2008.  
            70 f.

            Orientador : Carlos Bôa-Viagem Rabello  
            Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade  
            Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia  
            Inclui bibliografia.

CDD 636.5

1. Nutrição
  2. Alimento alternativo
  3. Frangos de corte
  4. Desempenho
  5. Gérmen de milho
  6. Glúten de milho
  7. Amido de milho
- I. Rabello, Carlos Bôa-Viagem
  - II. Título

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DERIVADOS DA MOAGEM ÚMIDA DO MILHO PARA  
FRANGOS DE CORTE INDUSTRIAL

RODRIGO BARBOSA LIMA

Dissertação Defendida e Aprovada em 24/02/2008, pela Banca Examinadora.

Orientador:

---

Prof. Carlos Bôa-Viagem Rabello  
(D.Sc. – UFRPE)

Examinadores:

---

Maria do Carmo M.M. Ludke  
(D.Sc. - UFRPE)

---

José Humberto Vilar da Silva  
(D.Sc. – UFPB)

---

Jorge Vitor Ludke  
(D.Sc. - EMBRAPA Suínos e Aves)

UFRPE – RECIFE  
FEVEREIRO, 2008

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**RODRIGO BARBOSA LIMA** - cristão, brasileiro, nasceu em 03 de agosto de 1975, em Recife – PE, filho de José Barbosa Lima e Maria da Glória Pedrosa de Lima, familiarizou-se com a Zootecnia após iniciar o Curso de Técnico Agropecuário Especial em 1994, no Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas (CODAI) da UFRPE. Ingressou no ano seguinte no ensino superior, sendo cinco anos mais tarde, outorgado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharel em Zootecnia. Como bolsista do programa de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) na Graduação, teve os primeiros contatos com a pesquisa durante a realização de trabalhos experimentais com bubalinos, bovinos e ovinos. Em 2006, como aluno do programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela mesma instituição educacional, teve novas experiências com pesquisas, dessa vez, voltadas à nutrição de não-ruminantes. Durante os seis anos após habilitação para o exercício da profissão, fez dois cursos em Bioquímica Geral pela UFPE e uma Especialização em Tecnologia do Pescado e Produtos de Origem Vegetal pela UFRPE. Atuou como gerente da Sinorama Comércio e Exportação de Camarões LTDA., no estado da Bahia e como supervisor técnico da IRCA Rações no município de Carpina-PE. Em Fevereiro de 2008 submeteu sua dissertação de Mestrado à banca examinadora.

“O Senhor é bom, uma fortaleza no dia da angústia. Ele conhece os que nEle confiam.”

*Naum 1:7*

*A Deus,*

Meu maior bem, a quem confiei a minha vida, os que me são caros, a força do meu trabalho, meus sonhos...

**Agradeço.**

*Aos meus pais, José Barbosa Lima e Maria da Glória Pedrosa de Lima,*  
meus cúmplices,esteio e coluna na minha vida.

**Dedico.**

*Aos meus irmãos, Diego e Bárbara*

Com amor,

**Ofereço.**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Boa Viagem, pela orientação e oportunidade concedida.

Ao Prof. Dr. Jorge Victor Ludke, pela orientação e prontidão e atenção dispensada

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo M. M. Ludke, pela colaboração na banca examinadora da Dissertação de Mestrado

Ao Prof. Dr. José Humberto Vilar da Silva, pela colaboração na banca examinadora da Dissertação de Mestrado e pela ajuda crucial na última etapa.

A minha querida professora Ângela M. V. Batista, pela iniciação e acompanhamento na vida acadêmica.

A meu pai, minha mãe e meu irmão pela participação direta na execução deste trabalho, cada um doando aquilo em que são melhores.

A minha preciosa Vovó Rosa, pelo amor e orientações bem como pelas orações que me ajudaram achar o Norte.

A minha doce esposa Denise Fontana Figueiredo Lima, pela ajuda e pela dedicação.

Aos meus colegas e amigos, que tornaram possível a realização deste trabalho, que Deus os abençoe.

A Edna, bibliotecária da UFRPE pela da Biblioteca pelo seu pronto auxílio.

A Capes, pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao CNPq, pelo financiamento da pesquisa.

A Corns Products do Brasil, pela doação de ingredientes para formulação de rações.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Derivados do milho na alimentação de frangos de corte industrial	01
Introdução .....	02
Referencial teórico .....	02
Composição química do grão e suas partes .....	02
Glúten.....	04
Gérmen.....	07
Amido.....	08
Literatura citada.....	11
CAPÍTULO 2 - Efeito da idade de frangos de corte sobre a digestibilidade de nutrientes de derivados do milho .....	19
Resumo .....	20
Abstract .....	21
Introdução .....	22
Material e métodos .....	23
Resultados e discussão .....	26
Conclusão .....	32
Literatura citada .....	33
CAPÍTULO 3 – Desempenho e características de carcaça de pintos de corte alimentados com derivado lipídico do milho .....	36
Resumo .....	37
Abstract .....	37
Introdução .....	38
Material e métodos .....	39
Resultados e discussão .....	42
Conclusão .....	46
Literatura citada .....	47
CAPÍTULO 4 – Avaliação do gérmen de milho com alto teor de óleo como um ingrediente alimentar para frangos de corte .....	49
Resumo .....	50
Abstract .....	50
Introdução .....	51
Material e métodos .....	52
Resultados e discussão .....	55
Conclusão .....	57
Literatura citada .....	58

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2 - Efeito da idade de frangos de corte sobre a digestibilidade de nutrientes de derivados do milho

Tabela 1. Composição percentual e química das dietas referência nas diferentes fases .....	25
Tabela 2. Média da composição química dos alimentos expressos na a matéria natural .....	26
Tabela 3. Coeficiente de metabolizabilidade aparente da MS (CMAMS), EB (CMAEB) do Gérmen de Milho Integral (GMI), Glúten de Milho 21(GM-21), Glúten de Milho-60 (GM-60) e Amido, expressos na matéria natural, com o respectivo Erro Padrão do valor Y previsto para cada X da regressão (EPY(x)) .....	29
Tabela 4. Médias dos valores energéticos (y) do Gérmen de Milho Integral, Glúten de milho 21, Glúten de Milho 60 e Amido de Milho, expressos na matéria natural (Mcal/kg) com o respectivo erro padrão do valor “y” previsto para cada “x” da regressão (EPy(x)) .....	30

### CAPÍTULO 3 – Desempenho e características de carcaça de pintos de corte alimentados com derivado lipídico do milho

Tabela 1. Valores médios para matéria seca (MS), umidade (UMI), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra bruta (FB), energia bruta (EB) energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) do gérmen integral de milho na matéria natural .....	40
Tabela 2. Composição química e percentual das dietas experimentais .....	41
Tabela 3. Desempenho de pintos alimentados com níveis de gérmen de integral de milho, aos 21 dias, com o respectivo erro padrão do valor “y” previsto para cada “x” da regressão (EPy(x)) .....	42
Tabela 4. Rendimento de carcaça e cortes nobres, vísceras comestíveis e porcentagem de gordura abdominal .....	44

### CAPÍTULO 4 – Avaliação do gérmen de milho com alto teor de óleo como um ingrediente alimentar para frangos de corte

Tabela 1. Composição química e percentual das dietas experimentais .....	51
Tabela 2. Valores médios para matéria seca (MS), umidade (UMI), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra bruta (FB), energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) do gérmen integral de milho na matéria natural .....	54
Tabela 3. Preços dos insumos e rações experimentais .....	54
Tabela 4. Médias da ingestão de ração (IR), de energia (IEM), proteína bruta (IPB) e gordura (IG), peso final (PF), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e eficiência protéica (EP) de frangos de corte alimentados com níveis de gérmen de milho integral, de 22 a 41 dias .....	55
Tabela 5. Médias do rendimento de carcaça e cortes nobres, vísceras comestíveis e porcentagem de gordura abdominal .....	56

Tabela 6. Médias dos parâmetros zootécnicos de frangos de corte e índices econômicos, no período de 22 a 41 dias, de acordo com o nível de gérmen de milho integral na dieta .....	56
--	----

## LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 - Efeito da idade de frangos de corte sobre a digestibilidade de nutrientes de derivados do milho

Figura 1. Efeito linear da idade de frangos de cortes sobre os valores de EMA e EMAn do Gérmen Integral de Milho .....	27
Figura 2. Efeito linear da idade de frangos de cortes sobre valores de EMA e EMAn do Glúten de Milho 21 .....	27
Figura 3. Efeito linear da idade de frangos de cortes sobre valores de EMA e EMAn do Amido de Milho .....	27
Figura 4. Efeito linear da idade sobre os valores de EMV e EMVn do Glúten de Milho 21 .....	28
Figura 5 - Efeito linear da idade sobre os valores de EMV do Amido de Milho .....	28

CAPÍTULO 3 – Desempenho e características de carcaça de pintos de corte alimentados com derivado lipídico do milho

Figura 1. Ganho de peso corporal <i>versus</i> idade .....	44
--	----

**CAPÍTULO I**  
**Derivados do milho na alimentação de frangos de corte**

## **Derivados do milho na alimentação de frangos de corte**

### **Introdução**

Pesquisas têm mostrado que certos derivados apresentam características melhores que das suas respectivas matérias-primas, como é o caso do glúten de milho 60 que apresenta teores de proteína bruta oito vezes maiores que o milho grão (MA, 2000).

Com exceção do óleo e do amido, em cada 100 kg de milho processado, são produzidos, aproximadamente, 27,7 kg de derivados que potencialmente podem ser utilizados na alimentação animal (Moreira, 2002). Em 2008, estima-se um aumento de 5,04% (4309 T) na produção da indústria moageira brasileira, tendo a região Nordeste uma considerável fatia de produção (Abimilho, 2008). Embora os resíduos das agroindústrias sejam normalmente apontados como prováveis substitutos de ingredientes tradicionais na alimentação animal, a viabilização desses derivados para a nutrição das aves, ainda depende de informações sobre a caracterização nutricional e seus níveis de inclusão, que podem ser alteradas pelas variações na composição química em função de diferentes condições de processamento (Rausch et al, 2003; Rausch & Belyea, 2006)

Alimentos alternativos são, sem dúvida, um dos temas mais pesquisados na nutrição animal em geral e da criação de aves comerciais, em particular. Este interesse explica-se pelos altos custos com a alimentação. Sendo assim, a busca por alimentos alternativos compõe a busca por progressos práticos, que têm feito da avicultura de corte brasileira uma das mais competitivas do mundo.

### **Referencial teórico**

#### **Composição química do grão e suas partes**

O valor nutricional do milho é variável e depende de diversos fatores, existindo um número considerável de dados sobre sua composição química. Essa variabilidade observada é tanto genética quanto ambiental e pode influenciar na distribuição ponderal e na composição química específica do endosperma, gérmen e casca dos grãos (Braga, 2003; Cowieson et al, 2005, 2006).

O milho é uma fonte primária de energia e pode contribuir em até 30% da proteína, 60% de energia e 90% do amido da dieta animal. Além disso, o milho contém baixo conteúdo em polissacarídeos não-amiláceos solúveis (1% de PNAs) comparados com outros cereais (Dado, 1999; Guang-Hai et al, 2002; Cowieson et al, 2005). O milho também apresenta baixas concentrações de outros fatores anti-nutricionais como inibidores de tripsina e lectinas (Lubin, 1993). Porém, a proteína do milho contém um balanço de aminoácidos considerado nutricionalmente deficiente, sendo os teores de lisina e triptofano abaixo das exigências nutritivas não-ruminantes (Tafari & Brune, 1971; NRC, 1994)

Melhorar a qualidade da proteína do grão foi um dos principais interesses dos geneticistas vegetais nas últimas décadas. No terço final do século 20, pesquisadores norte-americanos desenvolveram mutantes do milho (endosperma) com níveis elevados de lisina (Mertz et al, 1964). Recentemente, cientistas chineses desenvolveram uma variedade de milho com aumentos de 80% e de 8-15% nos teores de lisina e triptofano, respectivamente, no grão (Guang-Hai et al, 2002).

Quanto aos lipídeos, o óleo extraído do milho, tem um baixo nível de ácidos graxos saturados: ácido palmítico e esteárico, com valores médios de 11 e 2%, respectivamente. Por outro lado, contém níveis relativamente elevados de ácidos graxos poliinsaturados, fundamentalmente ácido linoléico, em torno de 24%. Entretanto, foram encontradas quantidades reduzidas dos ácidos araquidônico e linolênico, sendo o óleo de milho considerado relativamente estável pela presença do último (0,7%). O óleo de milho é propício para alimentação humana, pela distribuição de seus ácidos graxos, fundamentalmente ácidos oléico e linoléico e pelo elevado nível de antioxidantes, como a vitamina E (Lubin, 1993, MA, 2000; Rodrigues et al, 2003; Corn Refiners Association, 2006).

Conforme demonstrado por Watson (1987) citado por Lubin (1993), as partes anatômicas do grão de milho diferem consideravelmente em sua composição química. O pericarpo caracteriza-se por elevado conteúdo de fibra bruta, aproximadamente 87%, fundamentalmente hemicelulose. O endosperma contém um nível elevado de amido (83%) e aproximadamente 8% de proteínas, tendo um conteúdo de lipídeos relativamente baixo (Lubin, 1993; Alessi, 2003;).

O gérmen é caracterizado pelo elevado conteúdo em lipídeos (33 a 60%), com elevado teor de proteína ( $\approx 20\%$ ) e minerais. Quanto à fibra bruta, encontra-se

fundamentalmente na cobertura seminal do grão (MAPA, 2000; Corn Refiners Association, 2006).

O conteúdo em carboidratos e proteínas do grão de milho depende, em medida considerável do endosperma, que corresponde a 83% do peso do grão; e do gérmen o conteúdo em lipídeos e, em menor quantidade, proteínas e minerais.

Portanto, seria razoável considerar que a composição dos produtos derivados do milho e conseqüentemente seu potencial biológico, dependem de quais partes e da distribuição ponderal das partes do grão estes ingredientes incluem (Johnson et al, 2000; Callegaro, 2005).

O grão de milho se transforma em alimentos e produtos industriais mediante dois procedimentos: a moagem a seco e a moagem úmida. Os processos envolvidos na moagem de milho por via seca são primários, e apesar de mais baratos, não caracterizam o setor como de tecnologia avançada (Manente et al, 2003; Rausch & Belyea, 2005), sendo a maior parte da produção de milho dos países desenvolvidos processada mediante moagem úmida para obtenção de amido e outros subprodutos, como glúten e gérmen. O processo consiste em mergulhar as sementes em solução aquosa até que os componentes do grão possam ser separados mecanicamente. O “primary commodity” da moagem úmida do milho é o amido, que é usado na manufatura de uma ampla gama de produtos alimentícios e não-alimentícios (Lubin, 1993; Rausch et al, 2003; Rausch & Belyea, 2005, 2006) inclusive plástico biodegradável (Nawrath et al, 1995). Os demais co-produtos (glúten, gérmen) são usados principalmente na alimentação animal.

Cada derivado do milho contribui com diferentes características nutritivas ao alimento final em dietas balanceadas. Em geral, os co-produtos das refinarias se classificam como "suplementos protéicos" segundo o Conselho Nacional de Pesquisa (NRC). Portanto, uma vez que a maioria das formulações de rações, hoje em dia, é realizada com base no custo mínimo, as propriedades específicas de vários ingredientes de milho, além do preço e a disponibilidade dessas matérias alternativas, contribuem para sua utilização.

### **Glúten**

Apesar de receberem nomes semelhantes, os derivados do milho, glúten 21 e glúten 60, oriundos da produção de amido, são substancialmente diferentes.

O glúten 60 é obtido após a remoção da maior parte do amido, do gérmen e do pericarpo, obtendo-se um concentrado protéico tendo como característica principal grânulos esféricos de cor amarelo-alaranjado com teores de xantofila maiores que o milho (Sanchez, 2006). O glúten 60 apresenta teores mínimos de 60% de proteína bruta e pode ser usado em dietas para frangos, principalmente por apresentar maior teor em metionina que a maioria dos ingredientes para aves (Peter et al, 2000; Babidis et al, 2002). Além disso, o índice de energia do glúten de milho é menor apenas que aquelas gorduras e óleos puros entre os ingredientes disponíveis (Simovska et al, 1997). Outra característica interessante desse ingrediente para a indústria de frangos deve-se à abundância em xantofila, grupo de pigmentos carotenóides, quase 10 vezes maior que no milho grão (Babidis et al, 2002; Garcia et al, 2002).

