

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES  
ENERGÉTICOS DE HÍBRIDOS DE MILHO  
PARA FRANGOS DE CORTE**

**RODRIGO DE OLIVEIRA VIEIRA**

**2006**

**RODRIGO DE OLIVEIRA VIEIRA**

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES ENERGÉTICOS DE  
HÍBRIDOS DE MILHO PARA FRANGOS DE CORTE

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

**Orientador**

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006**

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

Vieira, Rodrigo de Oliveira

Composição química e valores energéticos de híbridos de milho para frangos de corte / Rodrigo de Oliveira Vieira. -- Lavras : UFLA, 2006.

31 p. : il.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Coeficiente de metabolização. 2. Energia metabolizável. 3. Híbrido de milho. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-  
636.0855

**RODRIGO DE OLIVEIRA VIEIRA**

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES ENERGÉTICOS DE  
HÍBRIDO DE MILHO PARA FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 20 de março de 2006.

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini	UFLA
Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas	UFLA
Prof. Dr. Édson José Fassani	UNIFENAS

Prof. Paulo Borges Rodrigues  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

## **BIOGRAFIA**

RODRIGO DE OLIVEIRA VIEIRA, filho de Luiz Fernando Fernandes Vieira e Cristina de Fátima de Oliveira Fernandes, nasceu em Campo Grande, MS, Em 16 de julho de 1979.

Concluiu o ensino médio na Escola de Primeiro e Segundo Grau “Passalaqua”, São Paulo, SP, em 1997

Em fevereiro de 1998, ingressou na Universidade do Estado de São Paulo (UNESP-Jaboticabal), onde, em julho de 2003 obteve o título de Zootecnista.

Em fevereiro de 2004 iniciou o curso de Pós-graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras (UFLA), concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em 20 de março de 2006 submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de “Mestre”.

## *Dedico*

*A minha mãe (in memoriam), pela vida dedicada com  
amor aos seus filhos.*

## *Ofereço*

*Ao meu pai, pelo carinho, apoio, reconhecimento e esforço  
para que eu pudesse alcançar todos os meus objetivos.*

## *Homenageio*

*A minha irmã, por ser minha companheira por toda vida.*

## *Agradeço*

*Ao CNPq, pelo período em que concedeu a bolsa de  
estudos*

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Importância econômica do milho e sua utilização na avicultura .....	3
2.2 Composição química do milho.....	5
2.3 Valor energético do milho .....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	11
3.1 Ensaio experimentais .....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
4.1 Composição dos híbridos de milho .....	15
4.2 Valores energéticos .....	22
5 CONCLUSÕES.....	26
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	27

## RESUMO

VIEIRA, Rodrigo de Oliveira. **Composição química e valores energéticos de híbridos de milhos para frangos de corte 2006**. 31p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Monogástricos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG<sup>1</sup>.

Determinaram-se a composição química e valores energéticos de 45 híbridos de milho em 4 ensaios de metabolismo com pintos em crescimento (método tradicional de coleta total de excretas). Foram utilizados 1.225 pintos, machos, com 19 dias de idade, sendo 350 nos ensaios 1, 2 e 3 e 175 no 4. Os ensaios 1, 2 e 3 foram compostos por 14 tratamentos, sendo 13 rações teste com híbridos de milho e uma ração referência. O ensaio 4 foi composto de 7 tratamentos, sendo 6 rações teste e a ração referência, em que os milhos, em todos ensaios, substituíram a referência em 40 %. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 5 repetições de 5 aves/parcela. As rações e a água foram fornecidas à vontade por um período de 7 dias, sendo 4 dias de adaptação e 3 de coleta total de excretas. Observou-se variação percentual de 32% no valor de proteína bruta (PB) (7,79% vs 11,45%, expressos na matéria seca). Os valores de energia bruta (EB) apresentaram variação de 5,2%, sendo o maior valor de 4.425 kcal e o menor valor 4.668 kcal/kg de MS. O valor médio de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) foi de 3.744 kcal/kg, havendo variação de 15,15% entre os híbridos testados (3.405 a 4.013 kcal/kg). Apesar desses híbridos apresentarem variação na EMAn, observou-se que os valores de energia bruta destes variaram 0,36%. Tal variação na EMAn, possivelmente, foi devido ao coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB), que foi de 75% para o híbrido de menor EMAn e de 88% para aquele de maior EMAn. Apesar do milho ser um alimento energético, a avaliação de sua composição em PB é importante, visto haver uma variação considerável entre os valores protéicos dos diferentes híbridos encontrados atualmente no mercado, o mesmo ocorrendo com os valores energéticos.

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA. (Orientador); Prof. Antonio Gilberto Bertechini – UFLA; Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

## ABSTRACT

VIEIRA, Rodrigo de Oliveira. **Chemical composition and energy values of corn hybrids for broiler chickens**. 2006. 31p. Dissertation (Master in Monogastric Nutrition)-Federal University of Lavras, Lavras, MG.

The values of chemical composition and metabolizable energy of 45 corn hybrids was determined in four trials with growing chickens (traditional method of total excreta collection). A total of 1,225 male chicks of 19 days of age were used, being 350 in trials 1, 2 and 3 and 175 in the 4. In the trials 1, 2 and 3 the treatments were 14 diets being 13 test diets with the corn hybrids and the reference diet. Trial 4 consisted of 7 treatments, being 6 test diets and the reference. The corn hybrids, in all the trials, replaced the reference diet in 40%. The experimental design was the completely randomized with five replicates of five birds per plot. The diets and the water were fed ad libitum for a 7-day period, being 4 days of adaptation and three of excreta collection. A percent variation of 32% in the crude protein – CP (7.79% vs. 11.45%, in the dry matter basis) was found. The values of gross energy (GE) presented a variation of 5.2%. The higher value observed were 4,668 Kcal and the lower value of 4,425 Kcal/kg. The average value of corrected apparent metabolizable energy (AMEn) was of 3,744 Kcal/Kg, with a variation of 15.15% among the hybrids tested (3,405 to 4,013 Kcal/Kg). In spite of those hybrids presenting a variation in the AMEn, it was observed that the value of GE ranged 0.36%. This variation in the AMEn possibly is due to the coefficient of gross energy metabolization which was of 75% for the hybrid of lower AMEn and of 88% for higher AMEn. Despite of corn being a energy feed, the evaluation of its composition in CP is important due the considerable variation among the protein values of the different hybrids found at present, the same for energy values.

