

**STÉLIO BEZERRA PINHEIRO DE LIMA**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE CO-PRODUTOS DO MILHO PARA FRANGO  
DE CORTE CAPIRA**

**RECIFE - PE**

**2007**

**STÉLIO BEZERRA PINHEIRO DE LIMA**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE CO-PRODUTOS DO MILHO PARA FRANGO  
DE CORTE CAIPIRA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia, área de nutrição de não ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello

Conselheiros: Dr. Jorge Vitor Ludke

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke

**RECIFE - PE**

**2007**

Ficha catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

L732a Lima, Stélio Bezerra Pinheiro de  
Avaliação nutricional e energética de co-produtos do  
milho para frango de corte caipira / Stélio Bezerra Pinhei -  
ro de Lima . -- 2007.  
48 f. : il.

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

1. Milho
  2. Energia metabolizavel
  3. Frango de corte caipira
  4. Co - produtos
- I. Rabello, Carlos Bôa - Viagem
  - II. Título

# **Avaliação nutricional de co-produtos do milho para frango de corte caipira**

**STÉLIO BEZERRA PINHEIRO DE LIMA**

Dissertação defendida e aprovada em 15/02/2007, pela Banca Examinadora

**Orientador:**

---

Prof. Carlos Bôa-Viagem Rabello, D.Sc.  
Presidente – UFRPE

**Examinadores:**

---

Prof. João Batista Lopes, D.Sc.  
UFPI

---

Jorge Vitor Ludke, D.Sc.  
EMBRAPA - CNPSA

---

Profa. Maria do Carmo M. Marques Ludke, D.Sc.  
UFRPE

**RECIFE-PE**

**2007**

A minha querida vó, Maria Batista dos Santos (Vitória), *in memória*.

**Dedico**

Ao povo brasileiro, que dignamente através do seu trabalho, financiou esta pesquisa.

**Ofereço**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pela presença continua mostrando sempre os dons do Espírito Santo: sabedoria, inteligência, conselho, fortaleza, ciência, piedade e temor a Deus.

À Mãe Rainha: “Infinitas graças vos damos, soberana Rainha, pelos benefícios que todos os dias recebemos de vossas mãos liberais. Dignai-vos, agora e para sempre, tomar-nos debaixo de vosso poderoso amparo.”

Aos meus pais, José Bezerra de Lima e Maria de Fátima Pinheiro de Lima, pelo amor e dedicação que me ofereceram ao longo da vida. AMO VOCÊS.

Ao meu irmão, Stênio Bezerra Pinheiro de Lima, pelo que ele significa em minha vida.

À minha querida esposa, Elifábia Neves de Lima, pelo dia-a-dia e pelo amor dedicado, te amo e te amarei sempre.

A minha sobrinha, Vitória Millena, pelos bons momentos juntos.

Aos meus tios, Luciana e Natanael, e primos, Natanael Filho, Carlos Henrique, José Renato, pela importância na minha formação, serei eternamente grato.

Ao orientador, Prof. Carlos Bôa-Viagem Rabello, pela confiança e pelas orientações sempre coerentes e construtivas.

Ao Pesquisador da Embrapa e co-orientador, Jorge Vitor Ludke, pela grande contribuição na realização do experimento.

À Professora Maria do Carmo M. M. Ludke pelas contribuições ofertadas à realização deste experimento e durante todo o mestrado.

Ao Professor João Batista Lopes pela disposição em participar da banca e pelas contribuições.

Aos Professores Rinaldo Caraciolo e Mércia Virginia, por terem ensinado os primeiros passos da pesquisa.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao Departamento de Zootecnia, à Estação de Pequenos Animais de Carpina e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pelo acolhimento, pelas oportunidades e pela construção do profissional.

Ao CNPq pelo financiamento da pesquisa e à CAPES pela concessão de bolsa.

À UFRSA na pessoa do Agrônomo Ricardo Galvão pela realização das análises de energia bruta.

Às empresas, CornsProdutos, Mcassab e ao Sítio Boa Vista, pelo apoio à realização deste experimento.

Na pessoa da Prof. Antônia Sherlânea, agradeço a todos os professores que contribuíram na minha formação profissional.

Aos funcionários da UFRPE e aos terceirizados, Sr. Antônio, Roberto, D. Helena, Sr. Aldo, Dra. Graça, Dr. Armindo, D. Zefinha, Didi, Cristina, Manoel, Rivaldo, Vicente, Galego, Pezão, Teixeira, Maria, pela ajuda nos momentos importantes.

A Sr. Nicácio, pelo companheirismo e grande disposição em ajudar.

A D. Severina, pela amizade que construímos e pela pessoa maravilhosa que é.

Aos alunos do Codai, Anderson (bizonho), Artur (o gordo), Bruno, Cleber, Erick, Marcio, Marcos, Sheno e Zelma pelo empenho na execução do projeto. Muito Obrigado, sem vocês não teria conseguido.

Aos alunos de graduação, Demóstenes, Hugo e Tayara pela contribuição valiosa nas análises laboratoriais.

Aos grandes amigos da graduação, Alexandre Rezende, Cléber Freitas (sanharó), José dos Passos, Guilherme Lyra e Stevens Miranda pela amizade desde a graduação, estaremos sempre juntos ... é rojão!

Aos amigos, Ana Maria, Evaristo, Fátima, Kedes, Kleyton e Solon, pela contribuição valiosa no experimento e por todos os momentos que construímos juntos.

Aos amigos da Pós-graduação, Andrezza, Cleidida, Carol, Fábio, Danielle (Baiana), Elton, Geoverge, Gladston, Mônica, Rodrigo, Ronaldo, Rosa, Safira, Sharlyton, Valmir e Wellington, pelos momentos de diversão e confraternização.

A todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, ajudaram com pensamentos positivos, com orações, etc.

## **LISTA DE FIGURAS**

### **Revisão Bibliográfica**

Figura	Página
1. Processo de industrialização do milho, via úmida .....	12
2. Esquema simplificado da partição da energia consumida .....	22

## **CAPITULO**

### *Avaliação nutricional de co-produtos do milho para Frango de Corte Caipira*

Figuras	Página
1. Comportamento linear crescente do CMAMS e do CMAEB do FG-21 e do GIM	42
2. Efeito Linear da EMA e EMAn do GIM e do FG-21 .....	43
3. Efeito Linear da EMV e EMVn do GIM e do FG-21 .....	45

## **LISTA DE TABELAS**

### **Revisão Bibliográfica**

Tabela	Página
1. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) do gérmen integral de milho, com base na matéria natural .....	13
2. Valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e energia metabolizável verdadeira corrigida para nitrogênio (EMVn), do gérmen integral de milho, com base na matéria natural .....	14
3. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) do farelo de glúten 21%, com base na matéria natural .....	15
4. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e energia metabolizável verdadeira (EMV), energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn), do farelo de glúten 21% com base na matéria natural .....	16
5. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB), do glúten 60%, com base na matéria natural .....	19
6. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e energia metabolizável verdadeira (EMV) energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn), do glúten 60%, com base na matéria natural .....	20

## **CAPITULO**

### **Avaliação nutricional de co-produtos do milho para Frango de Corte Caipira**

Tabela	Página
1. Composição centesimal e nutritiva das rações experimentais .....	38
2. Composição química e valores de energia bruta dos co-produtos do milho, expressos na matéria natural .....	39
3. Coeficiente de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS) e coeficiente de metabolização aparente da energia bruta (CMEB) dos co-produtos do milho .....	41
4. Valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida para nitrogênio nas três fases de criação do frango caipira, na matéria natural .....	43
5. Valores de energia metabolizável verdadeira e verdadeira corrigida para nitrogênio nas três fases de criação do frango caipira .....	44

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Milho e seus co-produtos	10
2.1.1 Gérmen Integral de milho	13
2.1.2 Farelo de glúten 21%	15
2.1.3 Glúten 60%	17
2.2 Energia Metabolizável	21
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
4. ARTIGO	33
4.1 Avaliação nutricional de quatro co-produtos do milho para Frango de Corte Caipira	34
RESUMO	34
ABSTRACT	34
INTRODUÇÃO	35
MATERIAL E MÉTODOS	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

## 1.0 – Introdução

O setor industrial, como terceiro maior segmento consumidor do milho produzido no País, utiliza o milho nos processos de beneficiamento para gerar alimentos e matéria prima a serem aproveitados por outras indústrias. Têm-se como alimentos para o consumo humano: o creme de milho, farinha pré-cozida flocada, flocos de milho, canjiquinha, pipoca de milho, cuscuz, angu, etc; e como matéria-prima para indústria alimentícia, temos: o amido que faz parte da composição de diversos alimentos infantis, doces, balas, sucos, molhos, sopas, vegetais enlatados, bebidas achocolatas e produtos de panificação; e na forma de xarope, o milho transforma-se em sorvetes, geléias, gomas de mascar, licores, entre outros (Abimilho, 2006).

Porém, o processo de beneficiamento do milho para o consumo humano tem gerado co-produtos que podem ser utilizados na alimentação animal, tais como: farelo de germe de milho, farinhas pré-gelatinizadas, fubá grosso, glúten de milho, farelo de glúten de milho e farelo de milho.

A utilização de co-produtos do milho na alimentação animal, especialmente na de aves, encalhar por dois motivos: o primeiro, trata-se de co-produtos que se não forem usados na alimentação animal passarão a ser depositados no meio ambiente acarretando problemas ambientais; e o segundo diz respeito ao aumento do leque de opções para o nutricionista no momento de formular as rações, possibilitando menores custos.

A utilização mais freqüente dos co-produtos do milho exige do meio técnico - científico estudos destinados ao maior detalhamento da composição química e dos valores energéticos, em função da espécie, da linhagem e da idade das aves. A avaliação energética dos co-produtos do milho para aves se faz necessária e deve ser executada de forma que atenda a todos os segmentos da avicultura.

Dentre os diversos segmentos da avicultura, a criação de frango de corte caipira vem assumindo papel de destaque no cenário nacional, graças, segundo Bolis (2001), ao

aparecimento na sociedade de grupos preocupados com o aumento da produção intensiva de frango de corte, com o bem estar das aves, com a poluição ambiental produzida por esses animais e com os ingredientes utilizados nas rações.

A produção do frango caipira está longe de atingir o ponto de equilíbrio entre a demanda e a oferta, requerendo, desta forma, um aumento significativo na produção. Assim, se tornam necessários avanços tecnológicos específicos a este segmento, entre eles, a avaliação nutricional dos alimentos, que apresentam possibilidades de serem utilizados nas rações do frango caipira.

Desta forma, é evidente a necessidade de formar um banco de dados com valores nutricionais e energéticos de diversos alimentos para o frango caipira, entre eles os co-produtos do milho, a fim de atender, de maneira satisfatória, a formulação de rações para esta aves com produção peculiar, não cometendo o erro de extrapolar os valores determinados com frango de corte industrial.

Este trabalho tem como objetivo avaliar os co-produtos do milho para frango de corte caipira, nas suas diferentes fases de criação.

## 2.0 – Revisão Bibliográfica

### 2.1 - Milho e seus co-produtos

O Brasil, com 43 milhões de toneladas de milho produzidas na safra 2005/2006, ocupa a terceira posição entre os maiores produtores mundiais (Ministério da Agricultura, 2006). No Nordeste, Pernambuco é o quinto maior produtor de milho, com uma área plantada de aproximadamente 270 mil ha, a qual produziu aproximadamente 116 mil toneladas de milho em 2005, com um rendimento médio de 559 kg/ha, contra a média nacional de 3.370 kg/ha. Desta forma, o milho representa para o Estado a terceira cultura de

maior importância, perdendo para a cana-de-açúcar e o feijão (IBGE, 2006; Ministério da Agricultura, 2006).

O principal segmento consumidor do milho brasileiro é o setor de aves com cerca de 50%, seguidos pela suinocultura e indústria do beneficiamento, com cerca de 30% e 10%, respectivamente. Dos 10% consumidos pela indústria, aproximadamente 29% são pelas indústrias de grande porte que utilizam o processo de beneficiamento via úmida, em quanto que os 71% são utilizados pela indústria via seca e pequenos moinhos (Abimilho, 2006).