Em amostras de glúten 60, produzidas na Bulgária, ao serem analisadas para composição química e valor nutritivo, foram encontrados resultados similares àqueles produzidos em outros países (Simovska et al, 1997). Segundo esses pesquisadores a proteína do glúten 60 é rica em ácido glutâmico (22-23%), leucina (16-16,5%), prolina (10,2%) e aminoácidos sulfurados (4-5%).

Em termos protéicos, entretanto, não só a falta, mas também o excesso de um ou mais aminoácidos pode ser prejudicial. Assim, o valor de uma proteína pode ser limitado não apenas pela deficiência de aminoácidos como também pelo excesso (Oliveira et al, 1982, citado por Toro, 2006). Parece ser esse o caso do glúten de milho 60 que tem elevados níveis de aminoácidos apolares (leucina, prolina) (MAPA, 2000; Stryer et al, 2004).

Quanto à deficiência, resultados mostraram que o triptofano e a lisina foram, igualmente, os primeiros aminoácidos limitantes do GM60, com a arginina sendo o terceiro aminoácido limitante (Castanon, 1990). Posteriormente, os resultados dos pesquisadores brasileiros foram confirmados não apenas para os referidos aminoácidos como também para outros como a treonina, apontado como o quarto aminoácido limitante do glúten 60 (Peter et al, 2000). A combinação de baixos níveis de lisina e triptofano foram pesquisadas, nos clássicos trabalhos dos pesquisadores americanos de Osborne e Mendel (1914), em ratos, utilizando-se a proteína do milho (Hogan, 1916). Contudo essas deficiências são superadas com a elaboração dos alimentos balanceados

O glúten de milho 60 tem o índice elevado de enxofre ( $\geq 0,65\%$ ) como também de fósforo (0,48%) (MAPA, 2000; Corn Refiners Association, 2006). Quando o glúten 60

é adicionado às dietas típicas de não-ruminantes, não se esperam efeitos adversos quanto à concentração de enxofre, entretanto, os níveis elevados de enxofre podem ocorrer quando há concentrações excessivas de determinados aminoácidos sulfurados (Rausch & Belyea, 2006; Ball et al, 2006). Teores elevados destes aminoácidos podem ser tóxicos às aves jovens (Baker, 2006). Porém, o efeito tóxico de aminoácidos sintéticos logicamente não tem relevância prática para a nutrição animal, porque o alto preço deste insumo não incentiva erros por excesso.

Quando comparado a muitos ingredientes típicos da dieta, o teor em fósforo do glúten 60 é relativamente elevado. A maioria dos não-ruminantes tem exigências elevadas em fósforo, conseqüentemente, as concentrações elevadas do fósforo do GM são uma vantagem diante desses animais de rápido crescimento (Runho et al., 2001; Miller, 2002). Além de compor o ATP, o fósforo é componente dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), essenciais para o crescimento e diferenciação celular (Stryer et al, 2004).

Devido à sua composição e produção mundial, glúten de milho 60 é apontado como um potencial substituto de ingredientes protéicos para alimentação de animais domésticos. É usado na maioria das vezes como um suplemento à proteína para ruminantes por causa de suas características “by-pass”, com 55% de proteína não degradável no rúmen (Macedo et al, 2003). Entretanto, um número relativamente pequeno de pesquisas recentes avaliando o uso do glúten de milho 60 na alimentação de aves estão disponíveis. Estudos recomendando o uso do glúten 60 em rações avícolas como uma fonte natural de xantofila (pigmentante) (Babidis et al, 2002) ainda são escassos. Rodrigues et al (2001) e Silva et al (2003) relataram que este ingrediente tem alto coeficiente de digestibilidade para galos e codornas, entretanto em revisão realizada por Santos (2004) e Rostagno et al (2005), o nível de inclusão recomendado pelos diversos autores, nunca excedem 5% em rações para frangos de corte mesmo em diferentes idades.

O glúten de milho 21 tem consideravelmente pouco glúten. É obtido após a extração da maior parte do amido, do glúten e do gérmen. Tem como características principais películas de forma retangulares, vítreas e algumas translúcidas (Sanches, 2006). O glúten 21 pode sofrer variação substancial em sua composição como efeito do processamento e manipulação industrial, principalmente para o teor protéico (Miller, 2002; Araújo, 2005; Soares et al, 2005), normalmente com variação de 22 a 26%

(Belyea et al, 1998; Rausch et al, 2003). Entretanto, é possível que em alguns grupos sejam tão baixos quanto 18% ou tão elevados quanto 30%, trazendo essa variação alguns transtornos (Rausch et al, 2003). Simovska et al (1997b) observou uma correlação positiva entre a proteína bruta e o conteúdo em lipídeos e amido para o glúten 21.

O glúten 21 é incluído freqüentemente em dietas ditas “energéticas” para ruminantes (75 a 80% de NDT) (MA, 2000; Pereira, 2005; Alves, 2006). Representa uma fonte de fibra prontamente fermentável e de proteína (Milis et al, 2005; Rausch et al, 2005).

Os primeiros estudos sobre a utilização glúten de milho 21 para aves comerciais foram realizados da década de 30 com perus e poedeiras. Trabalhos mais recentes mostraram que o uso de glúten 21 em dietas de não-ruminantes é limitado, tanto por seu valor mais baixo em energia metabolizável, em consequência do teor de fibra, quanto pela digestibilidade reduzida de aminoácidos e da qualidade de proteína comprometida comparada ao milho (Goff et al, 2003; Brumano, 2005; Soares et al, 2005). Experimentos clássicos, citados pela maioria dos trabalhos referentes a esse assunto, sugerem que o glúten de milho pode ser potencialmente utilizado em programas de muda forçada como também para frangas em crescimento, quando um nível elevado de energia dietética não é necessário para o desempenho ótimo. Também é utilizado na criação de perus (Andriquetto et al, 1983; MA, 2000; Corn Refiners Association, 2006).

Em dietas práticas para frangos de corte, a inclusão do glúten 21 alterna-se com a do trigo. A escolha depende evidentemente da relação de preços desses ingredientes moderadamente fibrosos.

### **Gérmen**

É comum entre os estudos sobre o assunto, a menção ao balanço de aminoácidos do gérmen por apresentar maiores quantidades de lisina e triptofano que o milho, como também mencionar o seu conteúdo energético (Brito et al, 2005; Corn Refiners Association, 2006). Todavia, deve-se destacar que a variação na composição química, principalmente no conteúdo protéico e de gordura, afeta o teor de aminoácidos e de energia metabolizável do alimento. Estes nutrientes são os de maior importância econômica na formação dos custos das rações de frangos de corte (Rostagno, 2003).

Brito (2005) relatou que o gérmen integral de milho (GIM) não é um ingrediente ideal para melhorar os valores de desempenho na fase pré-inicial em frangos de corte, provavelmente pelo seu teor em lipídeos, mas que se mostrou eficaz para as outras fases. Sklan (2001) relatou que o processo de menor absorção de gordura na fase inicial de desenvolvimento das aves se dá pela reduzida capacidade de produção de lipase pancreática e sais biliares. Em trabalhos anteriores, esse mesmo autor juntamente com Noy (1995), observaram que a concentração da enzima aumenta à medida que as aves se desenvolvem. Sklan (2001) apresentou gráficos referentes às concentrações de ácidos biliares e lipase na secreção duodenal em função do alimento ingerido e observou crescimento linear até o décimo dia de idade.

A presença ou não do óleo no gérmen de milho e as respectivas vantagens tem sido um ponto de divergência entre autores mesmo para diferentes espécies (Moreira *et al.* 2002; Mendes, 2005). Mas não deixa de ser curioso que trabalhos recentes na área de produção animal do setor avícola têm sugerido a incorporação de óleos e gorduras na alimentação de frangos de corte (Ferreira *et al.*, 2005; Lara *et al.*, 2005, 2006). Segundo esses autores, diversas vantagens podem ser obtidas decorrentes da incorporação de lipídeos na alimentação de aves. Contudo Nascif *et al.* (2004) e Ferreira *et al.* (2005) apontam alguns problemas para se determinar a melhor forma de utilização das fontes lipídicas disponíveis no mercado. Talvez esses problemas fossem diminuídos se tais óleos não tivessem de ser extraídos.

A composição de ácidos graxos da gordura abdominal, músculo do peito e da coxa pode ser manipulada mediante mudança na composição de ácidos graxos da dieta (Scaife *et al.*, 1994; Hrdinka *et al.*, 1996 citados por Lara *et al.*, 2006; Rodrigues *et al.*, 2003; Jorge *et al.*, 2005).

Pode se discutir qual seria a alternativa mais interessante na formulação de uma ração comercial. Porém, não restam dúvidas de que a composição do óleo contido no gérmen de milho integral deve ser considerada, como também a constituição dos ácidos graxos encontrados nas aves alimentadas com este ingrediente.

### **Amido**

O amido é o principal componente energético em dietas para aves e suínos e presume-se ser quase completamente digestível em ambas as espécies em todas as idades. A exemplo disso, nas equações de predição o valor de energia metabolizável

aparente, em dietas compostas de aves comerciais tem um coeficiente fixo para o conteúdo em amido. No entanto, dados recentes demonstram claramente que este assunto deve ser desafiado, mesmo dentro das mesmas espécies vegetais. O índice de amilose de vários amidos de milho variou entre 14 e 34%. A digestibilidade do amido, geralmente é inversamente proporcional ao seu teor de amilose, por razões ainda não muito bem esclarecidas (Calvo; Cordova, 2004; Toral et al, 2002; Furlan et al, 2004; Sandhu & Singh, 2007).

Os mecanismos gerais da digestão do amido em ruminantes têm sido revisados (Swanson et al, 2004; Huntington *et al*, 2006). Em animais não-ruminantes, a digestão do amido ocorre geralmente no intestino delgado pela ação da  $\alpha$ -amilase pancreática, da dextrinase e glucoamilase (enzima da mucosa) (Svihus et al, 2005). Uma extensão limitada de fermentação (lactobacilos) do amido pode ocorrer nos segmentos do canal alimentar anterior ao intestino delgado (Bertechini, 1994), mas é razoável acreditar que o amido chegue praticamente intacto quando alcança o intestino delgado das aves. Algumas espécies de aves têm também a atividade do  $\alpha$ -amilase salivar e, embora não considere-se que tenha um efeito principal na digestibilidade do amido, devido ao curto tempo da retenção do alimento na cavidade oral, parece não ocorrer em galináceos pela ausência dessa enzima entre os produtos da secreção das glândulas salivares (Rutz, 1994; Svihus et al, 2005).

De acordo com Longo et al (2005) a digestão do amido é primariamente afetada pela idade do frango, em decorrência do perfil de atividade da amilase no pâncreas e no intestino delgado. Além disso, a digestão final dos açúcares resultantes da hidrólise do amido (oligossacarídeos e dextrinas), ocorre nos enterócitos da membrana intestinal e qualquer alteração na superfície onde estas enzimas estão ligadas pode alterar as suas atividades. Esse mesmo autor, citando Sell et al (1991), Siddons (1972), Moran Jr. (1985), reúne informações que sugerem que a digestão e a absorção de carboidratos não são fixas em aves, mas são altamente adaptáveis à presença do polissacarídeo na dieta. De modo geral, a adaptação da atividade das carboidrases, ocorre mais especificamente, em resposta a mudanças na carga dietética de nutrientes específicos. Isto é, os substratos induzem a atividade das dissacaridases correspondentes com exceção da lactase, que não é alterada pelo consumo de lactose em mamíferos (Sevá-Pereira, 2004).

Assim sendo, excetuando-se os elementos pertinentes ao animal, além do nível e origem do amido da dieta, o processamento influencia a digestibilidade do amido. Dessa

forma, a digestibilidade do amido consiste em uma área de intenso estudo e importância, já que os fatores relativos à digestão deste carboidrato são muitos.

Atualmente, a indústria avícola está crescendo em um ritmo acelerado. Segundo as projeções da FAO, o consumo de carne de frango aumentará 85% até 2020 (Stephen et al, 2002). Junto com a indústria avícola, a indústria de alimentos está mantendo o ritmo. Diversas idéias inovadoras têm surgido, sendo que a maioria dos trabalhos de pesquisa sobre alimentação animal, em geral, estão focados no uso de co-produtos, e na promoção destes ingredientes a fim de reduzir custos para ambos os segmentos (Balakrishnan, 2002). Contudo, o milho e o farelo de soja são produtos nobres, que impõem dificuldades de substituição completa na ração, que segundo especialistas, em experimentos é possível, mas economicamente não é viável. Portanto, pesquisas envolvendo níveis de substituição parcial do milho e farelo de soja em dietas para frangos de corte, bem como a bioeconomicidade dessa substituição representam um desafio.

### Literatura citada

ABIMILHO. Estatística: consumo da indústria moageira. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatistica5.htm>> Acesso 11 de fevereiro de 2008.

ALESSI, M.O.; RAUPP, D.S.; GARDINGO, J.R. Caracterização do processamento da farinha de milho biju para o aproveitamento dos subprodutos. **Publicatio UEPG** Ciências Exatas e da Terra Ciências Agrárias e Engenharias, Ponta Grossa-PR, v. 9, n. 2, p. 31-39, 2003

ALVES, A.C.N. Substituição parcial de silagem de milho por farelo de glúten de milho desidratado na ração de vacas holandesas em lactação. Disponível em:<[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-23082006-141423/](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-23082006-141423/)>. Acesso em: 26 de outubro de 2006.

ALVES FILHO, M. Milho que faz crescer. Universidade Estadual de Campinas – 29 de julho a 4 de agosto de 2002. Disponível: <[www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/jornalPDF/182-pag03.pdf](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/182-pag03.pdf)>. Acesso em: 13 de outubro de 2006.

ANDRIGUETTO, J.M. et al. Nutrição animal: alimentação animal. v. 2, 3.ed. São Paulo: Nobel, 1983.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington, EUA. Official methods of analysis. 16 ed. Washington, DC., 1990. 1094p.

BABIDIS, V.; FLOROU-PANERI, P.; KUFIDIS, D.; CHRISTAKI, E.; SPAIS, A.B.; VASSILOPOULOS, V. The use of corn gluten meal instead of herring and meat meal in broiler diets and its effect on performance, carcass fatty acid composition and other carcass characteristics, v.66, n.4, p.145-50. Archives Geflugelk. 2002;

BALL, R. O., COURTNEY-MARTIN, G. AND PENCHARZ , P. B The In Vivo Sparing of Methionine by Cysteine in Sulfur Amino Acid Requirements in Animal Models and Adult Humans. Journal of Nutrition., June 1, 2006; v.136, n.6, p.1682 – 1693.

BAKER J. Comparative Species Utilization and Toxicity of Sulfur Amino Acids Journal of Nutrition.2006; 136: 1670S-1675S

BALAKRISHNAN, V. Developments in the Indian feed and poultry industry and formulation of rations based on local resources. In: Protein sources for the animal feed

industry Expert Consultation and Workshop. Bangkok, 29 April – 3 May 2002 Series title: FAO Animal Production and Health Proceedings - 1. 2004. 390 p.

BELYEA ET AL., 1998. R. BELYEA, S. ECKHOFF, M.A. Wallig and M. Tumbleson, Variability in the nutritional quality of distillers solubles. *Bioresource Technology*, 66 (1998), pp. 207–212

BERTECHINI, A. G. Fisiologia da digestão de suínos e aves. Lavras: UFLA/FAEPE, 1994. 141 p

BRAGA, L.G.T. et al . Uso de ratos de laboratório para determinar o valor nutritivo do milho em diversos níveis de carunchamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 32, n. 2, 2003.