---

Guidance Committee: Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Major Professor); Prof. Antonio Gilberto Bertechini – UFLA ; Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

# 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a agropecuária brasileira atingiu alto nível tecnológico que a deixou em situação privilegiada em âmbito mundial. Esta evolução, no geral, proporcionou fatores positivos, entretanto, foi responsável também pelo surgimento de alguns impactos negativos, como a diminuição do lucro por unidade de produto (carne, leite e ovo), diminuindo a rentabilidade, principalmente para pequenos e médios produtores.

Neste cenário, a avicultura foi uma das atividades que mais sofreram este impacto, visto que, em média, existe pouca diferença entre a relação custo de produção com o preço do frango pago ao produtor. Alguns fatores podem diminuir este impacto, tais como: o investimento em tecnologias apropriadas, produção em escala e diminuição do custo de produção, entre outros. Dentre os fatores citados, a alimentação é o item que mais contribui para o aumento nos custos de produção, pois, na formulação de rações com base no custo mínimo, todos os fatores mencionados estarão correlacionados direta ou indiretamente.

As rações comumente usadas na avicultura de corte, em geral, têm o milho como ingrediente presente em maior quantidade e principal fonte de energia, além de ser responsável, em média, por mais de 20% da proteína, 10% de lisina e 25% de metionina+cistina presentes na ração. No entanto, variações significativas são encontradas na composição química e no valor nutricional deste grão, dificultando, assim, a formulação precisa das rações. Segundo Lima et al. (2000), no período de 1979 a 1997, devido à variação na composição química dos milhos, ocorreram oscilações nos valores nos teores de óleo, de 1,41% a 6,09% e nos valores de proteína, de 6,43% a 10,99%. Para os valores energéticos do milho no período estudado, verificou-se que a energia metabolizável aparente variou de 3.045 a 3.407 kcal/kg, e a energia

metabolizável verdadeira de 3.440 a 3.820 kcal/kg de matéria natural (Lima, 2001a).

Um problema a ser considerado é que, na grande maioria, as rações são formuladas com base nos valores existentes em tabelas de composição de alimentos. Contudo, a composição média do milho nas tabelas pode diferir daquela que está sendo utilizada e a conseqüência disso pode ser o fornecimento de rações que não atendam ou que extrapolem as exigências nutricionais dos animais. Assim, têm sido buscas constantes dos nutricionistas a formulação de rações mais eficientes e economicamente viáveis e o aumento de pesquisas envolvendo a composição química e os valores de digestibilidade dos nutrientes contidos no milho.

Conforme já destacado no final da década passada por Fialho et al. (1999), o conhecimento dos dados de composição química, valores de digestibilidade e disponibilidade de nutrientes constitui a melhor forma do balanceamento de rações técnica e economicamente viáveis.

Ainda, o conhecimento da composição química e dos valores energéticos de uma maior quantidade de híbridos de milhos pode permitir a elaboração de equações de predição que permitam uma estimativa mais próxima do valor energético do milho em função da composição química. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi determinar a composição química e os valores energéticos híbridos de milho para frangos de corte.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Importância econômica do milho e sua utilização na avicultura**

A importância econômica do milho está nas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% são destinados para esse fim, enquanto que, no Brasil, varia de 60% a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano.

Apesar do milho não ter uma participação muito grande na alimentação humana, em regiões de baixa renda isso não acontece. Em algumas situações, o milho constitui a base da alimentação, por exemplo: no Nordeste do Brasil, o milho é a fonte de energia para muitas pessoas que vivem no semi-árido; outro exemplo está na população mexicana, que tem no milho o ingrediente básico da sua culinária.

No que diz respeito ao emprego de mão-de-obra, cerca de 14,5% das pessoas ocupadas nas lavouras temporárias e cerca de 5,5% dos trabalhadores do setor agrícola estão ligados à produção de milho. No setor agropecuário, a produção de milho só perde para a pecuária bovina, em termos de utilização de mão-de-obra, apesar de as tecnologias modernas utilizadas na produção desse cereal serem poupadoras de mão-de-obra.

Segundo dados do IBGE, a produção de milho no Brasil representou apenas 0,5% do produto interno bruto (PIB). Contudo, esses dados estão apenas retratando a produção do milho em grão, não sendo considerados os milhos especiais e cultivos especiais, como é o caso da produção para silagem, nem

computando-se o efeito multiplicador dessa produção quando usado na alimentação de aves e suínos, produtos estes de alto valor agregado e de grande aceitação no mercado internacional.

Como se pode notar, a importância do milho não está apenas na produção de uma cultura anual, mas, em todo o relacionamento que essa cultura tem com a produção agropecuária brasileira, tanto no que diz respeito a fatores econômicos quanto a fatores sociais. Pela sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social, o milho é um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil. No entanto, embora seja versátil em seu uso, a produção de milho tem acompanhado basicamente o crescimento da produção de suínos e aves, no Brasil e no Mundo. Nota-se que, apesar das flutuações de sua oferta, há uma tendência de crescimento de sua produção, acompanhando o crescimento da produção de frangos. Esse fato está relacionado com a demanda por milho, que é um ingrediente importante na composição das rações para as aves. Na realidade, poder-se-ia pensar nos frangos como um "subproduto" do milho, dada a importância deste na alimentação das aves (Companhia Nacional De Abastecimento – CONAB, 2001).

Em 2004, foram produzidos no Brasil 45 milhões de toneladas de rações, enquanto que em 2000, haviam sido produzidos cerca de 35 milhões de toneladas. A evolução decorre do crescimento da avicultura e da suinocultura que, juntas, são responsáveis pelo consumo de 88% das rações produzidas no último ano no Brasil, segundo a União Brasileira de Avicultura - UBA (2005/2005). As previsões são de crescimento contínuo nos próximos anos, considerando que a avicultura é um dos itens de maior importância na pauta de exportações. Tanto que o consumo de milho na avicultura, de 2000 a 2005, cresceu 25%, com um consumo de aproximadamente 14 milhões de toneladas para a avicultura de corte.

## 2.2 Composição química do milho

Para fornecer uma quantidade adequada dos nutrientes exigidos pelas aves, é necessário que, a formulação de rações envolva um criterioso uso de alimentos de forma combinada. A determinação da composição química completa dos ingredientes utilizados na formulação é onerosa e impraticável, por ser demorada e, muitas vezes, trabalhosa, levando ao constante uso de tabelas e matrizes de composição, determinadas em laboratórios (National Research Council - NRC, 1994). Segundo Silva (1978), na formulação de rações, a composição dos ingredientes e seus respectivos valores energéticos devem ser os mais exatos possíveis, justificando a determinação da composição química e dos valores de energia metabolizável dos alimentos nacionais, comumente utilizados na formulação de rações de mínimo custo.