O grão de milho possui estruturas bem definidas que determinam sua composição nutricional. A membrana externa do grão de milho é a casca ou pericarpo, formada em sua maioria por frações fibrosas. Na parte interna do grão é possível observar duas regiões distintas: o endosperma, constituído predominantemente de amido e proteína (zeína) e o gérmen, composto por proteína (gluteína) e lipídeos (Brito et al., 2005a).

Apesar de ser uma fonte energética nas formulações, o milho contribui com boa parte da proteína dietética. Porém, a maior parte da fração protéica é representada pela zeína, que é pobre nos aminoácidos essenciais, lisina e triptofano (Silva, 2001). Já a gluteína, que possui valor biológico diferenciado, principalmente quanto ao balanço de aminoácidos essenciais, representa a menor parte da fração protéica (Regina e Solferini, 2002).

A composição nutricional do milho está em função, principalmente, da cultivar, do solo, dos fatores climáticos em que foi produzido e das condições de armazenamento a que foi submetido. Os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) no grão de milho são de 87,11%, 8,26%, 3,61%, 1,27%, 1,73% e 3925 Kcal/kg, respectivamente, (Rostagno *et al.*, 2005).

Na industrialização do milho são utilizados os processos de moagem via seca e úmida, que geram diversos co-produtos, como: óleo, amido, gérmen integral, gérmen desengordurado, farelo de glúten 21%, glúten 60% e água de maceração.

Pelo processo de moagem via úmida, após a limpeza, o milho é levado para tanques, permanecendo em média 40 horas em uma solução aquosa ácida que contém lactobacillus, em presença de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), a uma temperatura aproximadamente de 50 °C. No processo de separação do amido e das proteínas, o SO<sub>2</sub> diluído reage com a água formando o ácido sulfuroso (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>), que controla a fermentação em razão de variações químicas que ocorrem nos constituintes do endosperma e auxiliam o processo de separação do gérmen, do glúten e do amido (Kent, 1983).

A organização do processamento do milho via úmida pode ser observada na Figura 1. De acordo com Honeyman (1989), para cada 100 kg de milho em grão, são produzidos 62 a 68 kg de amido; 3 kg de óleo; 3,2 kg de farelo de gérmen; 20 kg de glúten; e 4,5 kg de farelo de glúten.

Pelo fato de existir variação no valor nutricional desses co-produtos, principalmente em função da composição química e dos processos a que o milho foi submetido, é de fundamental importância que sejam frequentemente investigados.

A importância da contínua avaliação de ingredientes baseia-se na necessidade de se manter atualizado um banco de dados, o mais completo possível, para melhorar as estimativas das médias de energia metabolizável e dos nutrientes que podem compor as dietas das aves (Brum *et al.*, 2000).



Figura 1 – Processo de industrialização do milho, via úmida (Fonte: Abimilho, 2006 )

## 2.1.1 – Gérmen Integral de milho

O gérmen integral de milho (GIM) é definido como o resultado da trituração do gérmen, do tegumento e das partículas amiláceas, obtidos por extração mecânica, e com alto teor de extrato etéreo, chegando a representar cerca de 13% do peso total do milho grão (Compêndio ..., 1985). O GIM pode, ainda, ser submetido ao processo de extração de gordura por solvente, gerando o gérmen de milho desengordurado (Butolo *et al.*, 1998), com teor de extrato etéreo de 0,60% e energia metabolizável aparente de 2382 kcal/kg (Brunelli *et al.*, 2004).

A composição química e os valores de energia bruta do GIM determinadas por diferentes autores podem ser observados na Tabela 1, e os valores energéticos encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) do gérmen integral de milho com base na matéria natural

Fonte	MS	PB	EE	MM	FB	EB
	%			kcal/kg		
Rodrigues <i>et al.</i> (2001)	89,47	8,96	5,76	2,08	1,59	4.033
Brito <i>et al.</i> (2005b)	92,90	10,90	9,30	-----	5,40	-----
Rostagno <i>et al.</i> (2005)	89,84	10,45	8,65	3,93	4,53	4.234
Nery <i>et al.</i> (2005)	88,28	10,13	9,96	2,62	2,18	4.216
Média	90,12	10,11	8,42	2,88	3,43	4.161
Desvio Padrão	1,97	0,83	1,85	0,95	1,83	111,22

A variação na composição química do GIM (Tabela 1) resulta em oscilações nos valores de EMAn e EMVn (Tabela 2) e em termos comparativos o GIM apresenta valores de PB, EE, MM, FB e EB superiores ao milho.

Tabela 2. Valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e energia metabolizável verdadeira corrigida para nitrogênio (EMVn) do gérmen integral de milho, com base na matéria natural determinados com pintos e galos

Fonte	EMAn (kcal/kg)		EMVn (kcal/kg)	
	Pintos	Galos	Pintos	Galos
Rodrigues <i>et al.</i> (2001)	3.272	3.509	3.323	3.782
Brito <i>et al.</i> (2005b)	3.306	3.636	-----	4.094
Rostagno <i>et al.</i> (2005)	3.144	-----	3.396	-----
Média	3.241	3.572	3.359	3.938
Desvio Padrão	85,42	89,80	51,62	220,62

Os elevados teores de gordura do GIM pode ser fator limitante da sua utilização na alimentação de aves nos primeiros dias de vida, pois o sistema digestivo das aves ainda se apresenta imaturo e com baixa capacidade de digerir gorduras. O teor de FB, também, pode interferir na alimentação destes animais, em decorrência da reduzida capacidade de armazenamento e digestão das fibras pelos animais não-ruminantes.

Assim, não se recomenda incluir o GIM em rações de frango de corte na fase pré-inicial. Para as fases de criação inicial e crescimento, seu uso é limitado aos níveis de 21,9% e 22,5%, respectivamente, sendo que, para a fase de terminação, o seu uso não apresenta restrição (Brito *et al.*, 2005a).

Brito *et al.* (2004a) e Brito *et al.* (2004b), ao avaliaram a substituição total do milho pelo GIM (0, 25, 50, 70, 100%) na ração de poedeiras da linhagem Lohmann LSL (30 a 64 semanas de idade), observaram efeito linear crescente para consumo de ração, conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos e linear decrescente para pigmentação da gema. Não encontraram efeito para percentagem de postura, ovos trincados, ovos deformados e para unidade Haugh.

## 2.1.2 – Farelo de glúten 21%

O farelo de glúten 21% (FG-21) é obtido através da separação e secagem das fibras de milho, durante o processo de moagem úmida, enriquecido com água de maceração concentrada. O FG-21 é composto por fibras, glúten, amido, frações protéicas não extraídas no processo de separação do amido e pode conter, ainda, extrativo fermentado do milho e/ou farelo de gérmen de milho.

A composição química e os valores de energia bruta do FG-21 determinados por diferentes autores podem ser observados na Tabela 3, e os valores energéticos encontram-se na Tabela 4.

Tabela 3. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) do farelo de glúten 21% com base na matéria natural

Fonte	MS	PB	EE	MM	FB	EB
			%			kcal/kg
Franqueira <i>et al.</i> (1979)	87,40	22,6	1,56	5,87	7,80	-----
Albino <i>et al.</i> (1982)	85,59	23,82	4,02	6,79	8,43	3.935
Albino (1992)	88,95	21,77	-----	-----	-----	-----
Neto <i>et al.</i> (1994)	88,70	23,70	3,90	-----	6,70	4.080
NRC (1994)	90,00	21,00	2,50		8,00	
Rostagno <i>et al.</i> (2000)	88,52	22,12	2,82	6,33	7,81	3.991
Rodrigues <i>et al.</i> (2001)	85,59	24,00	3,20	7,15	6,64	3.812
Rostagno <i>et al.</i> (2005)	87,93	21,10	3,44	6,00	7,62	3.929
Média	87,53	22,73	3,16	6,43	7,50	3.949
Desvio Padrão	1,58	1,21	0,86	0,54	0,67	97,84

Assim a média de PB do FG-21 (Tabela 3) manteve-se superior aos 21%, respeitando os níveis de garantia deste produto (refinazil®). O FG-21 apresenta superioridade dos valores de PB, MM, FB e inferioridade dos valores de EE e EB, quando

comparados aos valores do milho estabelecidos nas Tabelas brasileiras para aves e suínos – (Rostagno *et al.*, 2005). O fator limitante do FG-21 na alimentação de aves é o alto teor de fibra bruta.

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e a energia metabolizável verdadeira corrigida para nitrogênio (EMVn) do FG-21 (Tabela 4) são inferiores aos encontrados no milho (3.515 kcal/kg de EMVn) determinados por Rostagno *et al.* (2005). O baixo valor energético é justificado pelo alto teor de FB e pelo baixo teor de EE encontrado no FG-21.

Tabela 4. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) do farelo de glúten 21%, com base na matéria natural

	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)	EMV (kcal/kg)	EMVn (kcal/kg)
Albino (1992)	1.960	-----	2.050	-----
Rostagno <i>et al.</i> (2000)	-----	1.733	-----	1.985
Rodrigues <i>et al.</i> (2001)	2.025	1.937	2.093	1.990
Rostagno <i>et al.</i> (2005)	-----	1.796	-----	1.895
Média	1.993	1.822	2.072	1.957
Desvio Padrão	45,96	104,46	30,41	53,46

Franqueira *et al.* (1979) determinaram a energia metabolizável aparente (EMA), EMAn e o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) do FG-21, para poedeiras leves com cinco e 24 semanas de idade, e não encontraram diferenças entre as idades. A média dos valores, expressos com base na matéria seca, determinados entre as duas idades foram de 2.680 kcal/kg para EMA, 2.530 kcal/kg para EMAn e 54,46% para CDAMS.

Albino *et al.* (1982) determinaram a EMA, EMAN e CDAMS do FG-21, em frangos de corte com 21 e 42 dias de idade, e observaram efeito da idade sobre as variáveis estudadas. Para frangos de corte com 21 dias de idade os valores foram de 2.340 kcal/kg para EMA, 2.140 kcal/kg para EMAN e 42,81% CDAMS. Já para as aves com 42 dias de idade foram encontrados valores de 2.700 kcal/kg para EMA, 2.640 kcal/kg para EMAN e 51,22% para CDAMS, sendo estes valores expressos com base da matéria seca.

O coeficiente de digestibilidade aparente total da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB), do extrato etéreo (CDAEE), da matéria mineral (CDAMM), da fibra bruta (CDAFB), da fibra em detergente neutro (CDAFDN), do amido (CDAA) e do extrativo não nitrogenado (CDAENN), respectivamente foi de 84,40; 78,60; 81,30; 21,40; 69,00; 62,80; 69,00; 93,60% para o FG-21 em frangos de corte com 21 dias de idade (Nunes *et al.*, 2004).

Avaliando a inclusão do FG-21 nas rações de frango de corte de duas marcas comerciais (Hubbard e Ross), Freitas (2000) não observou efeito da inclusão do FG-21 ao nível de 15% para as variáveis: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e rendimento de carcaça.

### 2.1.3 – Glúten 60%

O glúten 60% (G-60) é o resíduo seco de milho, obtido após a remoção da maior parte do amido, do gérmen e da separação do farelo pelo processo empregado na fabricação do amido de milho ou xarope, por via úmida, pelo tratamento enzimático do endosperma (Tardin, 1991).

A composição química e os valores de energia bruta do G-60 determinados por diferentes autores podem ser observados na Tabela 5, e os valores energéticos encontram-se na Tabela 6.

A média do teor de PB do G-60 (Tabela 5) manteve-se superior aos 60%, respeitando os níveis de garantia deste produto (protenose<sup>®</sup>). O G-60 apresenta superioridade dos valores de PB, MM, EB e inferioridade dos valores de EE e FB, quando comparados aos valores do milho estabelecidos nas Tabelas brasileiras para aves e suínos (Rostagno *et al.*, 2005).