BRITO, A. B.; STRINGHINI, J.H.; CRUZ, C.P.; XAVIER, S.A.G.; SILVA, L.A.; CAFÉ, M.B.; LEANDRO, N.S.M. Avaliação nutricional do gérmen integral de milho para aves. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v.6, n.1, p.19-26, 2005 BRITO, A. B.; STRINGHINI, J.H.; CRUZ, C.P.; XAVIER, S.A.G.; SILVA, L.A.; CAFÉ, M.B.; LEANDRO, N.S.M. Avaliação nutricional do gérmen integral de milho para aves. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v.6, n.1, p.19-26, 2005

BRUMANO, G. Composição química e valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alimentos protéicos para aves. 2005. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Disponível em: [www.ibict.br/oasis.br/index.php/record/view/95152](http://www.ibict.br/oasis.br/index.php/record/view/95152) Acesso em: 26 de outubro de 2006

CALLEGARO, M.G.K. et al. Determinação da fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados do milho. *Ciência e Tecnologia Alimentar*, Campinas, v. 25, n. 2, 2005.

CALVO, M. Bioquímica de los alimentos. Disponível em: [milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/almidon.html](http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/almidon.html). Acesso em: outubro de 2006

CORDOVA, H.A. Utilização de cevada em substituição ao milho em dietas para vacas holandesas de alta produção / Helder de Arruda Córdova – Lages, 2004.99 p. Dissertação (mestrado) –Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC. Disponível em: [cienciasveterinarias.cav.udesc.br/paginas/pdfs/dissertacoes/helder.pdf](http://cienciasveterinarias.cav.udesc.br/paginas/pdfs/dissertacoes/helder.pdf).

CORN WET MILLED FEED PRODUCTS CORN WET MILLED FEED PRODUCTS  
Corn Refiners Association. Washington, D.C., 2006.31 p. Disponível em: [www.corn.org/Feed2006.pdf](http://www.corn.org/Feed2006.pdf). Acesso em: 26 de outubro de 2006.

COWIESON, A.J.; SINGH, D.N.; ADEOLA, O. Prediction of ingredient quality and the effect of a combination of xylanase, amylase, protease and phytase in the diets of broiler chicks. 2. Energy and nutrient utilization. *Poultry Science*, v. 85, p. 1389-1397, 2006.

COWIESON, A.J., Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. *Animal Feed Science and Technology*, Volume 119, Issue 3-4, 4 April 2005, Pages 293-305

COSTA, ECIO F.; MILLER, B. R.; HOUSTON, J. E.; PESTI, G. M. Production and Profitability Responses to Alternative Protein sources and Levels in Broiler Rations. *Journal of Agricultural And Applied Economics*. Gainesville, Florida, v.33, n.3, p.567 - 581, 2001a.

COSTA, ECIO F.; HOUSTON, J. E.; PESTI, G. M. Does Cottonseed Meal Compare as an Alternative Protein Source to Soybean Meal in Poultry Production? Faculty Series. Dept. of Agricultural and Applied Economics, University of Georgia. FS 01-02. 2001b.

DADO, RICHARD, G. Nutritional Benefits of Specialty Corn Grain Hybrids in Dairy Diets. *Journal Animal Science*, v. 77, 197-207, 1999.

FERREIRA, A. F.; ANDREOTTI, M. de O.; CARRIJO, A.S. ; SOUZA, K. M. R. de ; FASCINA, V. B. ; RODRIGUES, E. A. . Valor nutricional do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, Maringá, v. 27, n. 2, p. 213-219, 2005.

FURLAN, A. C. ; MONTEIRO, R. T. ; SCAPINELLO, C. ; MOREIRA, I. ; MURAKAMI, A. E. ; MARTINS, E. N. . Avaliação nutricional do tritcale extrusado ou não para coelhos em crescimento. *Acta Scientiarum Animal Science*, Maringá, v. 26, n. 1, p. 49-55, 2004.

GARCIA, E. A.; MENDES, A. A.; PIZZOLANTE, C. C.; GONÇALVES, H. C.; OLIVEIRA, R. P. de. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v. 4, n. 1, p. 55-61, 2002.

GOFF, G.L.; NOBLET, J.; CHERBUT, C. Intrinsic ability of faecal microbial flora to ferment dietary fibre at different growth stages of pigs. *Livestock Production Science*, v. 81, p. 75-87, 2003.

GONÇALVES, R. A.; SANTOS, J. P. dos ; TOMÉ, P. H. F.; PEREIRA, R.G.F.A.; ASCHERI, J.L.R.; ABREU, C.M.P. de. Rendimento e composição química de cultivares de

milho em moagem a seco e produção de grits. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, MG, v. 27, n. 3, p. 643-650, 2003.

GUANG-HAI et al., Nutritional evaluation and utilization of quality protein maize (QPM) in animal feed. .In: Protein sources for the animal feed industry Expert Consultation and Workshop. Bangkok, 29 April – 3 May 2002 Series title: FAO Animal Production and Health Proceedings - 1. 2004. 390 p.

HOGAN, A. G, Corn as a source of protein and ash for growing animals Proc. Am. Soc. Animal Production, 1916 (in press) The Journal of Biological Chemistry, vol.XXIX, n. 3. Acessado em: [www.jbc.org/cgi/reprint/29/3/485.pdf](http://www.jbc.org/cgi/reprint/29/3/485.pdf).

HUNTINGTON, G. B., HARMON, D. L., RICHARDS, C. J.Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. *Journal of Animal Science*. V. 84, E14, 2006

JOHNSON, L.A. Corn: The major cereal of the Americas. In: KULP, K.; PONTE, J.G.; (Ed.) Handbook of cereal science and technology. USA: Marcel Dekker Inc. p. 31-80, 2000.

JORGE, N., et al. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. *Quím. Nova*, nov./dez. 2005, vol.28, no.6, p.947-951.

LARA, L.J.C. et al . Rendimento, composição e teor de ácidos graxos da carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 58, n. 1, 2006.

LARA, L.J.C. et al . Efeito de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 57, n. 6, 2005.

LONGO, F. A. et al . Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 34, n. 1, 2005.

LUBIN, D., Maize in human nutrition. FAO Food and Nutrition Series, N. 25. 1993 168p.

MACEDO, .L.G.P. de, DAMASCENO, J.C., MARTINS, E.N. et al. Substituição do farelo de soja pela farinha de glúten de milho na alimentação de cabras leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, jul./ago., v. 32, n. 4, 2003

MANENTE, J. C. P. P. Efeito do dióxido de enxofre e do ácido láctico na hidratação, rendimento e qualidade do germe de milho. 2003. 117 f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2003

NASCIF, Carla Cristina Cardoso et al . Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. R. Bras. Zootec. , Viçosa, v. 33, n. 2, 2004 .

NOY, Y; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. Poultry Science, v.74, p.366-373, 1995.

NRC – National Research Council. **Nutrients requirements of poultry**, 9th revised edition. 1994. 155p

MERTZ, E.T., BATES, L.S., NELSON, O.E. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. V. 145, p. 279-80. Science, 1964.

MENDES, A.R. ; EZEQUIEL, J. M. B. ; GALATI, R.L. ; FEITOSA, J.V. . Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas, em confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, n. 2, p. 624-634, 2005.

MILIS, CH.; LIAMADIS, D.; KARALAZOS, A.; DOTAS, D. Effects of main protein, non-forage fibre and forage source on digestibility, N balance and energy value of sheep rations. Small Ruminant Research, Volume 59, Issue 1, July 2005, Pages 65-73.

MINISTERIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Normas e padrões de nutrição e alimentação animal; revisão 2000. Brasília,2000.

MOREIRA I. et al . Utilization of defatted corn germ meal on growing-finishing pigs feeding: digestibility and performance. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 31, n. 6, 2002.

NAWRATH, C. Poirier, Y. and Somerville, C. Plant polymers for biodegradable plastics: cellulose, starch and polyhydroxyalkanoates. Molecular Breeding. v 1,n.2 p.105-122, 1995

OWINGS WJ, SELL JL, FERKET P, HASIAK RJ. Growth performance and carcass composition of turkey hens fed corn gluten feed. Poultry Science; v. 67, p. 585-9, 1988.

PEREIRA, E. M. Substituição de milho por ingredientes alternativos na dieta de tourinhos confinados na fase de terminação. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

PETER, C.M., AND D.H. BAKER. Bioavailability of phosphorus in corn gluten feed derived from conventional and low-phytate maize. *Animal Feed Science and Technology*, Volume 95, Issues 1-2, Pages 63-7114, January 2002.

PETER, C.M., Y. HAN, S.D. BOLING, C.M. PARSONS, AND D.H. BAKER. 2000. Limiting order of amino acids and the effects of phytase on protein quality in corn gluten meal fed to young chicks. *Journal of Animal Science*. v.78, n.8, 2150-2156, 2000.

RAUSCH, K.D. e BELYEA, R.L. The future of coproducts from corn processing. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. V. 128, p. 47-86, 2006.

RAUSCH, K.D. AND R.L. BELYEA. 2005. Coproducts from bioprocessing of corn. ASAE Annual International Meeting, Tampa, FL. July 17-20, 2005. Paper No. 057041.

RAUSCH, K. D. , THOMPSON C. I., BELYEA R. L. AND TUMBLESON M. E. Characterization of light gluten and light steep water from a corn wet milling plant *Bioresource Technology*, Volume 90, Issue 1, October 2003, Pages 49-54a, 2003.

RAUSCH, K.D., et. Al., Characterization of gluten processing streams. *Bioresources Technology*. 89:163-167. 2003.

RODRIGUES, J. N.; GIOIELLI, L. A.; ANTON, C. Propriedades físicas de lipídios estruturados obtidos de misturas de gordura do leite e óleo de milho *Ciência e Tecnologia Alimentar.*, Campinas, v. 23, n. 2, 2003.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P. C.; BARBOSA, W.A.; NUNES, R.V. Aminoácidos digestíveis verdadeiros do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com galos adultos cecectomizados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa - MG, v. 30, n. 06, p. 2046-2058, 2001

ROSTAGNO, H.S. 2003. Farelo de gérmen de milho nas rações de frangos de corte. Disponível em: <<http://www.Polinutri.com.br>>.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.

RUNHO, R. C., GOMES, P. C., ROSTAGNO, H. S. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 30, n. 1, 2001.

RUTZ, F. Secreção digestivas In:Fisiologia da digestão e absorção das aves [Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas,1994].

SAS. Institute (Cary, NC) SAS user's guide: statistic, version 6.5. Cary, 1996. V.2, 1686p.

SANCHES,R. L. Controle de qualidade de ingredientes –Microscopia. Disponível em: <[www.cnpsa.embrapa.br/abraves-sc/pdf/Memorias2001/3\\_ronaldosanches.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/abraves-sc/pdf/Memorias2001/3_ronaldosanches.pdf) 13 de outubro de 2006>. Acesso em: 13 de outubro de 2006.

SANDHU , K. S and SINGH, N. Some properties of corn starches II: Physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties. Food Chemistry, Volume 101, Issue 4, 2007, Pages 1499-1507

SANTOS, F. de A. Glúten de milho na alimentação de aves e suínos. Revista Eletrônica Nutritime, V. 1, N. 3, Novembro/Dezembro 2004. Disponível em: <<http://www.nutritime.com.br>>.

SEVÁ-PEREIRA A. Deficiência de dissacaridases. In Cordeiro FTM (ed), Moraes Filho JP, Magalhães AFN, Guarita DR, Dantas W, Kotze LM da S, Habr-Gama A, Matos AA de, Alves JG (eds). Condutas em Gastroenterologia (FBG). Rio de Janeiro: Editora Revinter, 2004. Cap 18. p. 198-215.

SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; SILVA, E.L. et al. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.6, p.1912-1916, 2003.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SIMOVSKA, M. et. Al., Chemical composition and nutritive value of corn gluten. Zhivotnov"dni Nauki 34(1/2): 10-15. 1997

SIMOVSKA, M..et. al. Chemical composition and nutritive value of maize-gluten feed. Zhivotnov"dni Nauki 34(5/6): 35-41.1997b

SKLAN, D. Development of the digestive tract of poultry. World's Poultry Science Journal. V. 57, p. 415–428, 2001..

SOARES, K.R.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.; FIALHO, E.T.; GERALDO, A.; BRITO, J.A.G.. Valores de energia metabolizável de alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial. *Ciência e Agrotecnologia*, UFLA - Lavras/MG, v. 29, n. 1, p. 238-244, 2005.

SPACKMAN, D.H.; STEIN, N.H.; MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Analytical Chemistry*, Washington, v.30, n.7, p.1 190-1206, 1958.

STEPHEN et al., Practical production of protein for food animals. In: Protein sources for the animal feed industry Expert Consultation and Workshop. Bangkok, 29 April – 3 May 2002 Series title: FAO Animal Production and Health Proceedings - 1. 2004 390 pg

STRYER, L., TYMOCZKO, J.L., BERG, J.M. *Bioquímica*. 5ª ed. Guanabara Koogan, 2004. 1059 p.

SVIHUS, B. UHLEN, A.K. AND HARSTAD, O.M. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. *Animal Feed Science and Technology*, Volume 122, Issues 3-4, Pages 303-320, 2005.

SWANSON, K. C., BENSON, J. A., MATTHEWS, J. C., HARMON, D. L. Pancreatic exocrine secretion and plasma concentration of some gastrointestinal hormones in response to abomasal infusion of starch hydrolyzate and/or casein. *Journal of Animal Science*. 82: 1781-1787, 2004.

TAFURI, M.L; BRUNE, W. Avaliação de triptofano em grãos de milho. *Experimenta*, Viçosa, v.9, n.11, p. 319-34. 1971.

TORO, A. A. Caracterização de proteínas de reserva de mutantes de endosperma de milho de alta lisina. 2006 . 101 f. Dissertação( Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

TORAL, F. L. B. et al. Digestibilidade duas fontes de amido e atividade enzimática em coelhos de 35 e 45 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1434-1441, 2002.

## **CAPÍTULO II**

### **Efeito da idade de frangos de corte sobre a digestibilidade de nutrientes de derivados do milho**

## **Efeito da idade de frangos de corte sobre a digestibilidade de nutrientes de derivados do milho**

### **RESUMO**

Alguns estudos têm demonstrado a influência da idade da ave no processo de digestão e absorção de nutrientes resultando em diferentes recomendações na elaboração de dietas. Este estudo avaliou o efeito da idade sobre os valores de energia metabolizável aparente (EMAn) e verdadeira corrigida para nitrogênio (EMVn) e os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CMMS) e metabolizabilidade de energia bruta do gérmen de milho integral (CMGMI), glúten de milho 21 (CMGM-21), glúten de milho 60 (CMGM-60) e amido de milho (CMAM) pelo método de coleta total de excretas. Utilizaram-se 840 frangos de corte distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram em quatro idades: 1 a 10, 11 a 21, 22 a 32, 33 a 42 dias; sendo utilizados por repetição 10, 8, 6 e 4 aves, respectivamente, para as referidas idades. Paralelamente, foram mantidas aves em jejum por 72 h para cada tratamento. As dietas foram baseadas na substituição de 40% da dieta referência (milho + farelo de soja) pelo gérmen de milho integral (GMI), glúten de milho (GM-21) e amido (AM), exceto para glúten de milho 60 (GM-60), com 30% de substituição. As idades médias (5, 15, 25 e 35 dias) foram utilizadas como variável independente para análise de regressão. Observou-se que o CMMS foi linear crescente para o GMI e para o GM-21; quadrático para o amido (AM); e não significativo para o GM-60. O CMEB apresentou efeito linear para o GMI; quadrático para o GM-21 e para o AM; e não significativo para o GM-60. As EMA e EMAn dos alimentos testados variaram de 989 a 4773 e de 939 a 4682 kcal/kg de matéria natural, respectivamente. Os valores de EMVn do GM-21 e AM apresentaram comportamento linear crescente em função da idade. Não houve diferença significativa da EMVn entre os tratamentos para os frangos alimentados com GM-60, sugerindo que as aves possuem habilidade similar na utilização de alimentos protéicos em todas as fases produtivas ou que o nível de substituição não é apropriado para avaliar o GM-60. Os valores EMVn do GM foram: 4093, 4179, 4251 e 4701 kcal/kg de matéria natural nas idades médias de 5, 15, 25 e 35 dias, respectivamente. Constatou-se que houve efeito da idade sobre a digestibilidade de nutrientes para a maioria dos alimentos estudados.