Como discutido anteriormente, o milho é o alimento mais importante nas rações utilizadas na avicultura. Dessa forma, conhecer a real composição química deste cereal é imprescindível. Como principal fonte de energética em rações para aves, ele possui, em média, 3.381 kcal de energia metabolizável/kg (Rostagno et al., 2005), sendo constituído de endosperma, embrião e pericarpo. Em média, o pericarpo representa 5% do peso do grão, sendo pobre em amido e proteína e rico em fibra. O embrião representa 11% do peso do grão, sendo rico em lipídeos e proteína e pobre em amido e o endosperma, que representa mais de 80% do grão, é constituído principalmente de amido (Corrêa, 2001).

Em décadas passadas, observava-se, de acordo com Pomeranz (1981) e Tosello (1978), que o milho normal, no estágio seco, apresenta, como característica principal, um elevado teor de carboidratos, sendo, porém, relativamente pobre em proteína. É também constituído por outros nutrientes, como lipídeos, vitaminas e sais minerais. Sua composição química pode variar em função do tipo de semente, do solo, da quantidade de fertilizante usado, das condições climáticas e do estágio de maturação.

Devido ao seu alto conteúdo de amido, o milho é considerado excelente fonte energética, sendo, por isso, largamente empregado na alimentação animal. O amido constitui cerca de 70% da semente do milho normal e é composto por 2 polissacarídeos, amilose e amilopectina, encontradas nas proporções de 27% e de 73%, respectivamente. Os lipídeos compreendem cerca de 5%, sendo encontrados, principalmente, no germe (cerca de 80% do total) e apenas 15% no endosperma (Earle et al., 1946). O conteúdo de proteína é de, aproximadamente, 10%, estando 80% desta localizada no endosperma. De acordo com sua solubilidade, as proteínas do milho são classificadas em: albuminas (solúveis em água), globulinas (solúveis em soluções salinas diluídas), prolaminas (solúveis em solução aquosa de etanol) e glutelinas (solúveis em soluções diluídas de álcalis ou ácidos).

Aproximadamente 50% das proteínas do milho são formadas pela fração de prolamina. Esta fração, que no milho é chamada de zeína, é deficiente em dois aminoácidos essenciais, lisina e triptofano. O baixo valor nutricional da proteína do milho deve-se ao seu alto conteúdo da zeína, que é de baixa digestibilidade para animais monogástricos (Tosello, 1978).

O endosperma do grão de milho é composto por 86% de amido, no qual 19% do mesmo são constituídos de proteína. As proteínas do endosperma do milho podem ser separadas em 4 frações maiores: albuminas, globulinas, zeínas e glutelinas, que constituem, aproximadamente, 3%, 3%, 60%, e 34%, respectivamente, do total das proteínas do endosperma (Coelho, 1997).

De acordo com Soto-Salanova et al. (1996), normalmente, é assumido que o valor energético do milho é constante de lote para lote. Porém, na realidade, o aproveitamento de nutrientes do milho pode ser variável, devido a diversos fatores, principalmente a composição química.

Várias pesquisas foram conduzidas para avaliar esta diferença. Dados citados por Soto-Salanova et al. (1996) mostraram variações na proteína (4,8% a

10,09%), no óleo (2,2% a 5,5%) e no amido (55,8% a 64,2%) de milhos de diferentes lotes. Da mesma forma, Lima (2001) publicou médias de composição química do milho analisado no Laboratório de Análises Físico Químicas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Suínos e Aves, no período de 1979 a 1997, demonstrando variação no óleo (1,41% a 6,09%) e na proteína (6,43% a 10,99 %).

Essas observações conduzem à necessidade de mais pesquisas avaliando os principais fatores da composição química do milho que contribuem para as possíveis oscilações no seu valor nutricional para as aves.

### **2.3 Valor energético do milho**

O milho representa a principal fonte de energia em dietas de aves e, paralelo a isso, este é um dos fatores mais importantes a ser considerado na nutrição animal. Assim, o conhecimento do valor real de energia deste cereal é de fundamental importância para se obter sucesso na formulação de rações, para possibilitar um fornecimento adequado de energia para as aves (Albino et al., 1992).

A energia é o produto gerado pela transformação dos nutrientes durante o metabolismo. É consenso, entre os nutricionistas, que a energia é um dos fatores limitantes do consumo, sendo utilizada nos mais diferentes processos, que envolvem desde a manutenção das aves até o máximo potencial produtivo (Fischer Jr. et al., 1998). No entanto, a energia não é propriamente um nutriente, mas sim uma propriedade na qual os nutrientes produzem energia quando oxidados no metabolismo (NRC, 1994).

Os valores energéticos dos alimentos para aves podem ser determinados por vários métodos. Albino & Silva (1996) citam o método tradicional de coleta total de excretas, (Sibbald & Slinger, 1963), o da alimentação precisa (Sibbald,

1976), destacando também o uso de equações de predição, as quais baseiam-se na composição química dos alimentos. Tais métodos permitem estimar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn).

A EM aparente é a energia bruta do alimento consumida, menos a energia bruta excretada, composta da energia proveniente de uma fração não assimilada do alimento e de uma fração de origem endógena e independente da dieta. Quando essa última fração é considerada nos cálculos, define-se como EM verdadeira.

Nas últimas décadas, a energia contida nos alimentos para aves foi medida e expressa em termos de EMA (Lima et al., 1989). Em 1976, Sibbald desenvolveu modificações na metodologia empregada, de forma a corrigir a energia excretada, considerando as energias fecais metabólica e urinárias endógenas, obtidas com aves mantidas em jejum, sendo esta então denominada de EMV. No entanto, este método apresenta alguns pontos críticos, entre eles, a maior excreção de nitrogênio pelas aves em jejum (Dale & Fuller, 1984). Segundo Lima (1988), a utilização da metodologia de Sibbald (1976) resultou em uma acentuada redução da energia metabolizável aparente, quando comparada aos valores obtidos pela metodologia tradicional, devido ao baixo nível de ingestão de ingrediente.

Assim, foi sugerida uma correção da EMV pelo balanço de nitrogênio, que levou à seqüência de alguns estudos aplicando a nova metodologia (Sibbald, 1981; Muztar & Slinger, 1981; Parsons et al., 1982; Dale & Fuller, 1984; Sibbald & Wolynetz, 1985; Leeson et al., 1993; Ertl & Dale, 1997; Rodrigues, 2000; Ost, 2004).