Os valores EMAn e a EMVn (Tabela 6) são superiores aos encontrados no milho. A superioridade energética do G-60 é justificada pelo alto teor de PB, além de apresentar maior coeficiente de digestibilidade da PB (CDPB) com valor de 93%, quando comparado aos 87% de CDPB do milho estabelecidos na Tabelas brasileiras para aves e suínos (Rostagno *et al.*, 2005). Albino *et al.* (1982) determinaram a EMA, EMAn e CDAMS do G-60, em frangos de corte com 21 e 42 dias de idade. Aos 21 dias de idade os valores foram de 4.320 kcal/kg para EMA, 3.850 kcal/kg para EMAn e 43,70% CDAMS. Já em frangos de corte com 42 dias de idade foram encontrados valores de 4.450 kcal/kg para EMA, 3.960 kcal/kg para EMAn e 61,44% para CDAMS. Em 1986, os autores supracitados, repetindo o experimento, encontraram valores de 4.684 kcal/kg para EMA, 4.545 kcal/kg para EMAn e 73,00% para CDAMS aos 21 dias de idade. Já para 42 dias de idade, os valores foram de 4.709 kcal/kg para EMA, 4.605 kcal/kg para EMAn e 75,28% para CDAMS. Em ambos os estudos os valores estão expressos com base na matéria seca.

Já, Brumano *et al.* (2006), ao determinarem os valores, de EMA e EMAn, em frangos de corte em duas idade, encontraram valores superiores nas aves mais velhas. Os valores de EMA e EMAn na fase de 21 a 30 dias de idade, com base na matéria natural, foram, respectivamente, 3.726 kcal/kg e 3.608 kcal/kg. Os valores de EMA e EMAn na fase de 41 a 50 dias de idade, com base na matéria natural, foram, respectivamente, 4.138 kcal/kg e 4.013 kcal/kg.

Franqueira *et al.* (1979) determinaram a EMA, EMAn e CDAMS do G-60, para poedeiras leves com cinco e 24 semanas de idade, não encontraram diferenças significativas

entre as idades. A média dos valores, expressos em base da matéria seca, determinados entre as duas idades foram de 3.350 kcal/kg para EMA, 3.280 kcal/kg para EMAn e 57,51% para CDAMS. Determinando as mesmas variáveis, em poedeiras leves com 30 semanas de idade, Rezende *et al.* (1980) obtiveram os seguintes valores: 4.244 kcal/kg para EMA, 4.144 kcal/kg para EMAn e 48,22% para CDAMS.

Tabela 5. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) do glúten 60% com base na matéria natural

Fonte	MS	PB	EE	MM	FB	EB
			%			kcal/kg
Franqueira <i>et al.</i> (1979)	90,60	62,80	3,42	1,52	0,30	-----
Rezende <i>et al.</i> (1980)	91,10	62,28	2,26	1,64	0,36	5.067
Albino <i>et al.</i> (1982)	90,12	61,99	6,66	2,54	0,93	5.164
Albino <i>et al.</i> (1986)	92,01	65,98	7,10	1,09	0,44	5.425
Albino (1992)	89,79	63,86	-----	-----	-----	-----
NRC (1994)	90,00	62,00	2,50	-----	1,30	-----
Rostagno <i>et al.</i> (2000)	90,72	59,85	3,79	2,07	1,03	5.060
Rodrigues <i>et al.</i> (2001)	92,09	62,15	4,06	1,24	0,02	5.247
Leeson e Summers (2005)	90,0	60,0	2,51	-----	2,48	-----
Longo <i>et al.</i> (2005)	94,89	60,07	0,95	-----	-----	5.111
Rostagno <i>et al.</i> (2005)	90,95	60,35	2,57	1,55	1,07	5.047
Brumano <i>et al.</i> (2006)	90,84	59,49	1,21	1,58	1,52	5.013
Média	91,19	61,71	3,45	1,65	0,91	5.142
Desvio Padrão	1,41	1,92	1,98	0,46	0,72	136,58

Nunes *et al.* (2005), ao avaliaram o CDAMS, o CDAPB, o CDAEE, o CDAFB e o CDAMM do G-60, em frangos de corte com 21 dias de idade, encontraram valores de 89,0; 94,3; 77,3; 22,7; 96,5%, respectivamente.

Neto *et al.* (1996) observaram que até o 21º dia de idade, o G-60 não interferiu no desempenho das aves ao nível de 4% de inclusão nas rações. O mesmo autor ainda observou

que aos 42 dias, a inclusão do G-60, aos níveis de 3,0% na ração de crescimento e 2,5% na ração abate, influenciou negativamente o consumo de ração e a conversão alimentar. Teixeira *et al.* (1990) não observaram diferenças significativas quando utilizou 5% de G-60 na ração de pintainhos machos, da linha fêmea de matriz Ross 208, no período de 7 a 35 dias de idade.

Tabela 6. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) do glúten 60% com base na matéria natural

Fonte	EMA	EMAn	EMV	EMVn
	kcal/kg			
Albino (1992)	3.820	-----	4.350	-----
Rostagno <i>et al.</i> (2000)	-----	3.775	-----	3.875
Rodrigues <i>et al.</i> (2001)	4.314	4.108	4.420	4.190
Leeson e Summers (2005)	3.750	-----	-----	-----
Longo <i>et al.</i> (2005)	-----	3.374	-----	-----
Rostagno <i>et al.</i> (2005)	-----	3.696	-----	3.868
Média	3.961	3.738	4.385	3.978
Desvio Padrão	307,42	301,40	49,50	183,92

Segundo Longo *et al.* (2005), a inclusão do G-60, ao nível de 7,30% na ração pré-inicial de frango de corte, não influenciou o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, a absorção do saco vitelino e o desenvolvimento do proventrículo e da moela aos sete dias de idade.

Xavier *et al.* (2004) avaliaram a inclusão de até 15% do G-60, como fonte protéica, para frangos de corte na fase pré-inicial e não observaram efeito sobre peso vivo, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade aos sete dias de idade.

## 2.2 - Energia Metabolizável

Fundamental na elaboração das rações avícolas, a energia não é um nutriente, mas, o resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo animal (NRC, 1994). Então, a energia é liberada como calor ou armazenada para posterior uso pelos processos metabólicos nos animais.

O conteúdo energético dos alimentos pode ser expresso de várias maneiras: energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn) e energia líquida (EL). A partir dos estudos de Hill e Anderson (1958), passou-se a utilizar os valores de energia metabolizável (EM) nas rações para aves.

Diversos métodos foram propostos para determinar a EM (Hill *et al.*, 1960; Potter *et al.*, 1960), os quais permitem obter os valores de EMA. Segundo Sibbald (1960), a utilização do método de coleta parcial, utilizando como indicador fecal externo o óxido de cromo, proporcionou valores mais precisos de EMA. Para Potter (1972), os resultados mais precisos foram obtidos pelo método de coleta total de excretas. Para Franqueira *et al.* (1979), coletas com intervalos de 24 horas apresentaram valores menores de EMA do que coletas com intervalos de 12 horas, pelo método de coleta total de excretas.

O sistema de EMA compreende que toda energia encontrada nas fezes é unicamente oriunda da fração não digerida do alimento. Em contrapartida, o método da EMV, proposto por Sibbald (1976), corrige as perdas da energia fecal metabólica e urinária endógena, invariavelmente encontrada nas fezes.

Para ambos os sistemas, EMA e EMV, aplicam-se a correção dos valores energéticos pelo balanço de nitrogênio, aumentando a precisão na estimativa dos valores de energia metabolizável (Sibbald, 1981). A partição da energia ingerida pelas aves até a energia metabolizável é descrita na Figura 2.

A EMA é de fácil determinação e é pouco influenciado pelo balanço nutricional. Assim, a estimativa de energia dos alimentos e as exigências nutricionais de energia das aves têm sido medidas e expressas em termos de EMA (Albino *et al.*, 1992).

Para Dale e Fuller (1982), os valores de EMV expressam com maior segurança o conteúdo energético dos alimentos quando comparados aos valores de EMA. Desta forma, Sibbald (1960) verificou que os valores de EMA podem variar em função de outros componentes da ração. Já Parsons *et al.* (1982), trabalhando com galos adultos e galinhas poedeiras, afirmaram que a EMAn expressa com mais precisão o valor de energia metabolizável do alimento do que os valores de EMV.

Existem diversos fatores que afetam os valores de energia metabolizável dos alimentos, sobretudo dos subprodutos que são frequentemente utilizados na alimentação animal, tais como: consumo de ração, nível de inclusão, idade dos animais, entre outros.

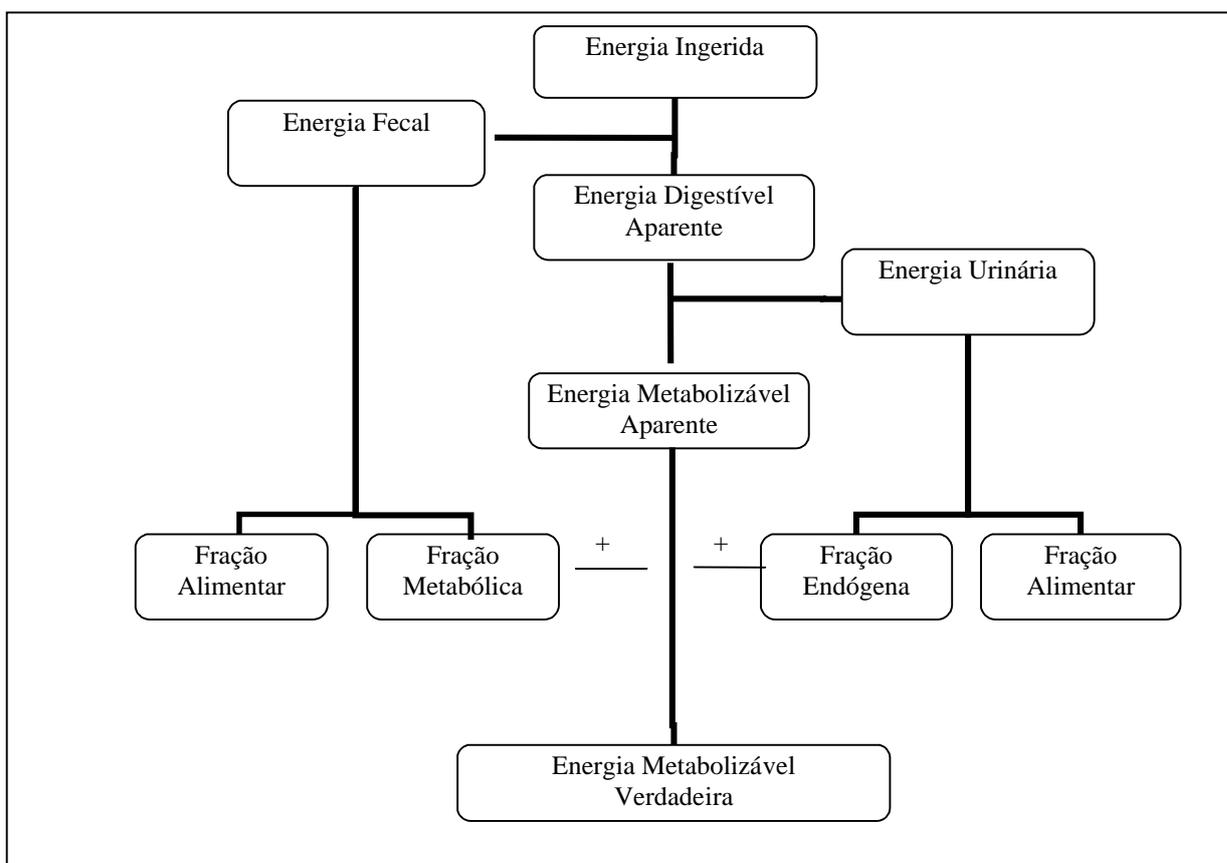


Figura 2. Esquema simplificado da partição da energia consumida (Sibbald, 1982).

A precisão na determinação da energia metabólica de um alimento tende a crescer com o aumento do consumo (Wolynetz e Sibbald, 1984), pois, segundo Coelho (1983), em baixos níveis de consumo, as perdas metabólicas e endógenas são proporcionalmente maiores, conseqüentemente subestimando os valores de EMA e EMAn e superestimando os valores de EMV e EMVn.