Palavras-chave: digestibilidade, energia metabolizável, ingredientes alternativos, não-ruminantes

### **Broiler chickens age effect on nutrient digestibility of corn byproducts**

#### **ABSTRACT**

Several studies have demonstrated the influence of bird age on the digestive and absorptive processes, resulting in different recommendations on diet elaboration. This study observed the age effect on apparent (AMEn) and true metabolizable energy nitrogen corrected (TMEn) values and dry matter (DMMC) and crude energy metabolizability coefficient (CEMC) of whole corn germ (WCG), corn gluten meal (CGM), corn gluten feed (CGF) and corn starch (CS) using the total excreta collection method. Eight hundred and forty broilers were distributed in a completely randomized design with four treatments and five replicates. Treatments consisted in four ages: 1 to 10, 11 to 21, 22 to 32, 33 to 42 days, using 10, 8, 6 and 4 birds per replicate, respectively, for the ages mentioned above. In parallel, a group of birds was kept in fasting for 72h for each treatment. The number of birds per replicate at each age took into account animal welfare and manure volume produced. Diets were based in 40% substitution of the reference diet (corn-soybean meal-based) by WCG, CGF and CS, except for CGM, with 30% of substitution. Average ages (5, 15, 25 and 35 days) were used as independent variable for regression analysis. DMMC had a positive linear tendency for CGF, a quadratic for CS and not significant for CGM. CEMC presented a quadratic effect for CGF and for CS; and was not significant for CGM. AME and AMEn of tested ingredients ranged from 989 to 4773 and from 939 to 4682 kcal·kg<sup>-1</sup> of natural matter, respectively. Values of TMEn of GCF and CS presented linear behavior according to the age. There was no significant difference on TMEn among treatments for broilers fed CGM, suggesting that birds have similar ability in using proteic feed in every productive phase or that replacement level is not suitable to evaluate CGM. WCG values of TMEn were: 4093, 4179, 4251 and 4701 kcal·kg<sup>-1</sup> of natural matter at the average ages of 5, 15, 25 and 35 days, respectively. It was observed that there was an age effect on nutrient digestibility for the majority of the studied ingredients.

Keywords: alternative products, metabolizable energy, wet grinding

## Introdução

Tem sido descrita uma série de eventos fisiológicos em frangos de corte que apresentam comportamento diferenciado e evoluem em função da idade da ave. O aumento progressivo da área absorptiva, das secreções pancreáticas e da capacidade hidrolítica da mucosa (Sklan, 2001) sugerem que a utilização de alimentos é influenciada pela fase produtiva e pela natureza do ingrediente.

Ao longo dos anos, os valores energéticos de ingredientes para aves e outros animais foram avaliados em diferentes direções. Em estudos recentes com frangos de corte, as designações mais comuns dos valores energéticos são a energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn). Embora as tabelas de recomendações nutricionais correntes utilizem a energia metabolizável aparente (EMA) tem sido frequentemente apontado que essas medidas não consideram as perdas endógenas e são influenciadas pela ingestão de alimentos. A EMV descrita nas tabelas (Rostagno et al, 2005) pondera estes dois aspectos coisa (Lesson & Summers, 2001) embora seja determinada em galos. A falta de precisão nas estimativas dos valores energéticos de elementos dietéticos para aves comerciais são muito mais significativos em pesquisas envolvendo níveis de substituição parcial do milho e farelo de soja uma vez que os ingredientes alternativos são menos conhecidos que os insumos tradicionais.

Diversas idéias inovadoras têm surgido, sendo que a maioria dos trabalhos de pesquisa sobre alimentação animal, em geral, estão focalizados no uso de co-produtos, e na promoção destes ingredientes (Balakrishnan, 2002). Este interesse explica-se pelos altos custos com a alimentação. Além disso, certos derivados apresentam características melhores que as da matéria-prima, como é o caso do glúten de milho 60 (GM-60) com teores de proteína bruta oito vezes maior que do grão de milho (MAPA, 2000).

O uso de cada co-produto, resultante do processamento do milho, contribui com diferentes características nutritivas à dieta balanceada. Logo, a composição dos produtos derivados do milho e, conseqüentemente, seu potencial nutritivo, dependem de quais partes do grão e da distribuição ponderal que estes ingredientes incluem (Johnson et al, 2000; Callegaro, 2005). Portanto, uma vez que a maioria das formulações de rações, hoje em dia, é realizada com base no custo mínimo, as propriedades específicas de vários ingredientes de milho, além do preço e da disponibilidade dessas matérias alternativas, contribuem para sua utilização.

As projeções para os próximos dez anos apontam para a crescente participação do milho no cenário mundial como também já se constatou o aumento exponencial do número de usinas produtoras de etanol norte-americano. Tanto o processamento do milho para a produção de etanol, quanto para a obtenção do amido, geram co-produtos utilizados na alimentação animal comercialmente conhecidos por gérmen de milho, glúten de milho-21 e glúten de milho-60.

No Brasil aproximadamente 4,3 milhões de toneladas de milho produzidas são destinadas à indústria de beneficiamento (Abimilho, 2006; Ministério da Agricultura, 2006). Resta saber os valores de digestibilidade e os valores energéticos destes co-produtos para cada fase produtiva do frango de corte industrial. Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a composição química e os valores energéticos de derivados de milho em diferentes idades de frangos de corte.

### **Material e métodos**

O experimento foi realizado no período de 11 de agosto a 22 de setembro de 2006 no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). A temperatura média nas instalações foi de 27 °C e 65% de umidade relativa.

Inicialmente os ingredientes a serem estudados, ou seja, o gérmen integral de milho (GIM), glúten de milho 21 (GM-21), glúten de milho 60 (GM-60 e amido de milho (AM) foram adquiridos da empresa Corns Products do Brasil e encaminhados para laboratório para análise dos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido fibra bruta, extrato etéreo e matéria mineral de acordo com a metodologia de AOAC (1990).

Utilizaram-se 840 frangos de corte machos da linhagem Cobb alojados em gaiolas metabólicas (1,00 x 0,50 x 0,50m). As aves foram distribuídas de acordo com o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram em quatro idades: 1 a 10 (T<sub>1</sub>), 11 a 21 (T<sub>2</sub>), 22 a 32 (T<sub>3</sub>) e 33 a 42 (T<sub>4</sub>) dias, sendo utilizados por repetição 10, 8, 6 e 4 aves, respectivamente, para as referidos tratamentos. O número de aves por parcela/tratamento foi proposto em função do conforto das aves e do volume de

excretas. Paralelamente a cada fase avaliada, foram mantidas aves em jejum por 72 h para quantificação das perdas endógenas e metabólicas nas excretas.

Para cada tratamento, as aves foram alojadas por 10 dias em baterias equipadas com bandejas plásticas para coleta total de excretas, sendo três dias de adaptação às instalações e às rações experimentais e quatro dias de coleta. Nos primeiros 10 dias, os pintinhos foram alojados em baterias aquecidas em casulos. Ao final de cada tratamento as aves eram descartadas. Os frangos utilizados no experimento foram criados em galpão de alvenaria recebendo a dieta referência e a cada novo período experimental eram selecionados pelo peso, para homogeneização das parcelas experimentais.

As dietas foram baseadas na substituição de 40% da dieta referência (milho + farelo de soja) pelo gérmen de milho integral (GMI), glúten de milho 21 (GM-21) e amido de milho (AM). O glúten de milho 60 (GM-60) substituiu 30% da ração referência devido ao elevado teor protéico do ingrediente (Tabela 1). As rações foram formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al (2005).

Foi acrescentado às rações experimentais óxido férrico em pó (1,0%) como marcador fecal no início e no final da coleta de excretas das aves. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia, sendo acondicionadas em sacos plásticos e congeladas em freezer a -20°C. Posteriormente, foram descongeladas e homogeneizadas por unidade experimental. Em seguida, as excretas foram pré-secas, moídas e analisadas quanto aos teores de matéria seca, nitrogênio e energia bruta (AOAC, 1990).

Para o cálculo dos valores do coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) e da energia bruta (CMEB), energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn) foram utilizados os modelos propostos por Matterson et al (1965).

As idades médias (5, 15, 25 e 35 dias) foram utilizadas como variável independente para análise de regressão. As análises foram realizadas no programa computacional SISVAR DEX/UFLA. Foi calculado o erro padrão do valor “y” previsto para cada “x” da regressão ( $EPy(x)$ ) para as diferentes variáveis. A equação para o erro padrão do “y” previsto foi:

$$\sqrt{\frac{1}{(n-2)} \left[ \sum (y - \bar{y})^2 - \frac{[\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})]^2}{\sum (x - \bar{x})^2} \right]}$$

Em que “x” e “y” são as médias de amostra e “n” é o tamanho da amostra.

Tabela 1. Composição percentual e química das dietas referência nas diferentes fases.

Ingredientes	Composição da ração (%)			
	Pré- inicial	Inicial	Crescime nto	Final
Milho grão	56,66	59,66	62,56	66,56
Farelo de soja 45%	36,77	34,23	30,62	26,78
Óleo de soja	2,048	2,183	3,097	3,120
Fosfato bicálcio	1,943	1,798	1,653	1,506
Calcário calcítico	0,939	0,894	0,851	0,807
Sal comum	0,517	0,492	0,469	0,442
DL-Metionina 99%	0,445	0,250	0,240	0,230
L-Lisina HCl	0,400	0,219	0,235	0,280
Suplemento Vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Cygro	0,050	0,050	0,050	0,050
Albac-Bac. Zinco 15%	0,040	0,040	0,040	0,040
Cloreto de colina 60%	0,040	0,040	0,040	0,040
Total	100	100	100	100
Composição calculada				
EMAn, Mcal/kg	2,960	3,000	3,100	3,150
Proteína bruta, %	22,11	20,79	19,41	18,03
Lisina total, %	1,503	1,263	1,183	1,121
Met + Cistina total, %	1,067	0,897	0,852	0,807
Metionina total, %	0,728	0,568	0,540	0,512
Treonina total, %	0,836	0,800	0,745	0,690
Triptofano total, %	0,268	0,254	0,234	0,213
Cálcio, %	0,942	0,884	0,824	0,763
Fósforo disponível, %	0,471	0,442	0,411	0,380
Potássio, %	0,831	0,793	0,736	0,676
Sódio, %	0,224	0,214	0,205	0,194
Fibra bruta, %	2,969	2,388	2,740	2,600
Gordura, %	7,104	7,305	8,264	8,367

<sup>1</sup> Níveis de garantia por kg de produto: Vit.A, 6.000.000UI, Vit.D3 1.000.000UI, Vit.E10.000 mg, Vit. B12 6.000 mcg, Vit. K3 1.000, Niacina 10.000 mg, Piridoxina 800 mg, Riboflavina 2.000 mg, Tiamina 600 mg, Biotina 30 mg, Pantotenato de Cálcio 8.000 mg, Selênio 400 mg.<sup>2</sup>Níveis de garantia por kg de produto: Cobre: 18.000mg, Zinco: 120.000 mg, Iodo: 2.000mg, Ferro: 60.000 mg, Manganês: 120.000 mg

## Resultados e Discussão

As composições da matéria seca dos derivados do milho são substancialmente distintas (Tabela 2) quanto aos valores de fibra, amido, proteína, extrato etéreo, porque as partes anatômicas do grão de milho diferem consideravelmente em sua composição química (Lubin, 1993; Alessi, 2003; Brito et al. 2005; Lima et al, 2007). Os valores mostram estreita relação com os encontrados na literatura, estando dentro da faixa registrada por estudos anteriores, mesmo considerando-se as possíveis variações apontadas pelos autores.

Tabela 2. Média da composição química dos alimentos expressos na a matéria natural

Alimentos <sup>1</sup>	MS	UMI	PB	FDN	FDA	FB	EE	MM
GMI	94,42	5,58	10,99	26,53	6,22	5,35	59,82	5
GM-21	85,5	14,52	24,48	39,76	12,93	9,75	5,49	8,48
GM-60	90,07	9,93	61,37	23,57	11,83	8,36	3,04	1,49
Amido	87,91	12,09	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>GMI= Gérmen de milho integral; GM-21 = Gérmen de milho com 21% de PB; GM-60 = Glúten de milho com 60% de PB; Amido= Amido de milho

A idade influenciou significativamente nos valores de EMA e EMAn do gérmen de milho integral, glúten de milho 21 e amido de milho conforme apresentado nas Figuras 1, 2 e 3. De maneira prática, são necessários menores níveis de inclusão dos ingredientes em dietas de terminação comparados às pré-iniciais para obterem-se os mesmos valores energéticos, ou seja, tanto 1000g de gérmen integral de milho para alimentação de pintos de 15 dias quanto 897g para frangos com 35 dias geram os mesmos valores de energia metabolizável (4146 kcal/kg de EMAn). Houve um incremento diário de 23,16 kcal/kg de EMA até o valor calculado de 4714 kcal/kg para frangos de corte com 35 dias. A inclusão do gérmen de milho integral às dietas-teste resultou em concentrações entre 7,10 e 8,37% de gordura para as fases pré-inicial e final, respectivamente. Frequentemente, frangos mais velhos comparados aos jovens apresentam maior digestibilidade, bem como maior valor de energia metabolizável para ingredientes lipídicos (Leeson & Zubair, 2004) devido ao desenvolvimento biométrico intestinal, aumentando a área absorptiva, e à crescente capacidade digestiva dos lipídeos dietéticos (Noy & Sklan, 1994; Leeson & Zubair, 2004).

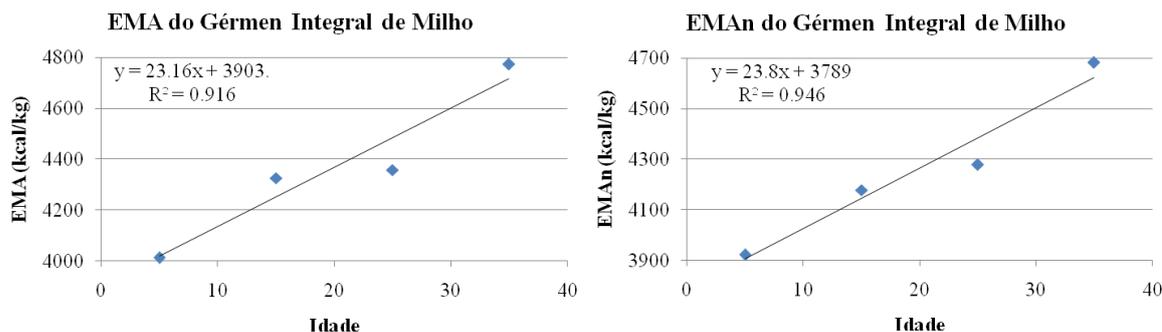


Figura 1. Efeito linear da idade de frangos de cortes sobre os valores de EMA e EMAn do Gérmen Integral de Milho

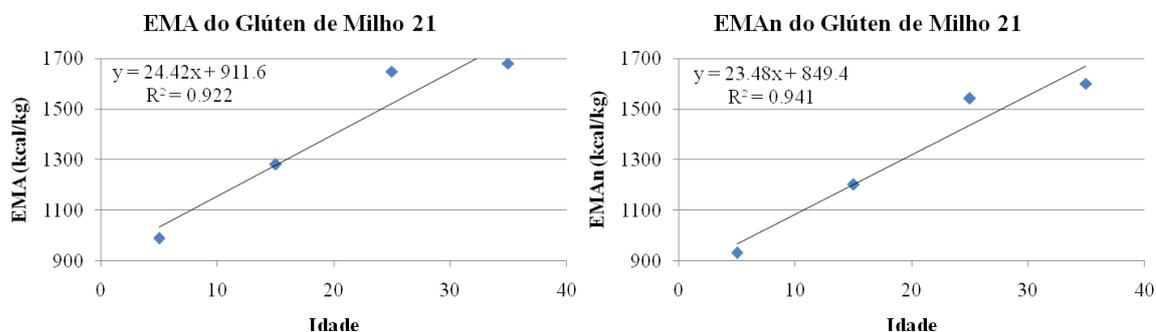


Figura 2. Efeito linear da idade de frangos de cortes sobre valores de EMA e EMAn do Glúten de Milho 21

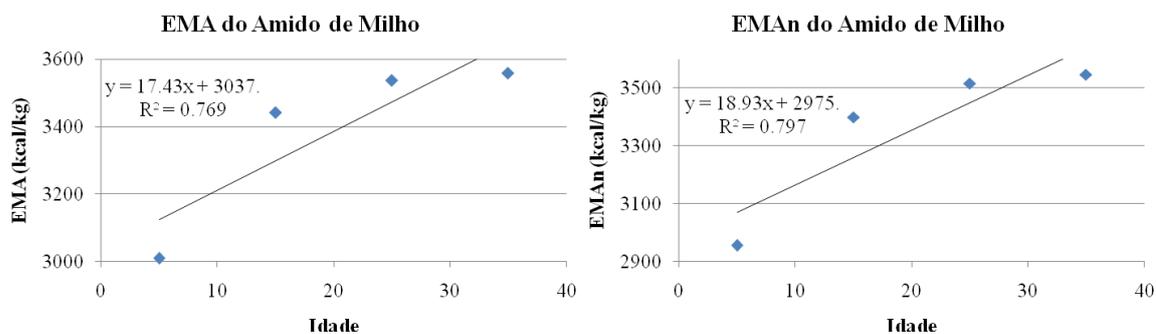


Figura 3. Efeito linear da idade de frangos de cortes sobre valores de EMA e EMAn do Amido de Milho

Assim, estes efeitos podem resultar de alterações fisiológicas inerentes a idade da ave uma vez que a atividade duodenal da lipase dobra com a idade e também em resposta ao alimento ingerido entre o 4º e o 21º dia de vida. As concentrações de sais

biliares que emulsificam as gorduras e permitem a absorção de seus produtos de degradação aumentam linearmente até a segunda semana de idade (Sklan 2001). Somado a esses efeitos, a síntese de lipoproteínas aumenta gradualmente até que os frangos alcancem cinco semanas de idade (Katongole & March, 1980). Dessa forma, frangos de corte mais velhos comparados a juvenis apresentam, de maneira geral, maior digestibilidade de ingredientes lipídicos, bem como são capazes de extrair maiores valores de energia metabolizável de tais ingredientes.