O nitrogênio dietético retido no corpo, se catabolizado, é excretado na forma de compostos contendo energia, tal como o ácido úrico. Assim, é comum a correção dos valores de EMA para balanço de nitrogênio igual a zero (Sibbald,

1982), podendo-se determinar a EMAn e a EMVn. Hill & Anderson (1958) propuseram um valor de correção de 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido, pelo fato dessa energia ser obtida quando o ácido úrico é completamente oxidado.

A correção pelo balanço de nitrogênio também tem sido alvo de crítica de alguns autores que alegam que as aves em jejum teriam um metabolismo basal mais acentuado, elevando seu catabolismo protéico (Ost, 2004). No entanto, os resultados de experimentos que testam a aplicabilidade do método são bastante conflitantes. Dale & Fuller (1984), testando o uso da EMV na formulação de rações, concluíram que a EMV reflete, com maior segurança, os valores energéticos dos alimentos, comparados aos valores de EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn). Por outro lado, Parsons et al. (1982), avaliando os efeitos da correção de energia da excreta pelo balanço de nitrogênio, usando galos e poedeiras, concluíram que os valores de EM com correção parecem mais precisos que os de EMV.

Diante do exposto, além das variações que ocorrem nos diferentes métodos de determinação da energia metabolizável, deve-se levar em consideração a variação na composição química do milho, que torna ainda mais crítica a formulação de rações com base em valores médios presente em tabelas de composição química, como, por exemplo a EM do milho, segundo Rostagno et al. (2005), é de 3.381 kcal/kg.

Alguns estudos que avaliaram os valores energéticos de diferentes milhos tornam claro o fato anteriormente discutido. Pesquisa realizada por Leeson et al. (1993), que avaliaram vários lotes de milho de uma mesma safra no ano de 1992, mostrou variabilidade nos valores energéticos de 2.926 a 3.474 de EM/kg. Segundo Lima (2001), no período de 1979 a 1997, houve variação nos valores energéticos de milho analisado no Laboratório de Análises Físico Química da EMBRAPA Suínos e Aves, tendo a energia metabolizável aparente variando de

3.045 a 3.407 kcal/kg, e a energia metabolizável verdadeira de 3.440 a 3.820 kcal/kg.

O desenvolvimento de equações de predição para a determinação da EM em função do valor da composição química é importante, uma vez que a mesma pode sofrer grandes variações, de acordo com o cultivar e o processamento dos alimentos, entre outros fatores. Nesse caso, seria interessante, para a indústria e para os nutricionistas, que esta medida fosse obtida rapidamente, o que não é possível por meio de bioensaios. Dessa forma, métodos indiretos de cálculos envolvendo análises químicas e correlacionados aos resultados de ensaios biológicos têm sido propostos (Ost, 2004).

Segundo Albino (1980), a importância da determinação de equações de predição para o valor energético dos alimentos baseia-se na dificuldade de efetuar bioensaios e no fato de que a maioria dos laboratórios não dispõe de calorímetros. Nesse caso, trabalhar com equações geradas a partir de análises químicas simples como fibra bruta, extrato etéreo, proteína bruta, cinzas e amido, pode auxiliar o nutricionista. Além disso, mesmo que os laboratórios tenham calorímetros, a execução de ensaios biológicos é dispendiosa e demorada. Nesse caso, a utilização de equações obtidas a partir das análises laboratoriais podem ser de grande valia.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Quatro experimentos de metabolismo foram conduzidos, no período de dezembro de 2004 a maio de 2005, no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizada no município de Lavras, estado de Minas Gerais. Este município está situado a uma altitude de 910 metros, 24<sup>o</sup>14' de latitude Sul e 45<sup>o</sup>00' de longitude Oeste.

Foram utilizados, nos experimentos, no total, 1.225 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb-500, inicialmente criados em galpão de alvenaria até 14 dias de idade. Neste período, as aves receberam uma ração inicial de frangos de corte, tendo como ingredientes básicos milho e farelo de soja, formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000). Após este período, foram pesadas e transferidas para uma sala de metabolismo com controle de temperatura, sendo submetidas a 24 horas de luz artificial.

As temperaturas médias mínima e máxima, registradas durante o período experimental, foram de 22,8 ± 1,5°C e 25,8 ± 2,4°C, respectivamente.

#### **3.1 Ensaios experimentais**

Para a determinação dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) de 45 híbridos de milho, foram conduzidos os ensaios metabólicos com pintos na fase inicial (14 a 21 dias), utilizando-se o método tradicional de coleta total de excretas. Os ensaios foram em total de 4, sendo determinados, no 1º, 2º e 3º a EMAn de 13 híbridos de milho em cada. No ensaio 4, determinou-se a EMAn de 6 híbridos de milho.

Em cada ensaio, os híbridos de milhos foram adicionados a uma ração referência, na qual o sorgo entrou como fonte energética em substituição ao

milho, para assegurar que os híbridos de milho avaliados não estariam sendo confundidos com a ração referência (Tabela 1).

TABELA 1 Composição centesimal e calculada da ração referência.

Ingredientes	(%)
Sorgo	56,646
Farelo de soja	35,066
Calcário calcítico	0,989
Fosfato bicálcico	1,797
Óleo vegetal	4,232
Sal comum	0,464
DL-metionina (99,0%)	0,169
L-lisina HCL (99,0%)	0,437
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,100
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,100
TOTAL	100,000
Composição calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3000
Proteína bruta (%)	20,90
Metionina + cistina (%)	0,79
Lisina (%)	1,12
Cálcio (%)	0,94
Fósforo disponível (%)	0,44
Sódio (%)	0,22

<sup>1</sup>Composição básica e níveis de garantia por kg do produto: Vit. A = 12.000.000 UI; Vit. D3 = 2.200.000 UI; vit. E = 30.000 mg; vit. K3 = 2.500 mg; vit. B1 = 2.200 mg; vit. B2 = 6.000 mg; vit. B6 = 3.300 mg; vit. B12 = 16 mg; niacina = 53.000 mg; ác. pantotênico = 13.000 mg; biotina = 110 mg; ac. fólico = 1.000 mg; selênio = 250 mg

<sup>2</sup>Composição básica e níveis de garantia por kg do produto: Mn = 75.000 mg; Zn = 70.000 mg; Cu = 8.500 mg; Fe = 50.000 mg; I = 1500 mg; Co = 200 mg.