Lessire *et al.* (1985) observaram valores reduzidos de EMA com o aumento do nível de substituição de farinhas de vísceras e penas, o que ratificado por Nascimento *et al.* (2005) e Brugalli (1996) com farinha de carne e osso. Corroborando, Arena e Penz (1988) observaram que o valor de EMA do farelo de Colza foi superior no nível de 20% de substituição quando comparado ao nível de 40% de substituição. Porém, Lima *et al.* (2004) não encontraram diferença no valor de EMA para níveis de 30 e 40% de substituição com farinha de camarão. Potter (1972) sugeriu que quanto maior o nível de substituição do ingrediente, menor é a variação na determinação do valor energético do alimento. Ainda, Debastiani *et al.* (2004) determinaram que o valor de EMAn foi superior e o EMA não sofreu influência no nível de 7,5% de substituição quando comparado ao nível de 15% de substituição do alimento teste.

Recentemente, observou-se que a correção dos níveis de vitaminas e minerais das rações testes para os ensaios de digestibilidade, até então não usado, resultou em maiores valores de EMA e EMAn do farelo de soja, quando comparados aos valores determinados com uso da ração sem correção, com níveis de 40% de substituição (Ávila *et al.*, 2006).

Os valores de EM dos alimentos para aves aumentam com a idade (Peterson *et al.*, 1976; Albino *et al.*, 1981), sobretudo para alimentos com altos níveis de fibra bruta e gordura na sua composição química. Albino *et al.* (1982) avaliaram 14 alimentos em duas idades (21 dias e 42 dias) e constataram que os alimentos com valores de fibra bruta acima de 8,19% apresentaram valores superiores para as aves de 42 dias, corroborando com Pettersen (1975) e Rostagno e Queiroz (1978).

Sell (1976), trabalhando com farelo de nabo, e Arena e Penz (1988), com farelo de colza, encontraram valores mais altos de energia metabolizável quando determinados com aves mais velhas.

Porém, Albino *et al.* (1986) afirmaram que a idade das aves não influenciou os valores de EMA, EMAn e de matéria seca aparente metabolizável para 16 alimentos, com valores de fibra bruta que variaram de 0,15 a 10,16% para o amido da mandioca e o trigo moído, respectivamente. Franqueira *et al.* (1979) corroboraram, afirmando que não existiu diferença entre os valores de EMA, EMAn e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca determinados com aves de cinco e 24 semanas de idade.

As diferenças nos valores de EM dos alimentos, em função da idade, podem ser explicadas por dois motivos: o primeiro, é que animais adultos apresentam menores taxas de passagem, permitindo maior tempo de permanência dos nutrientes no trato gastrintestinal sob a ação das secreções gástricas (Burnell *et al.*, 1990); e o segundo, diz respeito à reduzida eficiência com que aves jovens digerem as gorduras (Larbier e Leclerc, 1994) e as fibras da dieta.

Nitsan *et al.* (1991) observaram que durante os primeiros 23 dias de vida, o crescimento alométrico (em relação ao crescimento corporal) do pâncreas e do intestino delgado atingiam seu pico entre o 8º e o 10º dia, sendo quatro vezes maior que o crescimento corporal. Enquanto, o fígado foi apenas duas vezes maior que o crescimento corporal no 11º dia de vida. Com relação à atividade enzimática, a tripsina, a amilase e a lipase no pâncreas diminuem nos primeiros três a seis dias após a eclosão, aumentando, no entanto, entre 10% a 20% até o 21º dia de idade. Já, a quimiotripsina aumenta gradualmente a sua atividade até o 14º dia, mantendo-se constante após esse período.

Noy e Sklan (1995) determinaram que a secreção de sais biliares em frangos de corte aumentou em 10 vezes no período de 4 a 21 dias de idade e que a secreção das enzimas

lípase, tripsina e amilase pancreática aumentaram 20, 50 e 100 vezes, respectivamente, nesse período.

Segundo Sakomura *et al.* (2004), o máximo crescimento alométrico do pâncreas coincidiu com o maior incremento na produção das enzimas digestivas, que, conseqüentemente, melhoraram o aproveitamento da energia pelo animal. Corroborando, Sell *et al.* (1986) afirmaram que a EM dos alimentos aumenta com a idade até atingir o máximo, permanecendo nesse nível com pequenas variações.

Fascina *et al.* (2005) encontraram valores mais altos de EMAn na fase crescimento (8.843 kcal/kg) quando comparado com a fase inicial (8.494 kcal/kg) do frango de corte para diferentes combinações lipídicas (óleo de soja:sebo bovino). Gaiotto *et al.* (2004) determinaram menores valores de EMAn na fase pré-inicial quando comparadas com as fases posteriores (inicial, crescimento e final) para diferentes fontes lipídicas.

Segundo Menten *et al.* (2002), os valores de EM do milho e do farelo de soja na fase pré-inicial foram inferiores aos valores propostos na literatura, evidenciando a deficiência dos processos digestivos e absorptivos das aves de 1 a 7 dias de idade. Corroborando, Nir, (1998) afirma que valores de EMAn de alimentos encontrados em tabelas da literatura estão acima dos valores corretos para pintos na primeira semana. Esses trabalhos, demonstram a necessidade do estudo do aproveitamento de alimentos nessa fase, visando uma maior precisão na formulação e balanceamento de dietas.

Segundo Mahagna *et al.* (1988), as diferenças nos valores de energia metabolizável entre a primeira, segunda e terceira semanas de idade, para o milho e sorgo, ficaram entre 200 e 250 kcal/kg, enquanto para o trigo e soja as diferenças foram de 500 a 1.100 kcal/kg, respectivamente.

Segundo Mendonça *et al.* (2005), as aves de corte de crescimento lento aumentam a capacidade de metabolização da energia da ração com a idade. Desta forma, a utilização de

valores tabelados de EMAn para composição das rações podem superestimar o aproveitamento da energia por essas aves na fase inicial e subestimar na fase final.

Porém, alguns trabalhos na literatura demonstram que a idade não influenciou a utilização metabólica do alimento. Segundo Albino *et al.* (1986) não foram encontrados diferenças nos valores de energia metabolizável de alguns alimentos estudados em diferentes idades. Também, Nascimento *et al.* (2005) não verificaram diferenças nos valores de energia metabolizável aparente das farinhas de vísceras e de penas entre duas idades. Segundo Lima *et al.* (1989), após a correção pelo balanço de nitrogênio, as diferenças em razão da idade das aves, nos valores de EMA, foram menos acentuadas.

Os valores energéticos e a digestibilidade dos alimentos podem sofrer ainda influência de outros fatores. As linhagens de crescimento lento parecem aproveitar menos a energia dos alimentos quando comparadas às linhagens comerciais (Wanda *et al.*, 2004). A forma física da ração influenciou a digestibilidade da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia bruta, segundo López *et al.* (2004) e segundo Ávila *et al.* (2005), o período de coleta não deve ser inferior a quatro dias.

### 3.0 – Referências Bibliográficas

ABIMILHO. *Milho: o cereal que enriquece a alimentação humana*. [S.l.: s.n.], 2006. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br>>. Acessado em: 15 nov. 2006

ALBINO, L.F.T. et al. Tabela de composição de alimentos concentrados – V. Valores de composição química e de energia com aves em diferentes idades. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 10, n. 1, p. 133-146, 1981.

ALBINO, L.F.T. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparentemente metabolizável de alguns alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 11, n. 2, p. 207-221, 1982.

ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos de alguns alimentos determinados em aves jovens e adultas. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23, 1986. Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986. p. 70.

ALBINO, L.F.T. et al. Determinação dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992. Lavras. *Anais...* Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 3.330.

ARENA, S.; PENZ, A.M. Avaliação da qualidade nutricional do farelo de colza. II. Energia metabolizável do farelo de colza para frangos de corte aos 21 ou 42 dias de idade e desempenho produtivo de frangos alimentados com rações contendo níveis crescentes de farelo de colza. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 17, n. 2, p. 138-146, 1988.

AVILA V.S. et al. Determinação do período de coleta total de excretas para estimar os valores energéticos dos ingredientes para aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 7, p. 138, 2005.

AVILA, V.S. et al. Uso da metodologia de coleta de excretas na determinação da energia metabolizável em rações para frangos de corte ajustada ou não quanto aos níveis de vitaminas e minerais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 4, p. 1691-1695, 2006 (supl.).

BOLIS, D.A. Biosseguridade na criação alternativa de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO 2001 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, Campinas, 2001. *Anais...* Campinas: FACTA, 2001. P.223 – 234.

BRITO, A.B. et al. Avaliação nutricional do gérmen integral de milho para poedeiras comerciais de 30 a 64 semanas. 1. desempenho e percentagem de postura. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 6, p. 81, 2004a.

BRITO, A.B. et al. Avaliação nutricional do gérmen integral de milho para poedeiras comerciais de 30 a 64 semanas. 2. qualidade interna e de casca do ovo. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 6, p. 82, 2004b.

BRITO, A.B. et al. Efeito do gérmen integral de milho sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro Medicina veterinária e Zootecnia*, v. 57, n. 2, p. 241-249, 2005a.

BRITO, A.B. et al. Avaliação nutricional do gérmen integral de milho para aves. *Ciência Animal Brasileira*, v. 6, n. 1, p. 19-26, 2005b.

BRUGALLI, I. Valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos com diferente granulometria. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1996. Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.

BRUM, P.A.R. et al. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 5, p. 995-1002, 2000.

BRUMANO, G. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, 2006.

BRUNELLI, S.R. et al. Gérmen de milho desengordurado na alimentação de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41,

2004. Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD ROM.

BURNELL, T.W.; et al. Effects of particle size on the biological availability of calcium and phosphorus in defluorinated phosphate for chicks. *Poultry Science*, v. 69, p. 1110-1117, 1990.

BUTOLO, E.A.F. et al. Determinação do valor nutricional energético e nutritivo do gérmen de milho desengordurado para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998. p. 40.

COELHO, M.G.R. *Valores energéticos e de triptofano metabolizável de alimentos para aves, utilizando duas metodologias*. 1983. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1983.

COMPÊNCIO Brasileiro de alimentação animal. São Paulo: SINDI-RAÇÕES, 1985. 198p.

CORNPRODUCTS BRASIL. *Nutrição Animal*. Parecer técnico. 2005.

DALE, N.M.; FULLER, H.L. Applicability of the metabolizable energy system in practical feed formulation. *Poultry Science*, Champaign, v. 61, n. 2, p. 351-356, 1982.

DEBASTIANI, M. et al. Valores energéticos do farelo de soja determinados com diferentes níveis de inclusão. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 6, p. 122, 2004.

FASCINA, V.B. et al. Valores energéticos do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações determinados com frangos de corte em duas idades. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 7, p. 98, 2005.

FRANQUEIRA, J.M. et al. Tabela de composição de alimentos concentrados. III. Valores de composição química e de energia metabolizável determinados com poedeiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 8, n. 4, p. 697-08, 1979.

FREITAS, A.C. *O refinazil como ingrediente de rações para frangos de corte*. 2000. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2000.

GAIOTTO, J.B. et al. Determinação da energia metabolizável de misturas de gorduras para frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 6, p. 33, 2004.

HILL, F.W.; ANDERSON D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with and productive energy determinations with growing chicks. *Journal Nutrition*, Bethesda. v. 64, p. 587 – 603, 1958.

HILL, F.W. et al. Studies on the metabolizable energy of grain product for chickens. *Poultry Science*, v. 39, p. 573-579, 1960.

HONEYMAM, M.S. *Corn gluten feed as a principal feed ingredient for gestating swine: effects on long term reproductive performance and energy, lysine and tryptophan utilization*. 1989. Dissertação (philosophyDoctor) - Iowa State University, 1989.

IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. acessado em: 14 out. 2006

KENT, N.L. *Technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture*. 3, ed, London: Pergamon Press, 1983. 221p.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. *Nutrition and feeding of poultry*. Nottingham University Press. 1994. 305p.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. *Commercial Poultry Nutrition*. 3 ed. Ontario, Canada, 2005. 406p.

LESSIRE, M. et al. A methodological study of the relationship between the metabolizable energy values of two meat meals and their level of inclusion in the diet. *Poultry Science*, v. 64, p. 1721-1728, 1985.

LIMA, I.L. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 18, n. 4, p. 546-556, 1989.

LIMA, S.B.P. et al. Caracterização nutricional da farinha de camarão para frangos de corte. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3. 2004. Campina Grande. Anais ... Campina Grande: Sociedade Nordestina de Produção Animal, CR-ROM.

LONGO, F.A. et al. Diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 1, p. 112-122, 2005.

LÓPEZ, C.A.A. et al. Efeito da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 6, p. 80, 2004.

MAHAGNA, M. et al. Development of digestibility some nutrients and of energy utilization in young broiler chickens. In: WORLD POULTRY CONGRESS, 18. 1988. Nagoya. Anais... Nagoya: Japan Poultry Science Association, 1988. p.250-251.

MENDONÇA, M.O. et al. Aproveitamento da energia da dieta pelas aves de corte de crescimento lento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. 2005. Goiânia. Anais... Goiânia: Sociedade Brasileira de zootecnia, 2005. CD ROM.

MENTEN, J.F.M. et al. Valores de energia metabolizável de milho e farelo de soja para frangos de corte na fase pré-inicial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. 2002. Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de zootecnia, 2002. CD-ROM.

Ministério da Agricultura. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. acessado em 14 out. 2006

NASCIMENTO, A.H. et al. Valores de energia metabolizável de farinhas de penas e de vísceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 3, p. 877-81, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of poultry*. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1994. 155p.

NERY, L.R. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos usados na alimentação de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 7, p. 73, 2005.

NETO, M.A.T. et al. Avaliação química e biológica do farelo de glúten de milho (FGM), com suínos em crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 23, n. 3, p. 497-505, 1994.

NETO, G.J. et al. Efeito da qualidade nutricional do farelo de soja e do farelo de glúten de milho 60% (glutenose) sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 1996 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. Curitiba. *Anais...* Curitiba: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1996. p. 23.

NIR, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1998. Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Amparo Ciência Tecnologia Avícola, 1998. p. 81-91.

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

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Scienece*, v.7, p. 366 – 373, 1995.

NUNES, R.V. et al. Coeficiente de digestibilidade e nutrientes digestíveis de alguns alimentos para aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 6, p. 121, 2004.

NUNES, R.V. et al. Coeficiente de digestibilidade aparente ileal e total de alguns alimentos para aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 7, p. 128, 2005.

PARSONS, C.M. et al. True metabolizable energy correctef to nitrogen equilibrium. *Poultry Science*, v. 61, p. 2241-2246, 1982.

PETTERSEN, C.F. Metabolizable energy values of feedstuffs and energy requirements for laying hens. *Feedstuffs*, v. 46, n. 10, p. 37-40, 1975.

PETTERSEN, C.F. et al. Comparison of metabolizable energy values of feed ingredients for chicks and hens. *Poultry Science*, v. 55, p. 1163-1165, 1976.

POTTER, L.M. et al. Stufies in evaluating energy content of feeds for the chick. 1.the evaluation of the metabolizable energy and productive energy of the metabolizable energy anf productive energy of alpha-cellulose. *Poultry Science*, v. 30, p. 1166-1221, 1960.

POTTER, L.M. The precision of measuring metabolizable energy in poultry feedstuffs. *Feedstuffs*, v. 44, n. 12, p. 28-30, 1972.

REGINA, R.; SOLFERINI, O. Produção de cultivares de ingredientes de alto valor nutricional: características e benefícios. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2, 2002. Urbelância. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. p. 105-116.

REZENDE, R.C. et al. Energia metabolizável de cinco alimentos para poedeiras leves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 9, n. 4, p. 609-620, 1980.

RODRIGUES, P.B. et al. Valores energéticos do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 6, p.1767-1778, 2001.

ROSTAGNO, H.S.; QUEIROZ, A.C. Milho, sorgo, e novas fontes energéticas para aves. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS EM NUTRIÇÃO AVÍCOLA, 1, 1978. Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: Universidade Estadual de São Paulo, 1978. p. 85-103.

ROSTAGNO, H.S. et al. *Tabela Brasileira para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.

ROSTAGNO, H.S. et al. *Tabela Brasileira para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

SAKOMURA, N.K. et al. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 4, p. 924-935, 2004.

SELL, J.L. Metabolizable energy of repressed meal for the laying hens. *Poultry Science*, v. 45, p. 854-856, 1976.

SELL, J.L. et al. Effect of the age of chickens on the true metabolizable fats by young turkeys. *Poultry Science*, v. 65, p. 546-554, 1986.

SIBBALD, I.R. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. *Poultry Science*, v. 39, p.544-556, 1960.

SIBBALD, I.R. Bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Science*, v.55, p. 1459-1463, 1976.

SIBBALD, I.R. Metabolic plus endogenous energy and nitrogen losses of adult cockerels: the correction used in the bioassay for true metabolizable values. *Poultry Science*, v. 60, p. 805-811, 1981.

SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 62, p. 983-1048, 1982.

SILVA, P.R.F. Crescimento e desenvolvimento. In: INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA A CULTURA DO MILHO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. 2001. Porto Alegre. *Anais ...* Porto Alegre: FEPAGRO:EMBRAPA TRIGO, EMATER/RS; FECOAGRO/RS, 2001. p.17-21.

TARDIN, A.C. Programa de controle da qualidade para rações produzidas na granja. In: SEMINÁRIO DE POSTURA COMERCIAL. 1991. Campinas. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1991. p. 63-85.

TEIXEIRA, Z.S. et al. Efeito do uso de protenose, farinha de peixe e farinha de sangue no desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27. 1990. Campinas. *Anais...* Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p. 136.

XAVIER, S.A.G. et al. Desempenho de frangos de corte consumindo dietas com diferentes fontes protéicas na fase pré-inicial. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 6, p. 52, 2004.

WADA, M.T. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns ingredientes utilizados na alimentação de frangos de corte tipo caipira. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 6, p. 59, 2004.

WOLYNETZ, M.S.; SIBBALD, I.R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. *Poultry Science*, v. 63, p. 1386-1399, 1984.

ARTIGO

**Avaliação nutricional de co-produtos do milho para frango de corte caipira\***

\* Este artigo esta de acordo com as normas da revista *Acta Scientiarum*

## Avaliação nutricional de co-produtos do milho para Frango de Corte Caipira

### Evaluation nutrition of byproduct of corn for free-range broiler chickens

#### Avaliação nutricional de co-produtos do milho

##### **Resumo:**

O experimento teve como objetivo estudar a composição química e o aproveitamento metabólico do gérmen integral de milho (GIM), do farelo de glúten 21% (FG-21) e do glúten 60% (G-60). Inicialmente três amostras de cada alimento foram analisadas quanto aos teores de MS, PB, MM, EE, EB, FB. Em seguida foram realizados três ensaios de digestibilidade nas fases inicial, crescimento e terminação do frango caipira, para determina os coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB), a energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e a energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida para nitrogênio (EMVn). O GIM apresentou alto teor de EE (46.24%), enquanto que o FG-21 altos teores de FB (10,55%) e o G-60 teores de PB acima de 65,97%. Os CMAMS e CMAEB foram maiores para o G-60 (56,82 e 63,73%), seguido do GIM (45,36 e 41,00%) e posteriormente do FG-21 (27,94 e 30,43%). Os valores médios de EMAn foram: 2.701, 1.069 e 3.195 kcal/kg para o GIM, o FG-21 e o G-60, respectivamente, sendo os maiores valores com o avançar da idade, exceto para o G-60.

Palavras chaves: co-produtos do milho; Energia metabolizável; frango caipira.

##### **Abstract:**

The objective of this work was to determine the chemical composition and the metabolic yield of the integral germ of corn (IGC), bran of glúten 21% (BG-21) and bran of glúten 60% (BG-60). Three samples of each waste was analyzes: dry matter, crude protein, ash, fat, crude energy, crud fiber concentration. After, three assays of metabolization was carried through, which had represented the phases: initial, growth and termination of the free-range chicken, for determines the coefficients of apparent metabolization of the dry matter (CAMDM) and of the crude energy (CAMCE), the apparent metabolizable energy (AME) and apparent corrected for nitrogen (AMEn), true metabolizable energy (TME) and true corrected for nitrogen (TMEn). The IGC obtained high concentration the fat (46.24%), whereas the high bG-21 CF values (10.55%) and the G-60 values of CP above of 65.97%. CAMDM and

CAMCB was highest for the BG-60 (56.82 and 63.73%), after of the IGC (45.36 and 41.00%) and of the BG-21 (27.94 and 30.43%). The mesas values of AMEn were: 2,701; 1,069 and 3,195 kcal/kg for the IGC, the BG-21 and the BG-60, respectively. The crescent linear effect the age for energy metbolizable values in the IGC and BG-21.

Key Words: byproducts of corn; Metabolizable energy; free-range broiler.

## Introdução

A industrialização do milho por via úmida, gera alimentos para o consumo humano e co-produtos para o consumo animal, entre eles destacam-se: o gérmen integral de milho, farelo de glúten 21% (refinazil®) e o glúten 60% (protenose®). A diversificação dos co-produtos só é possível graças às estruturas bem definidas do grão de milho.

O gérmen integral de milho (GIM) é definido como o resultado da trituração do gérmen, do tegumento e das partículas amiláceas, obtido por extração mecânica, e com alto teor de extrato etéreo. O GIM apresenta composição química com grandes variações (Rostagno *et al.*, 2005; Brito *et al.*, 2005; Rodrigues *et al.*, 2001) e que, conseqüentemente, gera valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) que variam de 3.144 a 3.306 kcal/kg.

O farelo de glúten 21% (FG-21) é obtido através da separação e secagem das fibras de milho, durante o processo de moagem úmida, e enriquecida com água de maceração concentrada. As fibras do grão de milho contêm parte do glúten, amido e frações protéicas não extraídas no processo de separação do amido. O FG-21 apresenta grandes variações na sua composição química (Rostagno *et al.*, 2005; Rodrigues *et al.*, 2001; Rostagno *et al.*, 2000; Albino *et al.*, 1992), gerando desta forma valores de EMAn, determinados com frango de corte industrial, que variam de 1.733 a 1.937 kcal/kg.

O glúten 60% (G-60) representa o resíduo seco de milho, obtido após a remoção da maior parte do amido, do gérmen e da separação do farelo pelo processo empregado na fabricação do amido de milho ou xarope, por via úmida, pelo tratamento enzimático do endosperma (Tardin, 1991). Grandes variações são observadas na composição química do glúten 60% (Rostagno *et al.*, 2005; Longo *et al.*, 2005; Rodrigues *et al.*, 2001; Rostagno *et al.*, 2000). Os valores de EMAn encontrados pelos diversos autores variam de 3374 a 4108 kcal/kg. É importante frisar que os valores de EMAn do G-60 são superiores ao do milho.

O valor nutricional dos co-produtos depende da composição química e dos processos a que o milho foi submetido, fazendo-se assim necessário que os valores nutricionais sejam frequentemente investigados.

Para frango caipira é ainda mais importante a avaliação nutricional de ingredientes alternativos, pois esta categoria apresenta requerimento nutricional menor quando comparado ao frango de corte industrial, possibilitando a formulação de rações com menores densidades nutricionais, o que permite uma maior inclusão de alguns desses ingredientes.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar a composição química, coeficiente de metabolização e os valores energéticos dos co-produtos do milho: GIM, FG-21 e G-60 em frangos de crescimento lento em diferentes idades.

### **Material e Métodos**

O experimento consistiu da avaliação bromatológica dos co-produtos do milho (GIM, FG-21 e G-60) e de três ensaios de metabolismo com frangos de corte caipira.