Tanto a utilização do alimento moderadamente fibroso e do amido (Tabelas 3 e 4) foram significativamente influenciadas pela idade das aves, muito provavelmente em decorrência do amadurecimento fisiológico do trato gastrintestinal, conforme relatam os trabalhos mais recentes sobre o assunto (Denbow, 2000; Sklan, 2001; Maiorka et al, 2002; Macari et al, 2002).

Os valores referentes à EMV do GM-21 e AM, bem como os de EMVn do GM-21 estão apresentados nas Figuras 4 e 5, tendo demonstrado comportamento linear.

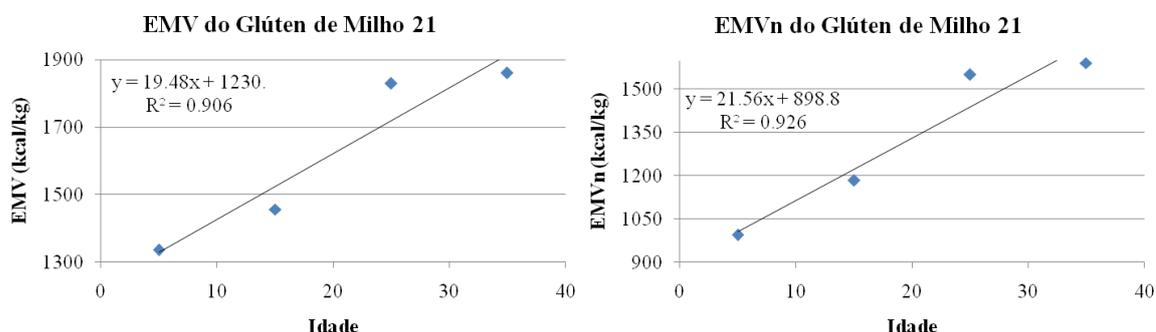


Figura 4. Efeito linear da idade sobre os valores de EMV e EMVn do Glúten de Milho 21

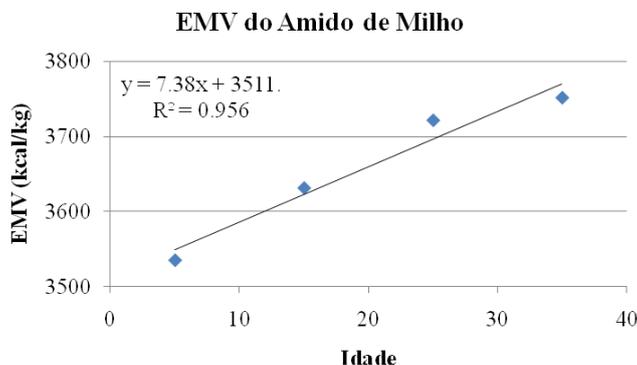


Figura 5. Efeito linear da idade sobre os valores de EMV do Amido de Milho

Tabela 3. Coeficiente de metabolizabilidade aparente da MS (CMAMS), EB (CMAEB) do Gérmen de Milho Integral (GMI), Glúten de Milho 21(GM-21), Glúten de Milho-60 (GM-60) e Amido, expressos na matéria natural, com o respectivo Erro Padrão do valor Y previsto para cada X da regressão (EPY(x)).

Idade (x)	CMAMS				CMAEB			
	GIM	GM - 21	GM - 60	AM	GIM	GM - 21	GM - 60	AM
5	46,01±5,03	12,63±3,23	57,61±3,07	76,08±4,31	55,73±5,04	13,24±1,00	45,78±1,53	41,98±2,53
15	48,16±8,62	19,02±3,24	53,70±4,36	84,28±0,50	59,36±6,69	17,07±1,48	44,84±3,55	48,29±0,58
25	52,22±5,71	22,67±4,65	40,30±13,75	84,53±1,85	60,78±4,47	21,90±2,37	41,42±6,69	49,95±0,79
35	56,30±3,35	25,15±1,03	51,43±13,13	83,46±1,30	66,51±2,12	22,83±0,65	48,63±4,39	50,39±0,84
Médias	50,70	19,85	50,90	82,15	60,55	18,80	45,15	47,75
CV(%)	11,70	16,77	19,47	3,13	8,15	8,86	9,81	3,02
Equação	<sup>1</sup> L**	<sup>2</sup> L**	NS	<sup>1</sup> Q**	<sup>4</sup> L**	<sup>5</sup> Q*	NS	<sup>6</sup> Q**
EPY(x)	0,75	1,40	-	3,44	1,27	1,29	-	2,15

\*Significativo P<0,05; \*\*Significativo P<0,01; NS: Não Significativo

<sup>1</sup>L: Linear crescente, Y = 0,3493x + 43,687; r<sup>2</sup> = 0,98

<sup>2</sup>L: Linear crescente, Y= 0,4121x + 11,626; r<sup>2</sup> = 0,96

<sup>3</sup>Q: Quadrática Y = -0,0232x<sup>2</sup> + 1,1509x + 71,236; r<sup>2</sup> = 0,95

<sup>4</sup>L: Linear crescente, Y = 0,3376x + 53,843; r<sup>2</sup> = 0,94

<sup>5</sup>Q: Quadrática Y= -0,0072x<sup>2</sup> + 0,626x + 10,046; r<sup>2</sup> = 0,98

<sup>6</sup>Q: Quadrática Y= -0,014x<sup>2</sup> + 0,855x + 38,23 r<sup>2</sup> = 0,987

Tabela 4. Médias dos valores energéticos (y) do Gérmen de Milho Integral, Glúten de milho 21, Glúten de Milho 60 e Amido de Milho, expressos na matéria natural (Mcal/kg) com o respectivo erro padrão do valor “y” previsto para cada “x” da regressão (EPy(x)).

Idade (x)	GIM		GM-21		GM-60		Amido	
	EMV	EMVn	EMV	EMVn	EMV	EMVn	EMV	EMVn
5	4,7814 <sup>a</sup> ±0,83	4,0927 <sup>a</sup> ±0,91	1,3347 <sup>b</sup> ±0,48	0,9954 <sup>a</sup> ±0,55	4,1246 <sup>a</sup> ±0,54	3,3934 <sup>a</sup> ±0,72	3,5345 <sup>a</sup> ±0,43	3,0682 <sup>a</sup> ±0,52
15	4,5309 <sup>a</sup> ±0,55	4,1792 <sup>a</sup> ±0,54	1,4563 <sup>ab</sup> ±0,18	1,1831 <sup>a</sup> ±0,23	3,6426 <sup>a</sup> ±0,27	3,2213 <sup>a</sup> ±0,34	3,6313 <sup>a</sup> ±0,08	3,3813 <sup>a</sup> ±0,12
25	4,5011 <sup>a</sup> ±0,29	4,2511 <sup>a</sup> ±0,27	1,8290 <sup>a</sup> ±0,17	1,5505 <sup>a</sup> ±0,23	3,3220 <sup>a</sup> ±0,56	2,9083 <sup>a</sup> ±0,72	3,7214 <sup>a</sup> ±0,09	3,5144 <sup>a</sup> ±0,14
35	4,9964 <sup>a</sup> ±0,18	4,7009 <sup>a</sup> ±0,30	1,8599 <sup>a</sup> ±0,09	1,5905 <sup>a</sup> ±0,16	3,7615 <sup>a</sup> ±0,48	3,4867 <sup>a</sup> ±0,65	3,7506 <sup>a</sup> ±0,08	3,5293 <sup>a</sup> ±0,14
Médias	4,7000	4,2500	1,6500	1,3000	3,7500	3,2000	3,9000	3,4000
CV(%)	12,13	13,92	21,43	40,34	16,33	19,14	7,02	14,71
Equação	NS	NS	<sup>1</sup> L**	<sup>2</sup> L*	NS	NS	<sup>3</sup> L*	NS
EPY(x)			0,0990	0,0956			0,025	

\*Significativo P<0,05; \*\*Significativo P<0,01; NS: Não Significativo

<sup>1</sup>L: Linear crescente Y = 0,0195x + 1,2303; r<sup>2</sup> = 0,91

<sup>2</sup>L: Linear crescente Y = 0,0215x + 0,8993; r<sup>2</sup> = 0,93

<sup>3</sup>L: Linear crescente Y = 0,0074x + 3,5118; r<sup>2</sup> = 0,95

A captação de glicose apresenta um aumento transitório durante a segunda semana (Obst & Diamon, 1992). Este aumento é hipoteticamente resultado da mudança do metabolismo lipídico para o metabolismo de carboidrato, devido à depleção das reservas da gema. Além disso, como resposta ao crescimento alométrico do intestino, durante a segunda semana pós eclosão, pois o intestino apresenta um aumento em tamanho em relação ao peso corporal (Nitsan et al, 1991; Sklan, 2001; Denbow, 2000). Esta pode ser uma segunda razão para o aumento na captação de glicose que ocorre neste momento, o que justificaria o aumento e moderada estabilização do CMAMS do amido para as duas fases posteriores. Porém, aves jovens, que possuem uma demanda maior de nitrogênio por quilograma de peso corporal (NRC, 2001) parecem ter uma habilidade em utilizar alimentos protéicos que se igualam aos coeficientes das fases posteriores para ingredientes como o glúten de milho, que apresenta teores mínimos de 60% de proteína bruta.

Diversos autores têm concluído que o sistema digestivo da ave nos primeiros dias de idade cresce mais rapidamente que o restante do corpo ou até mesmo que órgãos essenciais como coração e pulmões. Contudo, o duodeno e jejuno, além do pâncreas, responsável pela secreção da maioria das enzimas digestivas, obedecem a um crescimento mais rápido e mais precoce que o do fígado e do íleo (Denbow, 2000; Bigot et al, 2001; Sklan, 2001).

Apesar de ainda não estar muito bem esclarecida se a disponibilidade das enzimas digestivas limita o crescimento em aves jovens (Nitsan, 1995; Noy & Sklan, 1995; Sklan, 2001), estudos que avaliaram a cinética das enzimas pancreáticas *in vivo*, verificaram que a tripsina, protease, amilase e lipase aumentaram rapidamente a atividade durante os primeiros dias pós-eclosão em pintinhos galináceos como também de perus (Nir et al, 1988; Krogdahl & Sell, 1989; Nitsan et al, 1991; Sell et al, 1991; Palo et al, 1995; Croom et al, 1999; Sklan, 2001). Aparentemente, o fornecimento de uma dieta rica em gordura aumentou significativamente a atividade da lipase em função da idade, sendo obviamente, o menor coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca para a fase pré-inicial. Portanto, pelo menos durante os primeiros dias pós-eclosão, parece que a atividade da lipase pode ser um fator limitante na digestão.

Várias mudanças importantes têm sido encontradas no desenvolvimento de sistemas de transporte de nutrientes durante a ontogenia de frangos. Durante a primeira semana pós-eclosão, a captação de prolina, aminoácido em maior concentração no

glúten de milho 60, pelo intestino delgado é relativamente alta em relação à captação de glicose. Uma vez que a taxa de crescimento relativa de frangos é mais alta durante a primeira semana, parece que a captação de aminoácidos pode ser paralela a este padrão de crescimento (Obst & Diamon, 1992; Croom et al, 1999). Os pesquisadores relataram um aumento transitório na captação de prolina durante a sexta semana. Este aumento é paralelo ao período pós-juvenil. A exemplo disso, não foi verificada diferença entre as idades para o CMAMS do glúten de milho 60, um ingrediente majoritariamente protéico.

Outras possibilidades, no entanto, podem explicar a pouca alteração na utilização do glúten de milho 60 por frangos mais velhos comparados aos outros ingredientes: o nível de inclusão (30%), que embora seja menor que o usual (40%), pode ter sido excessivo, uma vez que as rações-teste do GM-60 variaram de 33,88 a 31,03% de proteína bruta de baixo valor biológico para os frangos com idade média de 5 (T<sub>1</sub>) e 35 (T<sub>4</sub>) dias respectivamente.

De maneira interessante, parece mesmo que a capacidade intestinal de absorção atende fortemente às necessidades de nutrientes das aves. Isto contrasta com resultados em mamíferos em que a captação excede as necessidades dos animais. Ainda resta ser determinado se isto pode indicar que a captação de nutrientes representa uma restrição potencial para o crescimento aumentado em frangos ou se significa que os frangos são melhores em direcionar nutrientes. Além disso, o catabolismo oxidativo, mais intenso nos tecidos magros, cuja relação de deposição é uma função exponencial, sugere que a metabolizabilidade da energia bruta aconteça de forma similar, logo influenciada pela idade dos animais.

### **Conclusão**

A idade influenciou a utilização dos ingredientes avaliados exceto para o glúten de milho 60, ingrediente rico em proteína.

A energia metabolizável verdadeira do gérmen integral de milho (ingrediente lipídico) não foi influenciado pela idade.

### Literatura citada

ALESSI, M.O.; RAUPP, D.S.; GARDINGO, J.R. Caracterização do processamento da farinha de milho biju para o aproveitamento dos subprodutos. **Publication UEPG Ciências Exatas e da Terra Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa-PR, v. 9, n. 2, p. 31-39, 2003.

ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F.; ROLL, V. F. B. Manejo nutricional na fase pré - inicial em épocas frias do ano. In: VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2007, Chapecó, SC. Anais...Chapecó:2007, p. 88-100.

BABIDIS, V.; FLOROU-PANERI, P.; KUFIDIS, D.; CHRISTAKI, E.; SPAIS, A.B.; VASSILOPOULOS, V. The use of corn gluten meal instead of herring and meat meal in broiler diets and its effect on performance, carcass fatty acid composition and other carcass characteristics, v.66, n.4, p.145-50. **Arch Geflugelk.** 2002;

BALAKRISHNAN, V. Developments in the Indian feed and poultry industry and formulation of rations based on local resources. In: Protein sources for the animal feed industry Expert Consultation and Workshop. Bangkok, 29 April – 3 May 2002 Series title: FAO Animal Production and Health **Proceedings** - 1. 2004. 390 p.