Nos ensaios 1, 2 e 3 foram utilizados 350 pintos em cada, cujos pesos médios foram de  $345 \pm 2,8\text{g}$ ,  $397 \pm 3,6$  e  $393 \pm 4,2\text{g}$  respectivamente, recebendo as rações experimentais com 13 híbridos de milho mais a ração referência.

No ensaio 4, foram utilizados 175 pintos, com peso médio de  $388 \pm 3,1\text{g}$ , recebendo rações experimentais com 6 híbridos de milho e a ração referência. Em todos os ensaios, os híbridos de milho substituíram a ração referência em 40%.

Os híbridos de milho utilizados nos ensaios foram provenientes do Departamento de Agricultura da UFLA, onde foram cultivados em uma mesma área e colhidos na mesma época.

Após colheita, os híbridos foram selecionados manualmente, e foram utilizados no presente trabalho, apenas os híbridos íntegros, livres de impurezas e aqueles que não eram ardidos. Após essa seleção, os milhos foram moídos em peneira de 2 mm de diâmetro, para, posteriormente, serem misturados à ração referência, em proporções de 40%, conforme descrito anteriormente, originando as dietas teste.

Todos os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições e 5 aves por parcela. As rações e a água foram fornecidas à vontade, por um período de 7 dias, sendo 4 dias de adaptação (pré-experimental) e 3 de coleta total de excretas de acordo com Rodrigues et al (2005), a qual foi realizada uma vez ao dia, iniciada sempre às oito horas da manhã.

No período de coleta (19 a 21 dias de idade), as bandejas foram revestidas com plástico sob o piso de cada gaiola, a fim de evitar perdas. O consumo de ração de cada unidade experimental durante o período de coleta foi registrado e as excretas coletadas foram colocadas em sacos plásticos, devidamente identificados e armazenadas em freezer até o final do período de coleta.

Posteriormente, as amostras foram pesadas, homogeneizadas e retiradas alíquotas para as análises laboratoriais.

Os valores de EMA foram determinados pela equação de Matterson et al. (1965) e ajustados para a retenção de nitrogênio. As fórmulas utilizadas foram:

$$\text{EMAn da RT ou RR} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \cdot \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

em que:

RT = ração teste;

RR = ração referência;

BN = balanço de nitrogênio = N ingerido - N excretado

$$\text{EMAn do híbrido de milho} = \text{EMAn}_{\text{RR}} + \frac{\text{EMAn}_{\text{RT}} - \text{EMAn}_{\text{RR}}}{\text{g/g de substituição}}$$

Para cada híbrido, foram determinados: matéria seca (MS), nitrogênio (N), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), fibra bruta (FB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P), conforme as técnicas descritas por Silva (2002). Segundo Zanotto & Bellaver (1996) realizou-se também para cada híbrido de milho, a análise para determinação do diâmetro geométrico médio (DGM). Foram também realizadas análises de MS, N e EB das rações experimentais e das excretas.

De posse dos dados de EMAn e da EB, expressos na matéria natural, calculou-se o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) dos híbridos de milho, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{CMEB} = (\text{EMAn}/\text{EB}) \times 100$$

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO da UFLA.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Composição dos híbridos de milho

A composição química e o diâmetro geométrico médio (DGM) dos 45 híbridos de milho avaliados encontram-se na Tabela 2. Observa-se que a composição química e os valores energéticos dos híbridos de milho apresentaram valores médios próximos aos citados por EMBRAPA (1991), NRC, (1994), Lima (2001b) e Rostagno et al. (2005).

Entre os valores de proteína bruta determinados houve uma variação de 32% entre o menor e o maior valor (7,79% a 11,45% na MS). Nagata et al.(2004), encontraram uma variação de 35,79% (7,05% a 10,98%) e Rodrigues et al.(2003), uma variação de 27,56% (8,36% a 11,54%). Para os valores de energia bruta observados no presente trabalho, essa variação foi de 5,2% (4.425 a 4.668 kcal/kg), enquanto que Rodrigues et al. (2003) encontraram uma variação de 3,07% (4.544 a 4.688 kcal/kg). Para os outros nutrientes, as variações foram de 24,7%, 66,%, 65,2%, 44,3%, 53,6%, 71,1% e 36,9%, respectivamente para EE, FB, FDA, FDN, MM, cálcio e fósforo.

O fator que, possivelmente, mais influenciou os teores nutricionais foi a variedade e, no caso da proteína, segundo Vasconcellos (1989), a adubação nitrogenada. Esse último fator deve ser considerado relevante, pois, híbridos cultivados sob mesmas condições, porém, com diferentes doses de adubação nitrogenada, podem influenciar a composição em proteína bruta. Os valores médios de energia bruta e, principalmente, proteína bruta estão coerentes com os apresentados por Rostagno et al. (2005).

TABELA 2 Composição química e diâmetro geométrico médio de híbridos de milho determinados com frangos de corte (14 a 21 dias de idade)<sup>1</sup>.

Milhos	Composição <sup>2,3</sup>												Textura
	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	FDA (%)	FDN (%)	EB (kcal/kg)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	DGM (µm)		
1	88,11	9,05	2,94	1,48	3,95	13,03	3981	1,17	0,02	0,23	436,6	duro	
2	88,22	9,67	3,03	1,91	2,45	12,95	3987	1,19	0,01	0,23	464,4	duro	
3	87,67	8,18	2,91	2,47	3,75	10,14	3970	0,97	0,04	0,19	448,1	semi-duro	
4	87,53	9,19	2,90	2,37	3,26	11,24	4006	0,98	0,01	0,21	427,4	semi-duro	
5	87,60	9,54	3,17	1,99	2,79	10,65	3971	1,11	0,01	0,21	416,6	duro	
6	88,05	9,43	3,22	1,40	2,62	14,04	4027	1,12	0,02	0,23	473,0	semi-duro	
7	88,29	8,40	3,05	1,71	2,44	10,99	3995	1,07	0,02	0,21	480,0	duro	
8	87,89	9,58	3,13	1,08	3,45	12,53	4008	1,08	0,02	0,23	381,0	dentado	
9	87,73	9,63	3,06	2,40	2,33	10,78	3985	1,07	0,04	0,20	542,7	semi-duro	
10	87,67	9,35	3,15	1,91	1,90	10,50	3934	1,05	0,02	0,20	423,6	duro	
11	87,64	10,04	3,16	1,47	1,82	9,43	3965	1,20	0,02	0,21	366,0	semi-dentado	
12	87,99	9,67	3,34	1,82	2,49	12,41	3989	1,08	0,02	0,21	423,3	semi-duro	
13	88,59	9,56	2,57	1,55	1,85	12,72	4009	1,09	0,02	0,21	403,8	semi-duro	

...continua...