Foram coletadas três amostras dos co-produtos do milho, na indústria beneficiadora, as quais foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE, para análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) de acordo com a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada na Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) em bomba calorimétrica modelo IKA 2000.

Os ensaios de metabolismo foram realizados na Estação Experimental de Pequenos Animais de Carpina, pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Os ensaios foram realizados nas seguintes fases de criação do frango de corte caipira: inicial (1 – 28 dias de idade), crescimento (29 – 62 dias de idade) e terminação (63 – 91 dias de idade), e conduzidos no período intermediários de cada fase, ou seja, de 11 a 19 dias (inicial), 41 a 49 dias (crescimento) e de 71 a 79 dias de idade (terminação), sendo quatro dias de adaptação à ração e as instalações e quatro dias de coleta de excreta.

Foram utilizados 600 frangos, da linhagem de crescimento lento “caipira” da EMBRAPA 041, metade de cada sexo, os quais foram alojados em galpão convencional, onde receberam ração e água a vontade. Para a realização dos ensaios metabólicos utilizaram-se aves que foram selecionadas a partir do peso médio do lote do galpão com uma variação de  $\pm$  5%. As aves utilizadas num determinado ensaio não foram reutilizadas em ensaios subsequentes.

Os ensaios de metabolismo foram desenvolvidos em gaiolas metálicas, com dimensões de 1,00 x 0,50 x 0,50 m, dotadas de comedouros tipo calha, bebedouro tipo copinho e bandejas coletoras de excretas, as quais foram cobertas com lona plástica preta.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. As parcelas experimentais formadas igualmente por machos e fêmeas, sendo 10 aves na fase inicial (ensaio 1), 8 aves na fase crescimento (ensaio 2) e 6 aves na fase final (ensaio 3) de criação. Paralelamente a cada fase experimental foram mantidas cinco parcelas com o mesmo número de aves em jejum por 24 horas para esvaziamento do trato digestivo e por mais 48 horas para coleta das perdas endógenas e metabólicas.

Os tratamentos consistiram em três rações testes e uma ração referência. Duas rações testes foram compostas por 60% da ração referência e 40% dos alimentos testes (GIM e FG-21) e a terceira ração teste foi composta com 30% do G-60 e de 70% da ração referência. As rações referências foram formuladas para atender as exigências nutricionais da linhagem nas três fases de criação, conforme apresentado na Tabela 1. Para formulação das rações utilizou-se as tabelas de composição de alimentos propostas por Rostagno et. al. (2005).

Foi utilizada a metodologia de coleta total de excreta (Sibbald, 1982) para todos os ensaios metabólicos. Para a determinação exata do início e término de período de coleta de excretas, foram utilizados 0,5 % de óxido de ferro como marcador fecal.

As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, com intervalos de 12 horas e posteriormente acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por repetição e congeladas a -18°C. No final de cada ensaio foram determinadas as quantidades de ração consumida e o total de excreta produzida.

Ao final do período experimental as excretas foram descongeladas, homogeneizadas e submetidas à pré-secagem. As amostras das dietas experimentais, dos alimentos teste e das excretas foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE para realização do processo de pré-secagem em estufas de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas. Em seguida as amostras foram processadas em moinho tipo faca, com peneira de 1mm para determinação da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, seguindo metodologia descrita anteriormente.

Assim, uma vez quantificado o consumo e o total excretado, e em seguida determinou-se o coeficiente de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), o coeficiente de metabolização aparente da energia bruta (CMAEB), a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigido para nitrogênio (EMAn), energia metabolizável

verdadeira (EMV), energia metabolizável verdadeira corrigido para nitrogênio (EMVn) utilizando as fórmulas proposta por Matterson et al. (1965). Os valores ainda foram submetidos à análise de variância e as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Realizou-se também, análise de regressão para estudos do efeito da idade sobre a metabolização da matéria seca e energia dos ingredientes.

Tabela 1 – Composição centesimal e nutritiva das rações experimentais

*Table 1 - Centesimal and nutritive composition of the experimental diet*

Ingredientes (%) ( <i>Ingredients</i> )	Inicial ( <i>Start</i> )	Crescimento ( <i>growth</i> )	Terminação ( <i>Termination</i> )
Milho ( <i>corn</i> )	61,625	66,300	70,300
Farelo de Soja ( <i>Soybean brain</i> )	31,905	26,270	22,090
Farelo de Trigo ( <i>Wheat brain</i> )	2,548	3,611	4,104
Fosfato Bicalcico ( <i>Dicalcium phosphate</i> )	1,910	1,75	1,495
Calcário ( <i>Limestone</i> )	1,128	1,259	1,311
Sal Comum ( <i>Salt</i> )	0,508	0,457	0,418
DI – Metionina ( <i>DL-methionine</i> )	0,086	0,093	0,082
Premix Vitamínico <sup>1</sup> ( <i>Vitamin premix</i> )	0,100	0,08	0,04
Premix Mineral <sup>2</sup> ( <i>Micro-mineral</i> )	0,050	0,05	0,05
Bac.de zinco ( <i>Zinc bacitracin</i> )	0,040	0,04	0,04
Anticoccidiano ( <i>Anticoccidian</i> )	0,050	0,05	0,05
Cloreto de Colina ( <i>Choline chloride</i> )	0,050	0,04	0,02
Total ( <i>total</i> )	100,00	100,00	100,00
<b>Composição calculada (<i>Calculated composition</i>)</b>			
Energia Metabolizável (kcal/kg) ( <i>Metabolizable energy</i> )	2850	2900	2950
Proteína Bruta (%) ( <i>Crude protein</i> )	20,00	18,00	16,50
Cálcio (%) ( <i>Calcium</i> )	1,000	1,000	0,950
Fósforo disponível (%) ( <i>Available phosphorus</i> )	0,468	0,436	0,386
Metionina (%) ( <i>Methionine</i> )	0,400	0,380	0,350
Metionina + Cistina (%) ( <i>Methionine + cystine</i> )	0,724	0,681	0,633
Lisina (%) ( <i>Lysine</i> )	1,044	0,904	0,800
Treonina (%) ( <i>Threonine</i> )	0,77	0,69	0,63
Sódio (%) ( <i>sodium</i> )	0,22	0,20	0,19

<sup>1</sup> Quantidade/kg de ração (*amount/kg of diet*): vit. A - 11.000 U.I.; vit. D3 - 2.000 U.I.; vit. E - 16 U.I.; ácido fólico (*folic acid*) - 0,4 mg; Pantotenato de Cálcio (*pantothenic of calcium*) - 10,0 mg; biotina (*biotin*) - 0,06 mg; Niacina (*Niacin*) - 35 mg; Piridoxina (*pyridoxin*) - 2,0 mg; Riboflavina (*riboflavin*) - 4,5 mg; Tiamina (*thiamin*) - 1,2 mg; vit. B12 - 16,0 mg; vit. K3 - 1,5 mg; selênio (*selenium*) - 0,25 mg; Antioxidante (*Antioxidant*) - 30 mg.

<sup>2</sup> Quantidade/kg de ração (*amount/kg of diet*): Mn - 60,0 mg; Fe - 30,0 mg; Zn - 60,0 mg; Cu - 9,0 mg; I - 1,0 mg.

## Resultados e Discussão

As médias dos valores da composição química e da energia bruta dos co-produtos do milho utilizados nos três ensaios de metabolismo encontram-se na Tabela 2, com seus respectivos desvios padrão.

Tabela 2 – Composição química e valores de energia bruta dos co-produtos do milho, expressos na matéria natural

Table 2 – Chemical composition and values of gross energy of byproduct of corn, as-fed basis

Composição química (Chemical composition)	GIM (DP)*	FG – 21 (DP)*	FG – 60 (DP)*
Matéria Seca, % (dry matter)	94,75 ± 0,52	87,35 ± 1,13	91,38 ± 0,83
Proteína Bruta, % (crude protein)	12,77 ± 0,60	23,87 ± 1,21	65,97 ± 1,92
Extrato etéreo, % (ether extract)	46,24 ± 2,58	1,78 ± 0,28	2,70 ± 0,40
Energia Bruta, kcal/kg (crude energy)	7.020 ± 88,64	4.144 ± 21,13	5.429 ± 34,36
Fibra Bruta, % (crude fiber)	4,68 ± 0,16	10,55 ± 1,57	2,94 ± 0,35
Cinza, (ash)	0,79 ± 0,12	6,11 ± 0,52	2,42 ± 0,46
Cálcio, (calcium)	0,044 ± 0,012	0,172 ± 0,040	0,016 ± 0,004
Fósforo, (phosphoric)	0,745 ± 0,069	0,442 ± 0,026	0,602 ± 0,062
Magnésio, (magnesium)	0,338 ± 0,014	0,335 ± 0,016	0,326 ± 0,026
Sódio, (sodium)	0,038 ± 0,006	0,063 ± 0,009	0,034 ± 0,003
Potássio, (potassium)	0,062 ± 0,010	1,300 ± 0,200	0,084 ± 0,023

\* Desvio Padrão (Standard deviation)

Os teores de MS e PB encontrados neste trabalho foram superiores aos valores máximos relatados na literatura por Brito et al. (2005) de 92,90 e 10,90%, respectivamente para o GIM. Também os teores de EE e EB encontrados foram superiores aos relatados na literatura por Nery et al. (2005) de 9,96 e 4.216 kcal/kg. Para o GIM o teor de MM é inferior ao mínimo encontrado na literatura de 2,08% determinado por Rodrigues et al. (2001), enquanto o teor de FB foi intermediário aos relatados na literatura com valores máximos de 5,40% (Brito et al. 2005) e mínimo de 1,59% (Rodrigues et al. 2001).

Vale salientar que os valores de EE e EB do GIM encontrados neste experimento são bem diferentes dos relatados na literatura, contudo, o GIM descrito aqui é oriundo do processamento via úmido, que aparentemente produz GIM com maior teor de gordura comparado ao processamento via seco, que é menos eficiente na separação do gérmen e por isto apresenta menor quantidade de gordura. Segundo Lubin (1993) o gérmen de milho apresenta cerca de 33% de EE.

A MS do FG-21 deste trabalho foi intermediária quando comparada aos valores relatados na literatura por Albino *et al.* (1982) de 85,59% e Albino *et al.* (1992) de 88,95%. A PB e o EE foram semelhantes aos valores máximos encontrados na literatura de 23,82% e 1,56%, respectivamente (Albino *et al.*, 1982; Franqueira *et al.*, 1979), sendo, portanto, superior ao nível mínimo de garantia (21% de PB) deste produto, registrado comercialmente como refinazil® e inferior ao valor máximo de 4,02% de EE. A EB e FB foram superiores aos achados por Neto *et al.* (1994) e Albino *et al.* (1982) com valores máximos de 4.080 kcal/kg e 8,43%, respectivamente. A MM do FG-21 deste trabalho foi intermediária aos valores

relatados na literatura por Franqueira *et al.* (1979) de 5,87% e Rodrigues *et al.* (2001) de 7,15%. Os teores de P e Na foram inferiores aos relatados na Tabela brasileira para aves e suínos (Rostagno *et al.*, 2005) de 0,75% e 0,11%, respectivamente, enquanto que os teores de Ca e K se mostraram semelhantes.

Os teores de MS e EE foram inferiores aos encontrados na literatura com valores máximos de 94,89 e 7,10% determinados por Longo *et al.* (2005) e Albino *et al.* (1986), respectivamente para o G-60. Os valores de EB e PB foram semelhantes aos valores máximos encontrados na literatura relatados por Albino *et al.* (1986) de 5.425 kcal/kg e 65,98%, respectivamente. Já o teor de FB deste trabalho foi superior ao máximo relatado na literatura por Lesson e Summers (2005) de 2,51%.

A composição química dos co-produtos e os valores de energia bruta variaram pouco entre as três amostras, porém, quando comparadas aos relatos da literatura, observa-se grandes variações. Quanto maior a variação encontrada na literatura maior a necessidade de um acompanhamento efetivo sobre os valores nutricionais destes alimentos e de caracterizá-los quanto aos processos de fabricação.