BIGOT, K.; TESSERAUD, S.; TAOUIS, M.; PICARD, M.; 2001. Alimentation néonatale et développement précoce du poulet de chair. *INRA Prod. Anim.*, 14, 219-230.

BRITO, C.O.; ALBINO, L.T.F.; ROSTAGNO, H.S. et al. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de diferentes sojas extrusadas sobre a digestibilidade de nutrientes e valores energéticos em pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 457-461, 2005.

CROOM, W.J.; BRAKE, J.; COLES, B.A. et al. Is intestinal absorption capacity rate-limiting for performance in poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.242-252, 1999.

DENBOW, D. M., 2000. Gastrointestinal anatomy and physiology.. **Sturkie's Avian Physiology**, 5th ed. Whittow, G. Causey (ed.). Academic Press, San Diego, London etc. 2000, i-xiii. p. 1-685. Chapter pagination: 299-325.

FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 4.3**. Lavras: DEX-UFLA, 2003.

BARBOSA LIMA, R. Avaliação nutricional de derivados da moagem úmida do milho para frangos...

FERREIRA, J.M. et al . Carcass fatty acid composition of broiler fed different sources of energy. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 2,1999.

JOHNSON, L.A. Corn: The major cereal of the Americas. In: KULP, K.; PONTE, J.G.; (Ed.) **Handbook of cereal science and technology**. USA: Marcel Dekker Inc. p. 31-80, 2000.

LUBIN, D., Maize in human nutrition. FAO Food and Nutrition Series, N. 25. 1993 168p.

KROGDAHL, A.; SELL, J.L. Influence of age on lipase, amylase and protease activities in pancreatic tissue and intestinal contents of young turkeys. **Poultry Science**, v.68, p.1561-1568, 1989.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep, 2002. 375p.

MAIORKA, A. , MACARI, M. , FURLAN, R.L. , GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. FUNEP/UNESP, Jaboticabal, São Paulo, 2002. 113-123p.

MATTERSON, L.B.; POTTER, L.M.; STUTZ, T. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Reports**, v.7, p.3-11, 1965.

NIR, I.; NITSAN, Z.; BEM-AVRAHAM, G. Development of the intestine, digestive enzymes and internal organs of newly hatched chicks. In: WORLDS POULTRY CONGRESS, 18., 1988, Nagoya. **Proceedings...** Nagoya: Japan Poultry Science Association, 1988. p.970-971.

NITSAN, Z.; BEM-AVRAHAM, G; ZOREF, Z.; et al. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, v.32, p.515-523, 1991.

NITSAN, Z. The development of digestive enzyme tract in posthatched chicks. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 10, 1995, Antalya. **Proceedings...** Antalya: WPSA, 1995, p.21-28.

NOY, Y; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v.74, p.366-373, 1995.

BARBOSA LIMA, R. Avaliação nutricional de derivados da moagem úmida do milho para frangos...

NRC – National Research Council. **Nutrients requirements of poultry**, 9th revised edition. 1994. 155p.

NRC – National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th. Ed., National Academy Press: Washington D.C., 2001. 381p.

OBST BS, DIAMOND JM. Ontogenesis of intestinal nutrient transport in domestic chickens (*Gallus gallus*) and its relation to growth. **The Auk**; v. 109, p. 451-64, 1992.

PALO, P.E.; SELL, J.L.; PIQUER, F.J. et al. Effect of early nutrient restriction on broiler chickens. 2. Performance and digestive enzyme activities. **Poultry Science**, v.74, p.1470-1483, 1995.

PETER, C.M., Y. HAN, S.D. BOLING, C.M. PARSONS, AND D.H. BAKER. 2000. Limiting order of amino acids and the effects of phytase on protein quality in corn gluten meal fed to young chicks. **Journal of Animal Science**. 2000; v.78, n.8, 2150-2156

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

SKLAN, D. Development of the digestive tract of poultry. **World's Poultry Science Journal**. V. 57, p. 415–428, 2001..

SELL, J.L.; ANGEL, C.R.; PIQUER, F.J. et al. Developmental patterns of selected characteristics of the gastrointestinal tract of young turkeys. **Poultry Science**, v.70, p.1200-1205, 1991.

### **CAPÍTULO III**

**Desempenho e características de carcaça de frangos de corte na fase inicial alimentados com derivado lipídico do milho**

## **Desempenho e características de carcaça de frangos de corte na fase inicial alimentados com derivado lipídico do milho**

### RESUMO

Verificou-se o efeito da substituição parcial da ração convencional pelo gérmen de milho integral, sobre o desempenho zootécnico e características de carcaça de pintos do 1º ao 21º dia. Foram utilizados 375 frangos machos da linhagem Cobb distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições com 15 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram numa dieta controle à base de milho e farelo de soja e quatro níveis de inclusão (4, 8, 12 e 16%) de gérmen de milho integral. A inclusão do gérmen de milho nas rações aumentou a quantidade de extrato etéreo em até 12,46%. As aves e as rações foram pesadas no 1º, 6º, 11º, 16º e 21º dia. No final do período experimental, duas aves de cada parcela foram sacrificadas. Avaliaram-se o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar, rendimento de carcaça, peso relativo dos cortes nobres, de vísceras comestíveis e porcentagem de gordura abdominal. Houve efeito linear decrescente dos tratamentos sobre o GP e CR e quadrático para o peso relativo da moela. Os demais parâmetros não sofreram efeito dos tratamentos, ressaltando-se a conversão alimentar e porcentagem de gordura abdominal, revelando a eficiência de utilização do gérmen de milho integral para esses animais de crescimento acelerado. A utilização em até 16% de gérmen de milho integral em ração inicial para pintos de corte de desempenho superior produziu efeitos satisfatórios, considerando-se os resultados de ganho de peso, conversão alimentar e gordura abdominal.

Palavras-chave: alimento alternativo, desempenho, lipídeos, rendimento de carcaça

## **Performance and carcass characteristics of broiler chickens at the initial phase fed corn lipidic co-product**

### ABSTRACT

The effect of partial replacement of conventional ration by whole corn germ on zootechnical performance and carcass characteristics of broiler chicks from 1<sup>st</sup> to 21<sup>st</sup> days was verified. Three hundred and seventy five Cobb male broilers were distributed in a completely

randomized design, with five treatments and five replicates, with 15 birds per experimental unit. Treatments consisted in a control diet corn-soybean meal-based and four inclusion levels (4, 8, 12 and 16%) of whole corn germ. Corn germ inclusion to the rations increased the amount of ethereal extract up to 12.46%. Birds and rations were weighed at 1<sup>st</sup>, 6<sup>th</sup>, 11<sup>th</sup>, 16<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> days. At the end of the experimental period, two birds from each pen were sacrificed. Feed intake (FI), weight gain (WG), feed conversion, carcass yield, relative weight of noble cuts, of edible viscera and abdominal fat percentage were evaluated. There was a decreasing linear effect of treatments on WG and FI and a quadratic effect for gizzard relative weight. Remaining parameters were not influenced by treatments, with a highlight for feed conversion an abdominal fat percentage, which reveals the efficiency of utilization of whole corn germ for those animals of rapid growth. Utilization of whole corn germ up to 16% in initial diets for broilers chicks of superior performance produced satisfactory effects, considering weight gain, feed conversion and abdominal fat results.

Keywords: alternative feed, carcass yield, lipid, performance

### **Introdução**

Nos ensaios de nutrição com ingredientes alternativos para aves, uma observação bastante freqüente é que dificilmente os alimentos testados podem ser utilizados em programas alimentares para frangos de corte de desempenho superior, considerando-se a baixa densidade energética da maioria dos alimentos-teste, exceto para aqueles com altas concentrações de óleos e gorduras que quase sempre são pouco aproveitados pelas aves no período inicial de desenvolvimento.

A adição de lipídeos na nutrição de frangos de corte é quase completamente associada ao aumento da densidade das dietas e melhora do consumo das aves em condições de estresse calórico, pelo menor calor endógeno resultante da metabolização desses ingredientes (Vermeersch & Vanschoubroek, 1968; Jensen et al, 1970).

A maioria das pesquisas anteriores sobre a utilização de lipídeos com o aumento da idade tem sido conduzida com pintos acima de duas semanas de idade. Apenas algumas pesquisas têm considerado aves mais jovens (Carew et al, 1972; Noy & Sklan, 1995; Salmon, 1977; Turner et al, 1999).

O germen de milho integral possui mais da metade de sua matéria seca em lipídeos e apresenta teores de energia metabolizável maiores que os do milho para frangos de corte

(Barbosa Lima et al, 2008), o que seria suficiente para justificar novas pesquisas quanto à utilização desse derivado da moagem do milho. Anualmente são produzidas, no Nordeste brasileiro, dezenas de toneladas desse ingrediente rico em ácido graxo monoinsaturado. (Abimilho, 2008).

Resta saber se as limitações da utilização desse alimento lipídico para pintos seriam superadas caso as rações utilizadas para a criação das aves fossem elaboradas considerando-se a metabolizabilidade desses compostos nos primeiros dias de vida. Portanto o objetivo deste experimente foi avaliar o desempenho zootécnico de pintos de corte alimentadas com dietas contendo diferentes relações amido:gordura.

### **Material e métodos**

Foram utilizados 375 pintos de corte machos da linhagem Cobb. Os pintos de um dia foram alojados em galpão experimental, dividido em 25 boxes com 2,28m<sup>2</sup> cada. As temperaturas médias máxima e mínima foram, respectivamente, de 32 e 24°C.

As aves foram pesadas individualmente e distribuídas homogeneamente entre as parcelas experimentais com peso médio inicial de 46,28 ± 0,23g. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições de 15 aves. Os tratamentos consistiram de uma ração referência e quatro níveis de inclusão do gérmen de milho integral (0, 4, 8, 12 e 16%), contendo 59,84% de extrato etéreo.

As rações-teste foram formuladas de acordo com os valores energéticos do gérmen de milho integral (Tabela 1) estimados por meio de equação de predição ( $y = 3789 + 23,8x$ ) obtida em experimento de metabolismo realizado por Barbosa Lima et al (2008). Utilizou-se a idade média (11 dias) como variável independente para o cálculo de predição do valor de EMAn do gérmen de milho integral. As dietas (Tabela 2) foram formuladas considerando-se as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2005), exceto para a inclusão de ingredientes lipídicos às dietas, cujo menor nível de gordura na ração superou o nível máximo recomendado. O ganho de peso, consumo de ração e da conversão alimentar foram mensurados no 1°, 6°, 11°, 16°, 21° dia de idade das aves.

Tabela 1. Valores médios para matéria seca (MS), umidade (UMI), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra bruta (FB), energia bruta (EB) energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) do gérmen integral de milho na matéria natural.

GIM	MS	UMI	PB	FDN	FDA	FB	MM	EE	EB	EMA <sup>1</sup>	EMAn <sup>2</sup>
	(%)									kcal/g	
Médias	94,42	5,58	10,99	26,53	6,22	5,35	5,00	59,82	7,038	4157,76	4050,8

1  $y=3903+ 23,16x \Leftrightarrow x=11$ , idade média da ave em dias

2  $y= 3789 + 23,8x \Leftrightarrow x=11$ , idade média da ave em dias

Aos 21 dias de idade foram selecionadas duas aves de cada parcela experimental, considerando-se o peso médio da parcela. Após o período de jejum (4h), as aves foram atordoadas e submetidas à sangria, posteriormente, escaldadas, depenadas e evisceradas. As carcaças foram pesadas sem pés, cabeça e pescoço e tiveram retirada a gordura aderida à cavidade abdominal e à moela. O rendimento de carcaça (%) foi obtido pela relação entre o peso da carcaça e o peso em jejum. Os rendimentos de peito, coxa e sobrecoxa (%) foram calculados pela relação entre o peso dessas partes e o peso da carcaça. A proporção de fígado, moela, coração (%) foi obtida pela relação entre o peso dos órgãos e o peso em jejum. A porcentagem de gordura abdominal foi estimada pela relação entre a gordura aderida à moela mais a gordura abdominal e o peso em jejum.

Os dados foram submetidos a análise de variância e de regressão para os níveis (0, 4, 8, 12 e 16%) de gérmen de milho integral a 5% de probabilidade. As análises foram submetidas ao programa computacional SISVAR DEX/UFLA, conforme Ferreira (2003).

Foi calculado o erro padrão do valor “y” previsto para cada “x” da regressão (EPy(x)) para as diferentes variáveis. A equação para o erro padrão do “y” previsto é:

$$\sqrt{\frac{1}{(n-2)} \left[ \sum (y-\bar{y})^2 - \frac{[\sum (x-\bar{x})(y-\bar{y})]^2}{\sum (x-\bar{x})^2} \right]}$$

Em que “x” e “y” são as médias de amostra e “n” é o tamanho da amostra.

Tabela 2. Composição química e percentual das dietas experimentais

Ingredientes	Tratamentos				
	0%	4%	8%	12%	16%
Milho Grão	53,461	50,623	47,786	44,948	42,110
Farelo de soja 45%	38,175	37,790	37,406	37,021	36,636
Gérmen milho	0,000	4,000	8,000	12,000	16,000
Óleo de soja	4,495	3,737	2,979	2,221	1,462
Fosfato bicálcico	1,911	1,881	1,851	1,821	1,792
Calcário	0,910	0,929	0,949	0,968	0,987
Sal comum	0,518	0,517	0,517	0,516	0,515
DL-metionina	0,198	0,196	0,195	0,193	0,192
L-lisina HCl	0,042	0,035	0,029	0,022	0,016
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Colina HCl 60%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Coccidiostático	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de zinco	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	21,8700	21,8700	21,8700	21,8700	21,8700
EMAn (kcal/kg) <sup>3</sup>	3075	3065,45	3055,91	3046,36	3036,82
EM:PB	140,6	140,16	139,73	139,29	138,85
Amido:Gordura	5,04	4,08	3,69	2,87	2,47
Fósforo disponível (%)	0,4650	0,4650	0,4650	0,4650	0,4650
Cálcio (%)	0,9310	0,9310	0,9310	0,9310	0,9310
Met.+cist.digestível (%)	0,7940	0,7940	0,7940	0,7940	0,7940
Metionina digestível (%)	0,5008	0,5003	0,4997	0,4992	0,4986
Lisina digestível (%)	1,1180	1,1180	1,0230	1,1180	1,0230
Treonina digestível (%)	0,7458	0,7461	0,7464	0,7466	0,7469
Triptofano digestível (%)	0,2530	0,2529	0,2527	0,2526	0,2525
Gordura (%)	6,8539	8,2544	9,6549	11,0554	12,4559
Fibra bruta (%)	3,3025	3,4383	3,3609	3,7101	3,8460
Potássio (%)	0,8590	0,8468	0,8347	0,8226	0,8104
Sódio (%)	0,2240	0,2240	0,2240	0,2240	0,2240

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg de produto: Vit.A, 6.000.000UI, Vit.D3 1.000.000UI, Vit.E10.000 mg, Vit. B12 6.000 mcg, Vit. K3 1.000, Niacina 10.000 mg, Piridoxina 800 mg, Riboflavina 2.000 mg, Tiamina 600 mg, Biotina 30 mg, Pantotenato de Cálcio 8.000 mg, Selênio 400 mg.

<sup>2</sup>Níveis de garantia por kg de produto: Cobre: 18.000mg, Zinco: 120.000 mg, Iodo: 2.000mg, Ferro: 60.000 mg, Manganês: 120.000 mg.

<sup>3</sup>Valor estimado pelo modelo:  $y = 3789 + 23,8X \Leftrightarrow X=11$ , idade média da ave em dias

### Resultados e Discussão

As dietas contendo níveis crescentes de gérmen de milho integral influenciaram o ganho de peso dos pintos (Tabela 3), observando-se uma alta significância do modelo de regressão, estimado por  $y = 980,72 - 3,285x$  ( $r^2 = 0,68$ ).

O consumo de ração diminuiu linearmente com a inclusão do gérmen de milho integral. Diferentemente dos mamíferos a palatabilidade exerce pouca influência na ingestão de alimentos para frangos, mas é influenciado principalmente pelo nível energético da dieta, embora aparentemente não para pintos (Scott et al, 1982; Maiorka et al, 1997). Por outro lado, a resposta fisiológica à natureza do ingrediente são fatores determinantes na ingestão de alimentos, quando se trata de energia metabolizável.