TABELA 2 Cont.

Milhos	Composição <sup>2,3</sup>											Textura
	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	FDA (%)	FDN (%)	EB (kcal/kg)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	DGM ( $\mu$ m)	
14	86,24	9,22	2,80	1,88	2,34	12,93	3833	1,02	0,01	0,19	625,5	duro
15	86,37	7,53	2,80	1,36	2,02	12,35	3827	1,08	0,02	0,20	677,8	semi-dentado
16	86,61	7,94	3,01	0,83	2,70	11,08	3934	1,05	0,02	0,18	693,0	duro
17	85,29	7,95	2,93	1,13	2,31	12,25	3904	1,43	0,01	0,23	573,6	semi-duro
18	86,70	6,90	2,95	1,87	2,37	12,30	3928	0,94	0,02	0,18	515,4	semi-duro
19	87,47	8,33	3,12	1,99	2,49	10,27	3983	1,13	0,01	0,25	481,5	semi-duro
20	86,47	8,37	3,12	2,24	3,06	10,42	3906	1,05	0,03	0,21	667,1	semi-dentado
21	85,25	7,34	3,21	2,34	2,93	12,00	3930	1,02	0,02	0,21	789,5	semi-duro
22	86,24	7,41	3,32	1,62	2,81	9,50	3910	0,84	0,01	0,18	582,9	duro
23	86,35	7,45	3,24	1,60	2,85	10,73	3928	0,98	0,02	0,20	632,8	duro
24	87,26	9,43	3,29	1,16	2,31	9,34	3944	1,19	0,03	0,28	637,6	semi-duro
25	86,86	7,27	3,34	1,98	2,00	8,18	3919	0,96	0,01	0,21	535,0	duro
26	86,91	7,11	3,17	0,85	1,83	9,76	3869	1,06	0,02	0,23	407,8	dentado

...continua...

TABELA 2 Cont.

Milhos	Composição <sup>2,3</sup>											Textura
	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	FDA (%)	FDN (%)	EB (kcal/kg)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	DGM (µm)	
27	87,35	7,55	3,22	0,90	2,29	14,77	3932	0,99	0,02	0,19	633,4	duro
28	86,76	8,26	3,12	1,12	2,25	12,94	3927	1,12	0,02	0,23	745,5	semi-duro
29	86,38	8,22	3,26	2,04	2,14	11,56	3955	1,21	0,02	0,23	561,5	semi-duro
30	87,08	6,84	3,02	1,95	2,04	8,95	3900	1,04	0,02	0,21	604,5	duro
31	86,43	6,73	3,18	1,62	2,47	13,66	3871	0,95	0,03	0,18	716,8	duro
32	87,06	7,64	3,07	1,90	2,06	10,10	3939	1,34	0,03	0,24	790,5	duro
33	86,13	8,44	3,21	1,68	1,34	13,81	4021	1,60	0,02	0,24	573,6	duro
34	85,89	6,83	3,05	1,85	2,25	13,32	3925	0,99	0,02	0,19	552,0	duro
35	86,24	8,26	2,67	1,48	2,21	13,49	3931	1,79	0,03	0,24	860,0	duro
36	86,27	7,48	3,20	0,95	1,85	14,54	3890	1,52	0,02	0,22	585,9	duro
37	86,40	8,57	3,14	1,22	1,88	12,49	3997	1,82	0,02	0,26	828,7	dentado
38	85,79	6,86	3,16	1,41	2,08	13,94	3832	1,29	0,02	0,22	664,7	duro
39	85,86	7,80	3,02	1,90	2,15	9,02	3908	0,99	0,02	0,22	710,0	duro

...continua...

TABELA 2 Cont.

Milhos	Composição <sup>2,3</sup>											Textura
	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	FDA (%)	FDN (%)	EB (kcal/kg)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	DGM (µm)	
40	86,43	8,14	2,94	1,22	1,93	11,58	3921	1,13	0,02	0,23	543,6	duro
41	86,79	7,81	2,68	1,58	2,05	14,51	3917	1,03	0,02	0,22	623,3	dentado
42	86,04	7,65	2,86	1,40	2,04	11,31	3808	0,94	0,02	0,22	599,8	duro
43	85,25	8,69	2,88	1,56	1,83	10,88	3938	1,38	0,01	0,28	621,5	semi-duro
44	86,29	8,24	2,87	1,35	2,27	10,86	3877	1,43	0,02	0,21	666,0	semi-dentado
45	86,35	7,70	2,76	1,63	2,05	14,20	3864	1,43	0,02	0,20	506,2	semi-duro

<sup>1</sup> Valores expressos na matéria natural

<sup>2</sup> Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

<sup>3</sup> MS – matéria seca; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FB – fibra bruta; FDA – fibra em detergente ácido; FDN – fibra em detergente neutro; EB- energia bruta; MM – matéria mineral; Ca – cálcio; P- fósforo; DGM – diâmetro geométrico médio.

Ainda com relação à variação considerável na composição de um alimento, Bath et al. (1999) afirmaram que os valores encontrados em tabelas devem ser utilizados como orientação na obtenção da composição do alimento, e não como informação precisa desta.

Os valores encontrados de diâmetro geométrico médio (DGM) foram, em média, de 575,4 $\mu$ m, com uma variação de 57,4% entre o menor e o maior valor determinado (366,0 a 860,0 $\mu$ m). Segundo Nunes (1999), os alimentos, quanto ao DGM, podem ser classificados como grossos (maiores que 832,7 $\mu$ m), médios (entre 375,3 e 832,7 $\mu$ m) e finos (menores que 375,3 $\mu$ m). Nessas condições, apenas um híbrido (35) apresentou DGM grosso e o restante dos híbridos pode ser classificado como DGM médio.

As médias, erro padrão, coeficiente de variação (CV) e amplitude da composição química, diâmetro geométrico médio, valores energéticos e coeficiente de metabolização da energia bruta de híbridos de milho encontram-se na Tabela 3. Entre os valores médios que apresentaram menor coeficiente de variação estão encontrados para MS e EB, que foram de 0,99 e 1,37, respectivamente. Os maiores CV encontrados foram para FB e cálcio, que foram de 26,05 e 35,35, respectivamente.

Pelo observado no presente trabalho, pode-se afirmar que o DGM dos milhos não é facilmente controlado, pois isso depende de suas características físicas e do fluxo do mesmo para o moinho. Pôde-se constatar, na moagem dos híbridos, que os mais duros e com maior taxa de passagem no moinho apresentaram maior DGM.