O Coeficiente de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS) e coeficiente de metabolização aparente da energia bruta (CMAEB) dos co-produtos do milho, G-60, FG-21 e GIM, são apresentados na Tabela 3.

O CMAMS do G-60 não foi influenciado pela idade das aves, o que corrobora com os achados por Franqueira *et al.* (1979) que não observaram influência da idade sobre o CMAMS do G-60 em poedeiras com cinco e 24 semanas de idade, o que, posteriormente, também foi observado por Albino *et al.* (1986) com frangos de corte industrial em diferentes idades (21 e 42 dias). Porém, Albino *et al.* (1982) já haviam realizado um experimento semelhante ao de 1986 e observaram valores superiores com aves com 42 dias de idade.

Diferentemente do que foi observado para o G-60, o FG-21 e o GIM apresentaram valores crescentes com o avançar da idade. Corroborando, Albino *et al.* (1982) encontrou diferença do CMAMS do FG-21 em duas idades (21 e 42 dias) do frango de corte industrial. Porém discordam dos observados por Franqueira *et al.* (1979) que não observaram diferenças do CMAMS do FG-21 com galinhas com cinco e 24 semanas de idade.

O valor máximo do CMAMS do FG-21 encontrado neste trabalho, fase terminação, foi inferior aos relatados por Franqueira *et al.* (1979) de 54,46%, por Albino *et al.* (1982) de 42,81% e por Nunes *et al.* (2004) de 84,40%.

Tabela 3 – Coeficiente de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB) dos co-produtos do milho, na matéria natural

Table 3. Coefficient of apparent metabolizable of the dry matter (CAMDM) and coefficient of apparent metabolization of the crude energy (CAMCE) of the byproducts of the corn, as-fed basis

Idade (age)	CMAMS			CMAEB		
	GIM	FGM 21	FGM 60	GIM	FGM 21	FGM 60
15 dias (days)	31,51 <sup>b</sup> ±4,82	23,52 <sup>c</sup> ±2,75	57,04 <sup>a</sup> ±3,31	33,80 <sup>b</sup> ±3,39	25,00 <sup>c</sup> ±2,61	63,20 <sup>a</sup> ±3,10
45 dias (days)	48,51 <sup>a</sup> ±5,35	27,66 <sup>b</sup> ±4,37	54,55 <sup>a</sup> ±7,55	42,80 <sup>b</sup> ±4,21	32,20 <sup>c</sup> ±4,26	62,40 <sup>a</sup> ±4,80
75 dias (days)	56,08 <sup>a</sup> ±4,24	32,64 <sup>b</sup> ±3,41	58,87 <sup>a</sup> ±4,92	46,40 <sup>b</sup> ±2,93	34,60 <sup>c</sup> ±2,87	65,60 <sup>a</sup> ±2,63
Média (Mean)	45,36	27,94	56,82	41,00	30,47	63,73
CV(%)	10,64	17,39	9,76	8,41	10,59	5,86
Equação	L	L	ns	L	L	ns

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Means with different subscript, in the line, differ (P<0.05) by Tukey test.

Maiores valores de CMAMS do G-60 foram relatados por Albino et al. (1982) com valores de 61,44% determinados com frango de corte industrial com 42 dias de idade, Albino et al. (1986) com frango de corte industrial com 21 dias e 42 dias de idade determinaram valores de 73,00 e 75,28% do CMAMS, respectivamente e Nunes et al. (2005) determinaram valores de 89,00% com frangos de corte industrial com 21 dias. Já o presente trabalho apresentou valores superiores aos relatados por Albino et al. (1982) com valores de 43,70% determinados com frango de corte industrial com 21 dias de idade e Rezende et al. (1980) com valores de 48,22% de CMAMS. Semelhantes aos dados deste experimento, estão os achados por Franqueira et al (1979) com valor médio de 57,51% de CMAMS determinados com poedeiras com cinco e 24 semanas.

A energia não sendo um nutriente, mas sim o resultado do metabolismo de toda a matéria seca menos a matéria mineral, é de se esperar que o comportamento observado para o CMAMS seja semelhante para o CMAEB. O comportamento linear crescente do CMAMS e do CMAEB do FG-21 e do GIM em função da idade encontra-se na Figura 1 e com suas respectivas equações.

Entre os co-produtos, o G-60 e o GIM não diferiram entre si para o CMAMS, exceto na fase inicial de criação, onde o G-60 foi superior ao GIM, demonstrando que a gordura interfere na digestão da fase inicial. Para o CMAMS o FG-21 foi inferior ao G-60 e ao GIM em todas as idades avaliadas. Para alimentos com teores elevados de fibra, como o FG-21, o coeficiente de digestão apesar de ser crescente, é sempre inferior aos alimentos com baixos

teores de fibra, demonstrando que o teor de fibra influencia mais negativamente que a gordura, independente da idade das aves.

Quanto ao CMAEB os co-produtos diferiram entre si em todas as fases, sendo maior o do G-60%, seguidos do GIM e do FG-21%. Apesar de o GIM apresentar o maior valor de energia bruta entre os co-produtos avaliados, o CMAEB do GIM é inferior ao do G-60. O teor de fibra bruta do FG-21 interferiu negativamente, também, no CMAEB, apesar do seu aproveitamento ser crescentes com a idade.

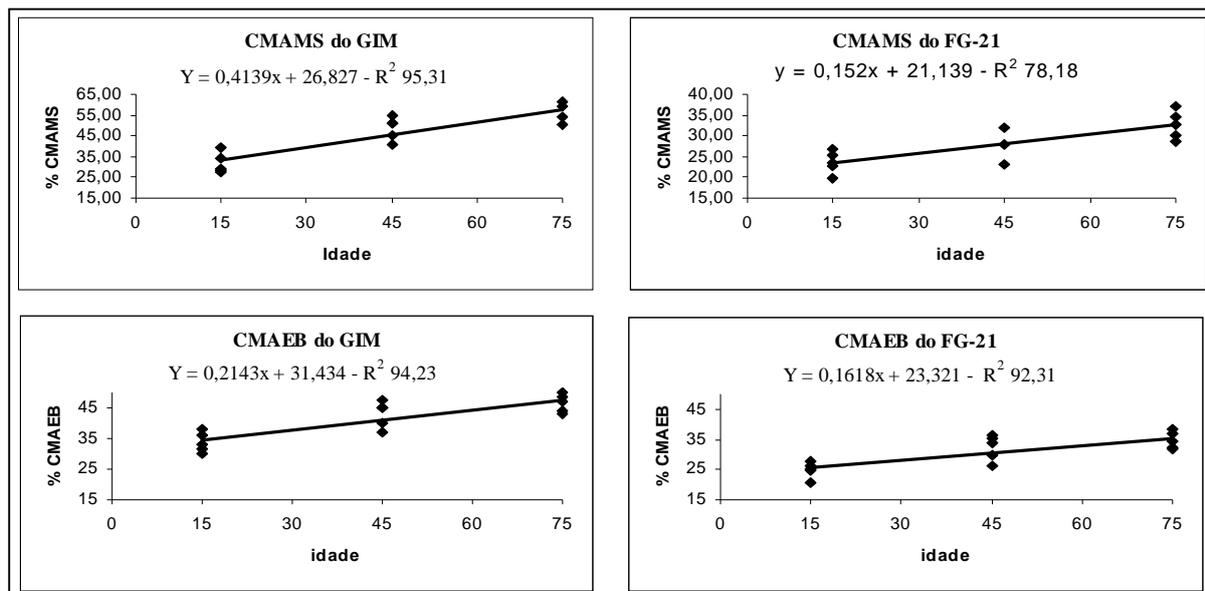


Figura 1 – Comportamento linear crescente do CMAMS e do CMAEB do FG-21 e do GIM.  
Figura 1 – Increasing linear behavior of the CAMDM and the CAMCE of the BG-21 and the IGC.

A EMA e a EMAn dos co-produtos do milho encontram-se na Tabela 4, enquanto que os valores de EMV e EMVn estão na Tabela 5. Em balanço positivo de nitrogênio os valores de EMAn e EMVn são inferiores aos valores de EMA e EMV, respectivamente.

A EMA, EMAn, EMV e EMVn do FG-21 e do GIM foram crescentes com a idade das aves conforme pode ser observado na Figura 2 e 3, enquanto que o G-60 não teve seus valores de EMA e EMAn influenciados pela idade.

Os teores de gordura e de fibra do GIM e do FG-21, respectivamente, foram os responsáveis pelo comportamento crescente dos valores energéticos, diferentemente do observado no G-60 que apresenta baixos teores de gordura e fibra e, portanto, não sofreu interferência da idade nos seus valores energéticos. Peterson *et al.* (1976) e Albino *et al.* (1981) afirmaram que os valores de EM dos alimentos para aves aumentam com a idade, sobretudo para alimentos com altos níveis de fibra bruta e gordura na sua composição

química. Corroborando, Sell *et al.* (1986) afirmaram que a EM dos alimentos aumenta com a idade até atingir o máximo, permanecendo nesse nível com pequenas variações.

Tabela 4 – Valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida para nitrogênio nas três fases de criação do frango caipira, na matéria natural

Tabela 4 – Values of apparent energy metabolizable and apparent corrected for nitrogen in the three phases of creation of the free-range broiler chicken, as-fed basis

Idade (age)	GIM		FG-21		G-60	
	EMA	EMAn	EMA	EMAn	EMA	EMAn
15 dias (days)	2.388±240	2.232±233	1.027±107	889±100	3.427±168	3.230±161
45 dias (days)	2.973±291	2.751±283	1.340±177	1083±166	3.375±260	3.082±234
75 dias (days)	3.284±207	3.120±216	1.439±119	1.255±113	3.595±144	3.273±120
Média (Mean)	2.882	2.701	1.262	1.069	3.465	3.195
CV(%)	8,62	13,69	10,88	12,04	5,68	5,57
Equação	L	L	L	L	ns	ns

Albino *et al.* (1982) constataram que os alimentos com fibra bruta acima de 8,19% apresentaram valores superiores de energia para aves mais velhas, corroborando com Pettersen (1975), Rostagno e Queiroz (1978); Fascina *et al.* (2005) e Gaiotto *et al.* (2004).

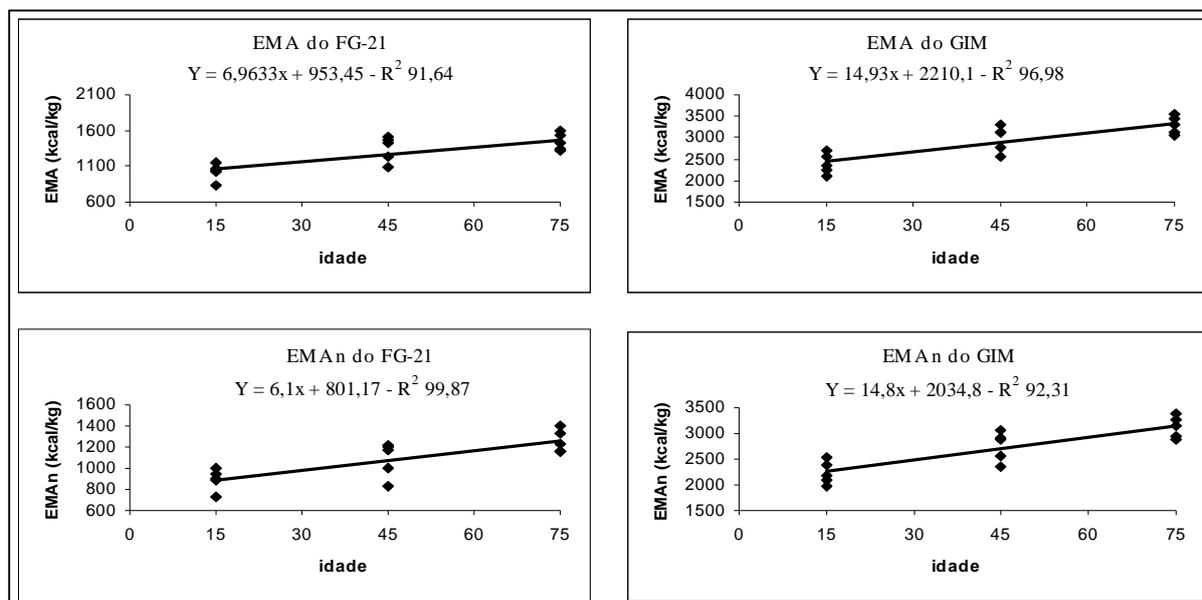


Figura 2-Efeito Linear da EMA e EMAn do GIM e do FG-21.