Tabela 3. Desempenho de pintos alimentados com níveis de gérmen de integral de milho, aos 21 dias, com o respectivo erro padrão do valor “y” previsto para cada “x” da regressão (EPy(x)).

Gérmen de milho integral (%)	Ingestão de ração (g)	Ingestão de EM (kcal)	Ingestão de PB (g/ave)	Ingestão de gordura (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar	Eficiência protéica
0	1247	3834,52	272,70	85,46	983,2	1,27	3,60
4	1227	3761,30	268,38	101,29	965,8	1,27	3,60
8	1217	3719,04	266,12	117,48	940,8	1,29	3,54
12	1224	3728,74	267,70	135,32	964,0	1,27	3,60
16	1152	3498,41	252,08	143,57	918,4	1,25	3,65
Média	1213,6	3708,40	265,39	116,62	954,4	1,27	3,59
Regressão	L <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>	L <sup>3</sup>	L <sup>4</sup>	**L <sup>5</sup>	ns	ns
EPy(x)	22,24	-	4,82	2,90	16,39	-	-
CV	3,25	3,25	3,25	3,38	1,77	2,81	2,83

\*\*Significativo P<0,01

\*Significativo P<0,05

1 -  $Y = 1251,88 - 3,832X$  ( $r^2 = 0,71$ )

2 -  $Y = 3849,27 - 16,33X$  ( $R^2 = 0,76$ )

3 -  $Y = 273,78 - 1,04x$  ( $r^2 = 0,72$ )

4 -  $Y = 86,57 + 3,75X$  ( $R^2 = 0,98$ )

5 -  $Y = 980,72 - 3,285X$  ( $r^2 = 0,68$ )

A ingestão de proteína bruta ( $y = 273,78 - 1,04x$   $r^2 = 0,72$ ) e energia metabolizável ( $y = 3849,27 - 16,33X$   $r^2 = 0,76$ ) diminuíram linearmente com a inclusão do gérmen de milho integral, enquanto a ingestão de gordura aumentou linearmente ( $y = 86,57 + 3,75X$   $r^2 = 0,99$ ). Portanto, as aves consumiram menos ração, provavelmente, devido à quantidade de lipídeos

(teoria lipostática), de forma que a quantidade de gordura relaciona-se negativamente com a ingestão de alimentos, afetando o consumo geral de todos os demais nutrientes, em particular os aminoácidos, proporcionalmente. Uma marginal deficiência em lisina e/ou triptofano, resultante da diminuída ingestão protéica, pode explicar o efeito depreciativo no crescimento dos pintos alimentados com gérmen de milho integral mais pronunciado na dieta com maior nível de substituição. A substituição de 21,23% do milho, 4,03% do farelo de soja e 67,47% de óleo de soja da ração referência por 16% de gérmen de milho integral resultou em pintos aos 21 dias de idade, 64,8 gramas a menos que a referência ou 6,59% mais leves.

Então, comparando-se, por exemplo, o consumo do grupo de aves alimentadas com o maior nível de inclusão do gérmen de milho integral com o consumo do grupo referência, 7,61% maior, a diferença percentual do ganho de peso entre os referidos grupos não foi suficiente para alterar a conversão alimentar.

Tem sido sugerido que, quando lipídeos são incluídos em dietas para animais em crescimento, a eficiência da utilização da energia consumida aumenta comparado com animais alimentados com carboidratos (Turner et al, 1999b). Este fenômeno é algumas vezes associado à dinâmica de ação dos lipídeos. O aumento da eficiência pode ser atribuído ao reduzido incremento calórico das dietas contendo lipídeos (Vermeersch & Vanschoubroek, 1968; Jensen et al, 1970).

Somado a isso, não deixa de ser curioso que o custo energético para deposição de proteína é muito maior em relação ao do lipídeo, e dessa maneira, a composição da carcaça da ave em crescimento pode ser consideravelmente influenciada pela eficiência da utilização da energia (Lesson & Summers, 2001).

Não houve efeito dos tratamentos sobre os pesos da coxa, sobrecoxa, peito, gordura abdominal, coração e fígado. Entretanto, o peso da moela apresentou comportamento linear crescente, expresso pelo modelo ( $y = 1,62 + 0,02x$ ,  $r^2 = 0,58$ ).

A ausência de efeitos dos tratamentos no rendimento das partes nobres indica um satisfatório equilíbrio no consumo de aminoácidos, proporcionalmente ao consumo e conseqüente síntese protéica, refletido principalmente na deposição de carne do peito, que representa metade da proteína comestível do frango (Barboza et al, 2000; Amarante Júnior et al, 2005; Garcia et al, 2006).

Tabela 4. Rendimento de carcaça e cortes nobres, vísceras comestíveis e porcentagem de gordura abdominal

GMI (%)	Carcaça	Coxa	Sobrecoxa	Peito	Gordura	Coração	Moela	Fígado
	Peso absoluto (g)							
0	726,8	99,6	99,6	221,6	13,6	6,4	15,6	22,2
4	700	91,8	91,8	204,2	14,4	5,8	16,6	24
8	679	94,4	94,4	195,8	14	6,2	17,4	23
12	707,2	87,6	87,6	215,8	11,4	6,2	15,8	24,4
16	668,8	86,6	86,6	196	10	5,8	18,4	24,2
Média	696,36	92	104,36	206,68	12,68	6,08	16,76	23,56
CV	4,57	5,75	5,50	7,80	22,3	4,41	10,23	3,95
Peso relativo (%)								
0	73,82	13,71	15,03	30,50	1,38	0,65	1,58	2,25
4	74,32	13,11	14,80	29,16	1,53	0,61	1,76	2,55
8	72,99	13,94	15,32	28,82	1,50	0,66	1,87	2,47
12	75,83	12,38	15,46	30,53	1,22	0,66	1,69	2,62
16	73,88	12,96	14,29	29,29	1,10	0,64	2,03	2,67
Média	74,17	13,22	14,98	29,66	1,35	0,647	1,78	2,51
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns	L	ns
P	0,18	0,26	0,22	0,31	0,07	0,41	0,02	0,08
CV	2.41	8.86	5.51	5.34	19.28	6.87	8.88	9.56

<sup>1L</sup> \* Efeito linear a 5% de probabilidade ( $y=1,62 + 0,02x$ ,  $r^2=0,58$ )

<sup>2,3</sup> ns = não significativo

A equação ( $y= a + bx$ ) cuja variável resposta é o ganho de peso em função da idade, não diferiu estatisticamente até o 11º dia ( $b_1=b_2=b_3=b_4=b_5$ ) para o coeficiente linear (b) que determina a magnitude do efeito dos tratamentos (Figura 1).

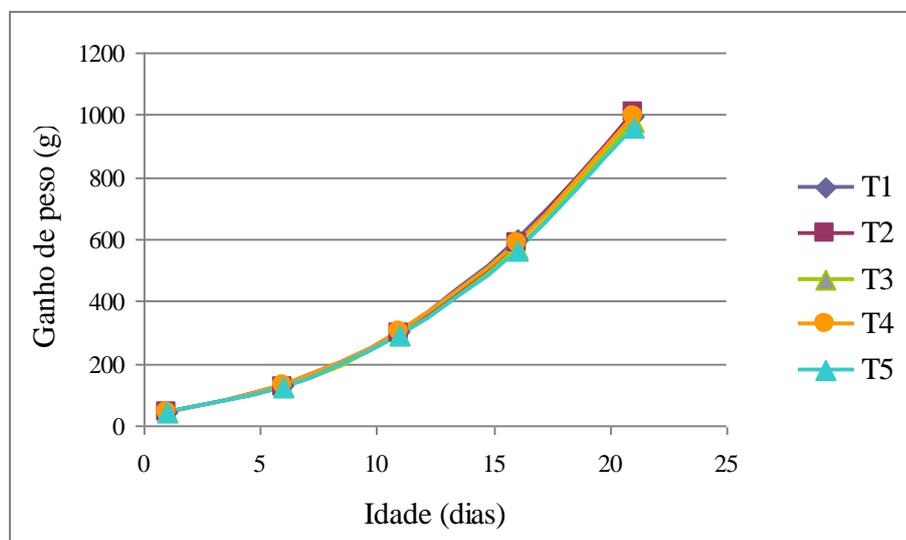


Figura 2. Ganho de peso corporal *versus* idade

Os pintos de corte que foram alimentados com menor proporção de carboidratos, comparado ao grupo referência, foram capazes de utilizar satisfatoriamente rações de menores densidades energéticas com maiores níveis de gordura até 12,46%, mais que o dobro do nível recomendado (Rostagno et al, 2005) e não apresentar efeito significativo (Tabela 4) para percentagem de gordura abdominal (efeito linear decrescente,  $p < 0,07$ ). A adição de óleo e gorduras em rações que mantêm altas relações amido:gordura provavelmente são a causa da maior deposição de gordura na carcaça, uma vez que a utilização metabólica de triglicérides acontece pela diminuição no aporte de carboidratos dietéticos, que habitualmente não acontece na criação de frangos de corte industrial.

Porém, desde os primeiros estudos sobre a digestibilidade de lipídeos em aves, tem sido pesquisada a associação de óleos e gorduras em dietas para frangos (Young et al, 1963; Whitehead & Fisher 1975; Salmon, 1977). Além disso, para avicultura seria muito mais econômico alimentar os frangos com gordura animal. Considerando-se apenas a liberação de energia metabólica, os melhores resultados deveriam ser esperados usando gorduras ricas em ácido palmítico e esteárico, abundantes na gordura animal são praticamente inutilizados por pintos (Renner & Hill, 1961). Posteriormente, estes dados foram confirmados uma vez que promoveram os piores (37%) resultados na digestibilidade de gorduras dietéticas para pintainhos (Turner et al, 1999 a,b). Os estudos feitos por Young et al (1963) não apresentaram resultados conclusivos de como o efeito da incorporação de ácidos graxos insaturados aumentava a digestibilidade da gordura dietética. Atualmente, sabe-se que parte deste interesse explica-se pelo fato da capacidade que os ácidos graxos insaturados têm de incorporar os ácidos graxos saturados às micelas (Stryer et al, 2004) potencializando a absorção.

De maneira geral, os valores energéticos das gorduras e óleos dependem das suas respectivas digestibilidades, uma vez que os ácidos graxos não podem ser excretados na urina (Leeson & Summers, 2001, Stryer et al, 2004). Neste sentido os ácidos graxos contidos no germen de milho integral apresentam alta digestibilidade.

Portando, de maneira geral, apesar das diferenças no desempenho das aves provavelmente em função da ingestão de ração respectiva ao tratamento, as diferenças fisiológicas existentes na utilização de ingredientes lipídicos entre frangos jovens e adultos e seus efeitos no rendimento de carcaça, não foram verificadas entre animais da mesma idade, ressaltando-se a importância de que as dietas sejam formuladas de acordo com os valores energéticos dos ingredientes dentro de cada fase produtiva. Tais investigações seguem uma

tendência mundial e podem ser um pré-requisito para melhor definir as condições de uso de ingredientes alternativos na alimentação de não-ruminantes.

### **Conclusão**

A utilização de até 16% de gérmen de milho integral em ração inicial para pintos de corte produziu efeitos satisfatórios, considerando-se os resultados de ganho de peso, conversão alimentar e gordura abdominal e que aparentemente a capacidade das aves jovens em utilizar lipídeos está estreitamente relacionada à quantidade de alimento ingerido e à idade.

### Literatura citada

AMARANTE JÚNIOR, V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L. R.; NASCIMENTO, G.A.J.; BRANDÃO; P.A. SILVA; J.H.V. PEREIRA; W.E. NUNES, R.V.; COSTA, J.S.; RIBEIRO, M.L.G. et al, Níveis de lisina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade, mantendo a relação metionina+cistina. Revista Brasileira de Zootecnia, v,34, n,4, p,1188-1194, 2005.

BARBOZA, W.A., ROSTAGNO, H.S.; RODRIGUES, P.B. et al, Níveis de lisina para frangos de corte 22 a 40 e 42 a 48 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 4, p. 1091-1097. 2000.

CAREW, L.B., R.H., MACHEMER, JR., R.W. SHARP, D. C. FOSS. Fat absorption by the very young chick, Poultry Science, v. 51, p. 738–742, 1972.

GARCIA, A.R.; BATAL, A.B.; BAKER, D.H. Variations in the digestible lysine requirement of broiler chickens due to sex, performance parameters, rearing environment, and processing yield characteristics. Poultry Science, v. 85, p. 498-504, 2006.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Nutrition of the chicken, 4th edition, 2001, pp, 330.

MAIORKA, A.; LECZNIESK, J.; BARTELS, H.A. et al. Efeito do nível energético da ração sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 7, 7 a 14 e 14 a 21 dias de idade, In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1997, São Paulo, Anais... São Paulo: FACTA, 1997. p.18.

NOY, Y., D. SKLAN. Digestion and absorption in the young chick, Poultry Science, v. 74, p. 366–373, 1995.

RENNER, R.; HILL, F.W. Utilization of fatty acids by the chicken, Journal of Nutrition, v.74, p. 259-264, 1961.

SALMON, R.E. Effects of age on the absorption of fat by turkeys fed mixtures of beef fat and rapeseed oil, Canadian Journal of Animal Science, v. 57, p. 427–431, 1977.

SCOTT, M.L.; NESHEIN, M.C.; YOUNG, R.J. Nutrition of the chicken, Ithaca: 1982, 555p.

STRYER, L., TYMOCZKO, J.L., BERG, J.M. Bioquímica. 5ª ed. Guanabara Koogan, 2004. 1059 p.

TURNER, KA, APPLGATE, TJ, LILBURN, MS Effects of feeding high carbohydrate or high fat diets. 1. Growth and metabolic status of the posthatch poult following immediate or delayed access to feed. Poultry Science, v. 78, p. 1573-1580, 1999b.

TURNER, K.A., T.J. APPLGATE, M.S. LILBURN. Effects of feeding high carbohydrate or fat diets. 2. Apparent digestibility and apparent metabolizable energy of the posthatch poult. Poultry Science, v. 78, p. 1581-1587, 1999a.

VERMEERSCH, G., F. VANSCHOUBROEK. The quantification of the effect of increasing levels of various fats on body weight gain, efficiency of food conversion and food intake of growing chicks. British Poultry Science, v. 9, p. 13–30, 1968.

YOUNG, R.J., R.L. GARRETT. Effect of oleic and linoleic acids on the absorption of saturated fatty acids in the chick. Journal of Nutrition, v. 81, p. 321-329, 1963.

## **CAPÍTULO IV**

### **Avaliação do gérmen de milho com alto teor de óleo como um ingrediente alimentar para frangos de corte**

## **Avaliação do gérmen de milho com alto teor de óleo como um ingrediente alimentar para frangos de corte**

### RESUMO

Foram avaliados os efeitos do uso do gérmen integral de milho sobre o desempenho zootécnico de frangos de corte e viabilidade econômica. Trezentos frangos com peso inicial de  $1,033 \pm 0,0943$  kg foram instalados em boxes e submetidos aos tratamentos até o peso final de  $2,7549 \pm 0,090$  kg durante 19 dias. O delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado e constituiu níveis de 0, 5, 10, 15 e 20% de inclusão de gérmen de milho integral nas dietas a base de milho e farelo de soja; cada tratamento teve cinco repetições de 12 aves cada. Não foram observados efeitos sobre os ganhos de peso, custo da alimentação e rentabilidade, mas houve efeito quadrático para a conversão alimentar ( $y = 1,72 - 0,019x + 0,001x^2$ ;  $r^2 = 0,64$ ), constatando-se que o nível de 9,5% de GIM proporcionou a melhor conversão alimentar (1,63). As médias gerais para ganho de peso médio (GP) e conversão alimentar (CA) foram, respectivamente, 1721,91 e 1,70. Apesar do efeito quadrático sobre CA não foi constatado efeito sobre a margem bruta para nenhum dos tratamentos. A utilização de até 20% de gérmen de milho integral em dietas de desempenho superior para frangos corte é tecnicamente viável.