TABELA 3. Valores de média, erro padrão, coeficiente de variação (CV), e amplitude da composição química, diâmetro geométrico médio, valores energéticos e coeficiente de metabolização da energia bruta de híbridos de milho.

	MS	PB	EE	FB	FDA	FDN	EB	MM	Ca	P	DGM	EMAn	CMEB
média	86,84	8,25	3,05	1,63	2,36	11,74	3933,22	1,15	0,020	0,227	575,41	3251,33	82,66
erro padrão	0,13	0,14	0,28	0,63	0,08	0,25	8,06	0,03	0,001	0,003	18,72	15,47	0,35
CV	0,99	11,39	6,12	26,05	22,25	14,56	1,37	18,99	35,355	10,869	21,82	3,21	3,19
amplitude	3,34	3,31	0,77	1,64	2,61	6,59	219,00	0,98	0,030	0,100	494,00	506,00	13,00

## 4.2 Valores energéticos

Os valores energéticos determinados, seus desvios padrões e coeficientes de metabolização da energia bruta (CMEB) encontram-se na Tabela 4.

O valor médio de EMAn determinado nos ensaios foi de 3.744kcal/kg de MS, encontrando-se abaixo dos valores apresentados por Rostagno et al. (2005) e Kato (2005), que foram de 3.881 e 3.794 kcal/kg de MS, respectivamente. Possivelmente, essa diferença está associada ao ganho de peso das aves e, conseqüentemente, a um diferente balanço de nitrogênio, cujos valores estão diretamente relacionados ao cálculo da EMAn. Tais valores de EMAn assemelham-se aos encontrados por Nagata et al. (2004) e NRC (1994), que foram de 3.768 e 3.764 kcal/kg de MS (menos de 1% de variação), respectivamente, e superior ao encontrado por Rodrigues et al. (2001) e Lima (2001b), que foram de 3.625 e 3.682 kcal/kg de MS.

A variação da EMAn entre os híbridos estudados foi de 15,15% (3.405 a 4.013kcal/kg), para os híbridos 41 e 35 respectivamente e 3,27% e 10,63%, encontrados por Nagata et al. (2004) e por Lima (2001b), respectivamente. Apesar desses híbridos do presente trabalho apresentarem uma grande variação na EMAn, os valores de energia bruta dos mesmos variaram apenas 0,36%. Tal variação na EMAn, possivelmente, foi devido ao CMEB, que foi de 75% para o híbrido 41, e de 88% para o híbrido 35.

O CMEB representa quanto da energia bruta (EB) é metabolizada pelo animal e, possivelmente, está relacionado com as características físicas dos híbridos de milho.

TABELA 4 Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) de híbridos de milho, determinados com frangos de corte (14 a 21 dias de idade), apresentados na matéria seca (MS) e matéria natural (MN).

Milhos	EMAn	EMAn	CMEB
	(kcal/kg) de MS	(kcal/kg) de MN	%
1	3626 ± 76	3194 ± 67	80
2	3604 ± 134	3180 ± 118	80
3	3656 ± 150	3205 ± 131	81
4	3731 ± 184	3265 ± 161	82
5	3656 ± 116	3203 ± 102	81
6	3889 ± 163	3424 ± 144	85
7	3769 ± 195	3328 ± 172	83
8	3692 ± 208	3245 ± 182	81
9	3748 ± 159	3288 ± 140	83
10	3759 ± 179	3296 ± 157	84
11	3718 ± 72	3259 ± 63	82
12	3756 ± 107	3305 ± 94	83
13	3772 ± 115	3342 ± 102	83
14	3632 ± 86	3133 ± 74	82
15	3574 ± 155	3087 ± 134	81
16	3840 ± 104	3326 ± 90	85
17	3786 ± 198	3229 ± 169	83
18	3703 ± 210	3211 ± 182	82
19	3721 ± 102	3255 ± 89	82
20	3797 ± 200	3284 ± 173	84
21	3901 ± 192	3325 ± 164	85
22	3715 ± 89	3204 ± 76	82
23	3897 ± 168	3365 ± 145	86
24	3807 ± 138	3322 ± 121	84
25	3847 ± 83	3342 ± 72	85
26	3700 ± 55	3216 ± 48	83

...continua...

TABELA 4 Cont.

Milhos	EMAn <sup>1</sup>	EMAn <sup>2</sup>	CMEB
	(kcal/kg) de MS	(kcal/kg) de MN	%
27	3835 ± 130	3350 ± 113	85
28	3823 ± 201	3317 ± 175	84
29	3764 ± 60	3251 ± 52	82
30	3854 ± 172	3356 ± 150	86
31	3537 ± 179	3057 ± 154	79
32	3623 ± 142	3154 ± 124	80
33	3972 ± 177	3422 ± 153	85
34	3792 ± 207	3257 ± 178	83
35	4013 ± 197	3461 ± 170	88
36	3657 ± 143	3155 ± 124	81
37	3841 ± 200	3319 ± 173	83
38	3733 ± 192	3202 ± 164	84
39	3922 ± 160	3367 ± 137	86
40	3826 ± 98	3307 ± 85	84
41	3405 ± 201	2955 ± 175	75
42	3640 ± 161	3132 ± 139	82
43	3749 ± 181	3196 ± 154	81
44	3563 ± 204	3074 ± 176	79
45	3642 ± 205	3145 ± 177	81

Entre os híbridos, os que apresentaram maior CMEB (acima de 85%) eram duros e cujos valores protéicos foram inferiores a média (9,49%). O restante era semi-duro, semi-dentado ou dentado. No entanto, alguns híbridos duros apresentaram CMEB inferior a 85%.

Nesse contexto, uma importante ferramenta para se analisar essa energia de forma indireta, com base na composição química e mesmo física dos alimentos, seria a disponibilidade de equações de predição. Isso porque as mesmas podem também aumentar a precisão no processo de formulação das rações, de tal forma que se possam corrigir os valores energéticos de acordo com a variação dessas composições (Albino & Silva, 1996). Assim, a determinação de EMAn destes 45 híbridos de milho será de grande valia na elaboração futura de equações de predição dos valores energéticos de diferentes amostras de milho.

## **5 CONCLUSÕES**

A determinação da composição química do alimento, principalmente em proteína bruta, é importante.

A energia metabolizável aparente corrigida média dos híbridos de milho foi de 3.744 kcal/kg, variando de 3.405 a 4.013 kcal/kg de MS.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L.F.T. **Determinação de valores de energia metabolizável e triptofano de alguns alimentos para aves em diferentes idades.** 1980. 55p. Dissertação (Mestrado em zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, MG.