Figura 2- Linear effect of the AME and AMEn of the IGC and the BG-21.

Corroborando com os resultados deste trabalho, Albino *et al.* (1982) observaram efeito da idade sob o valor de EMA e EMAn do FG-21 em frangos de corte com 21 e 42 dias de idade. Discordando, Franqueira *et al.* (1979) encontraram valores semelhantes de EMA e de EMAn para aves poedeiras com cinco e 24 semanas de idade.

Também, Albino *et al.* (1982), Albino *et al.* (1986) e Franqueira *et al.* (1979) não observaram efeito da idade sobre os valores de EMA e EMAn do G-60, o que encontra-se em discordância com Brumano *et al.* (2006) ao encontrarem valores superiores em aves mais velhas.

As diferenças nos valores de EM dos alimentos, em função da idade, pode ser explicada por dois motivos: o primeiro, é que animais adultos apresentam menores taxas de passagem permitindo maior tempo de permanência dos nutrientes no trato gastrintestinal sob a ação das secreções gástricas (Burnell *et al.*, 1990); o segundo, seria a reduzida eficiência com que aves jovens digerem as gorduras (Larbier e Leclerc, 1994) e as fibras da dieta.

Tabela 5 – Valores de energia metabolizável verdadeira e verdadeira corrigida para nitrogênio nas três fases de criação do frango caipira

*Tabela 5 – Values of true energy metabolizable and true corrected for nitrogen in the three phases of creation of the broiler chicken*

Idade (age)	GIM		FG-21		G-60	
	EMV	EMVn	EMV	EMVn	EMV	EMVn
15 dias (days)	2.502±240	2.346±233	1.141±107	1.003±100	3.540±168	3.344 ±161
45 dias (days)	3.215±291	2.993±283	1.562±177	1.307±166	3.617±260	3.324±234
75 dias (days)	3.454±119	3.290±216	1.609±119	1.425±113	3.765±144	3.443±120
Média (Mean)	2.970	2.789	1.349	1.157	3.553	3.283
CV(%)	8,36	8,80	10,17	11,13	5,54	8,42
Equação	L	L	L	L	ns	ns

Os valores máximos de EMA e EMAn dos três co-produtos do milho, encontrados na fase de terminação com frango de corte caipira é inferior aos valores relatados na literatura para frango de corte industrial. Os valores mínimos encontrados na literatura para o GIM é de 3.544 kcal/kg de EMA e de 3.144 kcal/kg de EMAn (Brito *et al.*, 2005; Rostagno *et al.*, 2005). Para o FG-21 os valores mínimos encontrados na literatura foram de 1.960 kcal/kg de EMA e 1.733 kcal/kg de EMAn (Albino 1992; Rostagno *et al.*, 2000). Para o G-60 os mínimos foram de 3750 kcal/kg para a EMA e 3374 kcal/kg para a EMAn (Leeson e Summers, 2005; Longo *et al.*, 2005).

A EMV e a EMVn determinadas com frango de corte caipira em seus valores máximos também foram inferiores aos observados na literatura e, portanto, apresenta o mesmo comportamento da EMA e da EMAn. Segundo Mendonça *et al.* (2004) existe um menor aproveitamento da energia pelas aves de crescimento lento “caipira”. Assim, Colnago (1996) afirmou que o frango caipira de crescimento lento apresenta taxa de eficiência

alimentar inferior ao frango industrial. Porém, o autor ainda completa, concluindo que a superioridade do frango industrial na eficiência alimentar não está em função de aumentos significativos nos níveis de hormônios, de atividade enzimática e de peso relativo dos órgãos gastrintestinais.

O genótipo das aves pode interferir na digestibilidade dos nutrientes, segundo Sibbald (1976), corroborando Sibbald e Slinger (1963) afirma que houve diferenças nos requerimentos nutricionais de diferentes linhagens e concluíram que a variação genética das aves afeta a capacidade de digerir e absorver os nutrientes.

Wada et al. (2004) observaram menores valores de EMAn do milho, do farelo de soja e do óleo de soja degomado em aves de corte da linhagem ISA Label quando comparado com os valores determinados com frangos de corte da linhagem Ross.

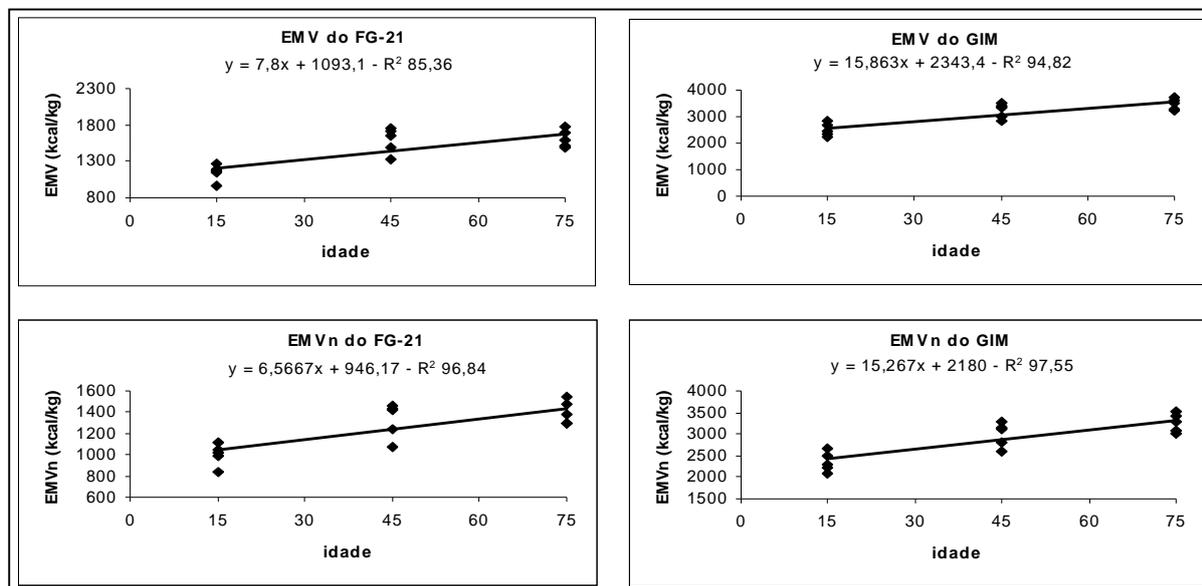


Figura 3-Efeito Linear da EMV e EMVn do GIM e do FG-21.  
*Figura 3- Linear effect of the TME and TME<sub>n</sub> of the IGC and the BG-21.*

## Conclusões

A composição química determinada diverge da relatada na literatura.

Os valores médios de CMAMS para os co-produtos GIM, FG-21 e G-60 foram respectivamente de 45,36, 27,94 e 56,82%, respectivamente. Para o CMAEB os valores de 41,00, 30,47 e 63,73%, respectivamente para o Gim, o FG-21 e o G-60.

Os valores médios de EMAn para os co-produtos foram de 2.701, 1.069 e 3.195 kcal/kg para o Gim, FG-21 e o G-60, respectivamente.

A idade influenciou os coeficientes de metabolização e os valores energéticos do Gim e do FG-21.

## Referência Bibliográfica

ALBINO, L.F.T. et al. Tabela de composição de alimentos concentrados – V. Valores de composição química e de energia com aves em diferentes idades. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 10, n. 1, p. 133-146, 1981.

ALBINO, L.F.T. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparentemente metabolizável de alguns alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 11, n. 2, p. 207-221, 1982.

ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos de alguns alimentos determinados em aves jovens e adultas. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23, 1986. Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986. p. 70.

ALBINO, L.F.T. et al. Determinação dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992. Lavras. *Anais...* Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 3.330.

BRITO, A.B. et al. Avaliação nutricional do gérmen integral de milho para aves. *Ciência Animal Brasileira*, v. 6, n. 1, p. 19-26, 2005b.

BRUMANO, G. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, 2006.

BURNELL, T.W.; et al. Effects of particle size on the biological availability of calcium and phosphorus in defluorinated phosphate for chicks. *Poultry Science*, v. 69, p. 1110-1117, 1990.

COLNAGO, G. L. fatores que influenciam as exigências nutricionais de aves. In.: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1. 1996. Viçosa. *Anais ...* Viçosa. 1996. p.345-360.

FASCINA, V.B. et al. Valores energéticos do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações determinados com frangos de corte em duas idades. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 7, p. 98, 2005.

FRANQUEIRA, J.M. et al. Tabela de composição de alimentos concentrados. III. Valores de composição química e de energia metabolizável determinados com poedeiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 8, n. 4, p. 697-08, 1979.

GAIOTTO, J.B. et al. Determinação da energia metabolizável de misturas de gorduras para frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 6, p. 33, 2004.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. *Nutrition and feeding of poultry*. Nottingham University Press. 1994. 305p.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. *Commercial Poultry Nutrition*. 3 ed. Ontario, Canada, 2005. 406p.

LONGO, F.A. et al. Diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 1, p. 112-122, 2005.

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

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. et al. *The metabolizable energy of feeds ingredient for chickens*. Storrs: University of Connecticut - Agricultural Experiment Station, 1965. 11p (Research Report, 7).

MENDONÇA, M. O., et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte tipo caipira na fase de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41. 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1CD-ROM.

NERY, L.R. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos usados na alimentação de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 7, p. 73, 2005.

NETO, M.A.T. et al. Avaliação química e biológica do farelo de glúten de milho (FGM), com suínos em crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 23, n. 3, p. 497-505, 1994.

NUNES, R.V. et al. Coeficiente de digestibilidade e nutrientes digestíveis de alguns alimentos para aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 6, p. 121, 2004.

NUNES, R.V. et al. Coeficiente de digestibilidade aparente ileal e total de alguns alimentos para aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 7, p. 128, 2005.

PETTERSEN, C.F. Metabolizable energy values of feedstuffs and energy requirements for laying hens. *Feedstuffs*, v. 46, n. 10, p. 37-40, 1975.

PETTERSEN, C.F. et al. Comparison of metabolizable energy values of feed ingredients for chicks and hens. *Poultry Science*, v. 55, p. 1163-1165, 1976.

REZENDE, R.C. et al. Energia metabolizável de cinco alimentos para poedeiras leves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 9, n. 4, p. 609-620, 1980.

RODRIGUES, P.B. et al. Valores energéticos do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 6, p.1767-1778, 2001.

ROSTAGNO, H.S.; QUEIROZ, A.C. Milho, sorgo, e novas fontes energéticas para aves. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS EM NUTRIÇÃO AVÍCOLA, 1, 1978. Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: Universidade Estadual de São Paulo, 1978. p. 85-103.

ROSTAGNO, H.S. et al. *Tabela Brasileira para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.

ROSTAGNO, H.S. et al. *Tabela Brasileira para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

SELL, J.L. et al. Effect of the age of chickens on the true metabolizable fats by young turkeys. *Poultry Science*, v. 65, p. 546-554, 1986.

SIBBALD, I.R. The true metabolizable energy value of several feedingstuffs measured with roosters, laying hens, turkeys and broiler hens. *Poultry Science*, Savoy, v.55, n.2, p. 1459-1463, 1976.

SIBBALD, I.R. e SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. *Poultry Science*, Savoy, v. 42, n.1, p. 313-325, 1963.

SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 62, p. 983-1048, 1982.

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

TARDIN, A.C. Programa de controle da qualidade para rações produzidas na granja. In: SEMINÁRIO DE POSTURA COMERCIAL. 1991. Campinas. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1991. p. 63-85.

WADA, M.T. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns ingredientes utilizados na alimentação de frangos de corte tipo caipira. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 6, p. 59, 2004.