Palavras-chave: carcaça, desempenho, lipídeos, viabilidade econômica

## **Evaluation of corn germ with high oil level as an alimentary ingredient for broilers chickens**

### ABSTRACT

The effects of whole corn germ inclusion on broiler chickens performance and economic viability were evaluated. Three hundred broiler chickens with initial weight of  $1.033 \pm 0.0943$  kg were housed in boxes and submitted to treatments until final weight of  $2.754 \pm 0.090$  kg during 19 days. Experimental design was completely randomized and constituted of whole corn germ (WCG) inclusion levels of 0, 5, 10, 15 and 20% to the corn-soybean meal-based diets and each treatment had five replicates of 12 birds each. Effects on weight gain, feeding costs and profitability were not observed, but there was a quadratic effect for feed conversion

( $y = 1.72 - 0.019x + 0.001x^2$ ;  $r^2 = 0.64$ ), certifying that WCG inclusion level of 9.5% provided the best feed conversion (1.63). Weight gain (WG) and feed conversion (FC) means were, respectively, 1721.91 and 1.70. Despite of the quadratic effect on FC, no effect on gross margin was observed for neither treatment. Utilization of whole corn germ up to 20% in diets of superior performance for broiler chicken is technically feasible.

Keywords: carcass, economic viability, lipids, performance

## Introdução

O uso de fontes lipídicas está frequentemente associado ao aumento na eficiência de utilização da energia metabolizável para não-ruminantes. No entanto, a significância desses efeitos nem sempre depende de uma única fonte de variação em experimentos realizados com animais da mesma espécie.

Tem sido verificada uma correlação positiva entre densidade energética e alocação de recursos para ganho de peso. Apesar disso, a utilização de óleos e gorduras em rações para aves tem sido desencorajada por ser a energia o nutriente mais caro da ração.

Somado a isso, a substituição da fonte energética convencional por fontes renováveis, como o etanol proveniente do milho, elevaram o custo de produção aumentando ainda mais o interesse por ingredientes alternativos, mas que quase sempre apresentam menor densidade energética que o milho.

O gérmen de milho integral possui mais da metade da sua matéria seca em lipídeos, cuja composição em ácidos graxos não promove o acúmulo de gordura corporal quando comparado a outros óleos comumente utilizados na alimentação de aves e humanos.

Pode-se discutir qual seria a alternativa mais interessante numa ração comercial, porém, não restam dúvidas que o gérmen de milho integral não pode ser visto apenas como um alimento alternativo, sem levar em consideração sua composição lipídica e o seu resultante potencial energético.

Este estudo objetiva verificar a utilização do gérmen de milho integral e os efeitos no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte na fase de crescimento e viabilidade econômica.

## Material e métodos

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) no período de 23 de agosto de 2007 a 14 de outubro de 2007.

Foram utilizados 300 pintos machos da linhagem Cobb. Os pintos de um dia foram alojados em galpão experimental, dividido em 25 boxes com 2,28m<sup>2</sup> cada. As temperaturas médias máximas e mínimas foram, respectivamente, de 31 e 24°C. As aves foram vacinadas contra as doenças de Gumboro e Newcastle aos 12 dias de idade e receberam ração à base de milho e farelo de soja e água à vontade até o início do período experimental.

Aos 22 dias, as aves foram pesadas individualmente e distribuídas homogeneamente entre as parcelas experimentais com peso médio inicial de  $1,033 \pm 0,0943$  kg.. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições de 12 aves. Os tratamentos consistiram em cinco níveis de inclusão do gérmen de milho integral (0, 5, 10, 15 e 20%), contendo 59,82% de extrato etéreo.

As rações-teste (Tabela 1) utilizadas foram formuladas de acordo com os valores energéticos obtidos em experimento de metabolizabilidade (Tabela 2), considerando-se as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al (2005). Semanalmente, as aves e a ração foram pesadas, para determinação do ganho de peso (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar.

Aos 41 dias de idade foram selecionados dois frangos de cada parcela experimental, considerando-se o peso médio da parcela. Após período de jejum de 6 horas, as aves foram atordoadas e submetidas à sangria. Posteriormente, escaldadas, depenadas e evisceradas.

As carcaças foram pesadas sem pés, cabeça, pescoço, e tiveram retiradas a gordura aderida à cavidade abdominal e a moela. O rendimento de carcaça (%) foi obtido pela relação entre o peso da carcaça e o peso corporal em jejum. O rendimento de peito, coxa, sobrecoxa, asa e dorso (%) foram calculados pela relação entre o peso dessas partes e o da carcaça. A proporção de fígado, moela, coração (%) foi obtida pela relação entre o peso dos órgãos e o peso corporal em jejum. A porcentagem de gordura abdominal foi estimada pela relação entre a gordura aderida à moela mais a gordura abdominal e o peso em jejum.

Tabela 1. Composição química e percentual das dietas experimentais

Ingredientes	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Milho Grão	60,310	57,052	53,816	50,579	47,342
Farelo de soja 45%	31,082	30,547	30,008	29,469	28,930
Gérmen milho	0,000	5,000	10,00	15,000	20,000
Óleo de soja	5,066	3,872	2,672	1,528	0,270
Fosfato bicálcico	1,642	1,604	1,566	1,471	1,490
Calcário	0,828	0,853	0,878	0,902	0,927
Sal comum	0,470	0,469	0,468	0,467	0,467
DL-metionina	0,197	0,195	0,192	0,190	0,188
L-lisina HCl	0,134	0,127	0,120	0,113	0,106
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Colina HCl 60%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,040
Coccidiostático	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Bacitracina de zinco	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30
EMA (Mcal/kg)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Cálcio (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Lisina digestível (%)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Met,+cist,digestível (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Metionina digestível (%)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Treonina digestível (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Triptofano digestível	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Gordura (%)	7,56	9,07	10,58	12,09	13,60
Ácido linoléico (%)	4,04	4,35	4,65	4,95	5,25
Fibra bruta (%)	3,02	3,19	3,36	3,53	3,70
Potássio (%)	0,75	0,73	0,72	0,70	0,69
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg de produto: Vit A, 6,000,000UI, Vit D3 1,000,000UI, Vit E 10,000 mg, Vit B12 6,000 mcg, Vit K3 1,000, Niacina 10,000 mg, Piridoxina 800 mg, Riboflavina 2,000 mg, Tiamina 600 mg, Biotina 30 mg, Pantotenato de Cálcio 8,000 mg, Selênio 400 mg

<sup>2</sup>Níveis de garantia por kg de produto: Cobre: 18,000mg, Zinco: 120,000 mg, Iodo: 2,000mg, Ferro: 60,000 mg, Manganês: 120,000 mg

Tabela 2. Valores médios para matéria seca (MS), umidade (UMI), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra bruta (FB), energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) do gérmen integral de milho na matéria natural.

GIM	MS	UMI	PB	FDN	FDA	FB	MM	EE	EB	EMA <sup>1</sup>	EMAn <sup>2</sup>
	(%)									kcal/g	
Médias	94,42	5,58	10,99	26,53	6,22	5,35	5,00	59,82	7,038	4644,12	4550,6

1  $Y=3903+23,16X \Leftrightarrow X=32$ , idade média da ave em dias

2  $Y=3789+23,8X \Leftrightarrow X=32$ , idade média da ave em dias

Para o estudo de viabilidade econômica da utilização do gérmen de milho integral, calculou-se a margem bruta (MB), em R\$/kg, considerando-se:  $MB = (\text{kg frango produzido} \times \text{preço de venda do frango}) - (\text{preço da ração} \times \text{ração consumida})$ , envolvendo várias relações de preço entre o milho, farelo de soja, óleo de soja e gérmen de milho integral para os níveis de substituição pesquisados. Para os cálculos dos custos deste estudo, foram considerados valores atuais (Dez/2007), praticados no Estado do Pernambuco (Tabela 3).

Tabela 3. Preços dos insumos e rações experimentais

Ingredientes	R\$/kg
Milho	0,658
Farelo de Soja	1,07
Gérmen de milho	0,9
Óleo de Soja	2,12
Fosfato Bicálcico	1,80
Calcário calcítico	0,10
Sal Comum	0,20
DL-Metionina 99	6,80
Supl. Vitamínico	7,00
Supl. Mineral	3,55
Coccidiostático	2,00
Lisina	6,50
Bacitracina de zinco	38,00
Cloreto de colina 60%	6,00
Custo das rações experimentais	R\$/ton
T1	916,32
T2	907,55
T3	898,70
T4	890,06
T5	880,42

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional SISVAR, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras, através da análise de variância

e análise de regressão para os níveis de substituição testados. O teste de Tukey foi utilizado para a comparação de médias na análise da viabilidade econômica.

### Resultados e discussão

A ingestão de ração não sofreu efeito da inclusão do gérmen de milho, mesmo que os teores de lipídeos tenham sido crescentes à medida que as aves foram alimentadas com maiores níveis de gérmen. Verificou-se efeito quadrático na conversão alimentar conforme a equação  $y=1,72 - 0,019x + 0,001x^2$ ,  $r^2=0,64$ , evidenciando que a inclusão do gérmen leva a melhora significativa da conversão alimentar estimando-se que a inclusão de 9.5% de gérmen na ração proporcionou o melhor resultado (1,63) para frangos de corte criados no período de 22 a 41 dias de idade.

Tabela 4. Médias da ingestão de ração (IR), de energia (IEM), proteína bruta (IPB) e gordura (IG), peso final (PF), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e eficiência protéica (EP) de frangos de corte alimentados com níveis de gérmen de milho integral, de 22 a 41 dias

GIM (%)	IR (g)	IEM (kcal)	IPB (g/ave)	IG (g)	PF (g)	GP (g)	CA	EP
0	3028	9688,80	584,35	228,94	2813	1783,72	1,69	3,05
5	2983	9546,20	575,75	270,63	2762,60	1747,01	1,72	3,01
10	2724,75	9164,80	567,50	311,16	2803,50	1718,25	1,58	3,12
15	2881,20	9219,20	556,02	348,38	2735,20	1702,00	1,69	3,06
20	2990,25	10006,40	577,08	376,83	2694,75	1660,88	1,80	2,89
Média	2927	9525,08	572,13	303,98	2762,91	1721,91	1,70	3,03
Regressão	ns	ns	ns	<sup>2</sup> L**	ns	ns	<sup>1</sup> Q	ns
CV	6,88	9,18	7,96	8,77	3,91	5,72	5,12	5,34

<sup>1</sup>Q  $y=1,72 - 0,019x + 0,001x^2$  ( $r^2=0,6448$ )

<sup>2</sup>L  $y = 232,48+7,47x$  ( $r^2=0,9951$ )

As equações propostas para estimar os valores energéticos dos alimentos para nutrição de não-ruminantes apresentam maiores coeficientes para a porção lipídica quando comparado aos carboidratos e considerando-se o catabolismo protéico. Diante disso, esperava-se um desempenho diferenciado entre os grupos uma vez que os modelos não consideram limites de inclusão de lipídeos que teoricamente seriam substancialmente melhores.

Tabela 5. Médias do rendimento de carcaça e cortes nobres, vísceras comestíveis e porcentagem de gordura abdominal

GMI (%)	Carcaça	Coxa	Sobrecoxa	Peito	Gordura	Coração	Fígado
	Peso absoluto (g)						
0	2079,3	279,8	324,1	732	42,1	15,4	51,2
5	2101,1	275,9	345,7	733	41,3	13	50,2
10	2191,12	281,25	345,375	776,75	44,625	13	50,75
15	2052,5	279,1	308,1	688,6	42,8	13,4	46,9
20	2028	274,75	329,62	710,5	38,625	13,87	48,75
Média	2088,73	278,17	329,97	726,82	41,90	13,76	49,54
CV	120,77	20,94	31,65	52,46	8,44	1,46	5,18
	Peso relativo (%)						
0	75,61	13,44	15,57	35,21	1,53	0,65	1,87
5	75,18	13,13	16,44	34,87	1,47	0,61	1,80
10	76,65	12,77	15,65	35,73	1,48	0,66	1,79
15	78,20	13,65	15,06	33,63	1,63	0,66	1,74
20	73,60	13,77	16,22	34,49	1,50	0,64	1,76
Média	75,75	13,35	15,79	34,79	1,52	0,64	10,35
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	4,16	7,16	6,79	5,17	19,95	6,87	10,35

O uso de ingredientes alternativos em rações para frangos de corte fica condicionado aos preços do milho, farelo de soja em caso de dietas de maiores densidades energéticas do óleo, porém não houve efeito significativo do gérmen de milho sobre a renda da bruta média, o que indica que pelo preço atual do gérmen de milho pode-se constatar utilizar até 20% desse ingrediente em rações para frangos de corte sem afetar o rendimento.

Tabela 6. Médias dos parâmetros zootécnicos de frangos de corte e índices econômicos, no período de 22 a 41 dias, de acordo com o nível de gérmen de milho integral na dieta.

VARIÁVEIS	NÍVEIS DE GERMEN DE MILHO INTEGRAL (%)				
	0	5	10	15	20
Custo da ração (R\$/t)	916,00	907,00	898,00	890,00	880,00
Consumo de ração-CMR	3,028 a	2,983 a	2,940 a	2,881 a	2,990 a
Ganho de peso médio – GPM	1783,72	1747,01	1718,25	1702,00	1660,88
CMA/GPM (R\$/kg)	1,556 <sup>a</sup>	1,563 a	1,497 a	1,510 a	1,584 a
Peso corporal médio PCM- (kg)	2813	2762,60	2803,50	2735,20	2694,75
Preço do frango vivo (R\$/kg)	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Renda bruta média (RBM; R\$)	4,10	3,98	4,05	3,91	3,82
Margem bruta (R\$)	1,32 a	1,27 a	1,41 a	1,35 a	1,186 a

A relação de preços entre o milho, farelo de soja, óleo de soja e gérmen de milho integral para os níveis de substituição pesquisados foi próxima a 1 (um), portanto o custo da ração (R\$/kg) não diferiu entre os tratamentos, uma vez que o gérmen de milho tem agregado ao seu o valor, o conteúdo em óleo de milho utilizado para o consumo humano.

Sendo assim, o uso de gérmen de milho integral apresentou viabilidade econômica em todos os dos níveis de inclusão. Resta saber qual seria a alternativa mais interessante na formulação de uma ração comercial. Porém, não restam dúvidas que o aumento da relação amido:gordura mediante a incorporação de ingredientes lipídicos em dietas de verão, vem sendo considerado na criação de frangos de corte. Além disso, pode-se considerar o reflexo do óleo de milho contido na composição da gordura corporal das aves, uma vez que para não ruminantes esta composição está em função do material dietético. Neste sentido, diversos trabalhos têm sido realizados não apenas para a composição da carne de frangos alimentados com óleos vegetais, mas na alimentação de poedeiras e conseqüente produção e qualidade de ovos, o que justificaria o custo de produção para obter-se um alimento diferenciado.

### **Conclusão**

O nível de 9,5% de gérmen integral de milho na ração levou a melhoras expressivas na conversão alimentar.

A viabilidade econômica da utilização do gérmen de milho em dietas para frangos de corte envolve várias relações de preço entre o milho, farelo de soja, óleo de soja e gérmen de milho integral para os níveis de substituição pesquisados, podendo ser utilizado até 20%.

### **Literatura citada**

BALAKRISHNAN, V. Developments in the Indian feed and poultry industry and formulation of rations based on local resources, In: Protein sources for the animal feed industry Expert Consultation and Workshop, Bangkok, 29 April – 3 May 2002 Series title: FAO Animal Production and Health Proceedings - 1, 2004, 390 p.

CORTINAS L. et al, Fatty acid content in chicken thigh and breast as affected by dietary polyunsaturation level, Poultry Science, v. 83, p. 1155-1164, 2004.

CRESPO N., ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. Poultry Science, v. 80, p. 71-78, 2001.

LEESON S., SUMMERS JD. Scott's Nutrition of The Chicken, 4th Edition, 601p., 2001.

SCHREINER, M. et al. Feeding laying hens seal blubber oil: effects on egg yolk incorporation, stereospecific distribution of omega-3 fatty acids, and sensory aspects, Poultry Science, v. 83, p. 462-473, 2004.