ALBINO, L.T.F. et al. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energéticas dos alimentos na formulação de rações para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.6, p.1037-1046, nov./dez. 1992.

ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1996. p.303-318.

BATH, D. et al. Byproducts and unusual feedstuffs. **Feedstuffs**, Minneapolis, v.71, n.31, 1999.

COELHO, C.M. **Caracterização das proteínas do endosperma do milho visando alteração das frações que controlam qualidade nutricional.** 1997. 139p. Dissertação (Mestrado em G. M. P.)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da agropecuária.** Brasília, 2001. v.9, n.10, out.

CORRÊA, C.E.S. **Silagem de milho ou cana-de-açúcar e o efeito da textura do grão de milho no desempenho de vacas holandesas.** 2001. 102p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DALE, N.; FULLER, H.L. Correlation of protein content of feedstuffs with the magnitude of nitrogen correction in true metabolizable energy determination. **Poultry Science**, v.63, n.5, p.1008-1012, 1984.

EARLE, F.R.; CURTTS, J.J., HUBBARD, J.E. Composition of the component parts of the corn kernel. **Cereal Chem.**, v.23, p.504, 1946.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tabela de composição química e valores energéticos de ingredientes para suínos e aves.** Concórdia, SC: EMBRAPA/CNPISA, 1991. 97p.

ETRL, D.; DALE, N. The metabolizable energy of waxy vs. Normal corn for poultry. **Journal Applied Poultry Research, Athens**, v.6, n.4, 1997, p.432-435.

FIALHO, E.T., LIMA, J. FRANGILO, R.F. Avaliação da digestibilidade dos nutrientes de alguns alimentos através de ensaios metabólicos com suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu, SP: SBZ, 1999.

FISCHER JR, A.A. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314-318, 1998.

HILL, S.J.; ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **Journal of Nutrition, Bethesda**, v.64, n.04, p.587-603. Apr. 1958.

KATO, R. K. **Valores de energia metabolizável de ingredientes para frangos de corte em diferentes idades.** 2005. 146p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras;

LESSON, S.; YERSIN, A.; VOLKER, L. Nutritive value of the 1992 corn crop. **Journal Applied Poultry Research**, v.2, p.208-213, 1993.

LIMA, I.L. **Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias.** 1988. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LIMA, I.L. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.18, n.6, p.546-556, nov./dez. 1989.

LIMA, G.J.M.M. de et al. Composição química de híbridos comerciais de milho testados na safra 1999/2000. In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE MILHO, 2000, Pelotas. **Anais...** Pelotas, RS, 2000. p.183-192.

LIMA, G.J.M.M. Grãos de alto valor nutricional para a produção de Aves e Suínos: oportunidades e perspectivas. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: SBZ, 2001a. p.178-194.

LIMA, G.J.M.M. de. Milho e subprodutos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, SP. 2001b. p.13-32.

MATTERSON, L.D. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens.** Storrs, Connecticut, The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report, 7).

MUZTAR, A. J.; SLINGER, S. J. An evaluation of the nitrogen correction in the true metabolizable energy assay. **Poultry Science**, Champaign, v.60, n.4, p.835-839, Apr. 1981.

NAGATA, A.K. et al. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte, determinados por ensaios metabólicos e por equações de predição. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.3, p.668-677, maio/jun. 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry.** 9.ed. Washington: National Academy, 1994. 155p.

NUNES, R.V. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis da grão de trigo e seus subprodutos para aves.** 1999. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia.)-Universidade Federal de Viçosa, MG.

OST, P.R. **Energia metabolizável verdadeira e aminoácidos digestíveis de alguns alimentos, determinados com galos adultos e por equações de predição.** 2004. 181p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PARSONS, C. M.; POTTER, L. M.; BLISS, B.A. True metabolizable energy corrected to nitrogen equilibrium. **Poultry Science**, Champaign, v.61, n.11, p.2241-2246, Nov. 1982.

POMERANZ, Y. Genetic factors affecting protein content and composition of cereal grains. **Wld. Rev. Nutr. Diet.**, v.36, p.174, 1981.

RODRIGUES, P.B. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves.** 2000. 204p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

RODRIGUES, P.B. et al. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formulados com vários milhos, suplementados com enzimas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.1, p.171-182. jan./fev. 2003.

RODRIGUES, P.B. et al. Influência do tempo de coleta e metodologia sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.3, p.882-889, maio/jun. 2005.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**; composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV. Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**; composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV. Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.

SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with evaluation of fats. **Poultry Science**, Champaign, v.42, n.1, p.13-25, Jan. 1963.

SIBBALD, I.R. The true metabolizable energy values of several feedingstuffs measured with roosters, laying hens, turkeys and broiler hens. **Poultry Science**, Champaign, v.55, n.4, p.1459-1463, July 1976.

SIBBALD, I.R. Metabolic plus endogenous energy and nitrogen losses of adult cockerels: the correction used in the bioassay for true metabolizable energy. **Poultry Science**, Champaign, v.60, n.4, p.805-811, Apr. 1981.

SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Guelph, v.62, n.4, p.983-1048, Dec. 1982.

SIBBALD, I. R.; WOLYNETZ, M.S. Relationships between estimates of bioavailable energy made with adult cockerels and chicks: effects of feed intake and nitrogen retention. **Poultry Science**, Champaign, v.64, n.1, p.127-138, Jan. 1985.

SILVA, J.M.F. **Composição química e energia metabolizável de ingredientes usados na alimentação de poedeiras e sua utilização em ração de mínimo custo**. 1978. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: método químico e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SOTO-SALANOVA, M.F. et al. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 96 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais...** Campinas: FACTA, 1996. p.71-76.

TOSELLO, G.A. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: E. PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas, SP: Fundação Cargil, 1978. 338p.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório anual 2004/2005**. Disponível em: <[http://www.uba.org.br/ubaneews\\_files/relatorio04\\_05.zip](http://www.uba.org.br/ubaneews_files/relatorio04_05.zip)>, Acesso em: 24 fev. 2006.

VASCONCELLOS, C.A. Importância da adubação na qualidade do milho e sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1., 1989, Ilha Solteira. **Anais...** Ilha Solteira, SP: FEIS/UNESP/ANDA/POTAFÓS, 1989. p.319-330.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para o uso em rações de suínos e aves**. Concórdia, SC: EMBRAPA – CNPSA, 1996. p.1-5. (Comunicado Técnico, 215).