

DÉBORA CRISTINE DE OLIVEIRA CARVALHO

VALOR NUTRITIVO DO MILHO PARA AVES, SUBMETIDO A
DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM E TEMPO DE
ARMAZENAMENTO

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
Exigências do Programa de Pós -
Graduação em Zootecnia, para obtenção
do título de "Magister Scientiae".

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2002

DÉBORA CRISTINE DE OLIVEIRA CARVALHO

VALOR NUTRITIVO DO MILHO PARA AVES, SUBMETIDO A
DIFERENTES TEMPERATURA DE SECAGEM E TEMPO DE
ARMAZENAMENTO

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
Exigências do Programa de Pós -
Graduação em Zootecnia, para obtenção
do título de "Magister Scientiae".

APROVADA: 13 de março de 2002.

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(conselheiro)

Prof. Horácio Santiago Rostagno
(conselheiro)

Prof. Sergio Luiz de Toledo Barreto

Prof. Paulo Roberto Cecon

Eduardo Arruda Teixeira Lanna
(orientador)

A Deus, pela vida.

Aos meus pais Dornel e Maria, por tudo que sou.

A Santana, por fazer parte de mim.

Aos meus irmãos e irmãs, pelo apoio e carinho.

Aos meus sobrinhos, pela alegria.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia pela realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À Mogiana Alimentos S. A., pelas análises químicas realizadas.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino, pela confiança, pelo apoio e pela orientação.

Ao professor Horácio Santiago Rostagno, pelos ensinamentos e sugestões durante a realização deste trabalho.

Aos professores Sérgio Luiz Toledo Barreto, Eduardo Arruda Teixeira Lanna, Paulo Roberto Cecon, pela atenção e pelas sugestões apresentadas.

Ao professor José Francisco da Silva (Juquinha), pela sincera amizade, força e incentivo.

A Santana, pela paciência, amizade, carinho, amor e apoio durante todas as fases de realização deste trabalho, enfim por estar comigo nos momentos mais difíceis.

À minha família, por acreditarem em mim.

Aos amigos e companheiros de trabalho, Jean Eduardo de Oliveira, José Geraldo Vargas Júnior, Rodrigo Santana Toledo pela convivência, amizade e apoio.

Aos meus afilhados e cunhados e a minha sogra pelo incentivo e carinho.

À Dora, pela sincera amizade e pelo apoio.

Às amigas de república Mayra e Isabella, pelo carinho, pelas etiquetas coladas e apoio durante a fase de experimento.

Aos amigos de graduação Andréia, Carla, Edilson, Dalton, Flávio (Hashi), Leandro, Michela, Mirella, Sandro, Tatinha, Teresa, pelo apoio e agradável convivência.

Aos amigos Alan, André, Anel, Cátia, Creidiane, Fabinho, Fábio Ferez, Luciano Sá, Michelle, Marcos (nishi), Priscila, Roberta, Rogério, Salete, Valéria e Viviane, pela força.

Aos amigos Solange, João, Marcela, Alberto, Samuel, Cida, Antônio Celso, Mateus, Juliana, Bianca, Fatinha, Papita, Nayara e Luana, pela força e alegria em todos os momentos.

Aos estagiários, Adriana, Alexandre, André (japonês), Bruno (Recife), Darley, Erick, Fábila, Marcela, Sandra e Weylison pelo auxílio na condução do experimento.

Aos bolsistas Gladistone e Carlos pela amizade, pela colaboração e pelo apoio.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, em especial a Adriano, Elísio, Joselino, Mauro e Tiãozinho.

Aos funcionários do setor de Cunicultura, em especial, Sr. Geraldo e Sr. Adão pela colaboração.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal- DZO, Fernando, Vera, Valdir Welligton, em especial Monteiro, pelo apoio na realização das análises de laboratório.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Adilson, Celeste, Márcia, Raimundo, Rosana, Paulon e Venâncio, pela dedicação, pela competência e pelo carinho nos serviços prestados.

Às meninas do xerox Roseane e Nathália, pelo apoio e colaboração na realização deste trabalho.

Aos demais colegas dos Programas de Pós-Graduação em níveis de mestrado e doutorado, pelo convívio.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Débora Cristine de Oliveira Carvalho, filha de Dornel de Oliveira de Maria Mendes Carvalho de Oliveira, nasceu em Caratinga- MG, em 19 de maio de 1975.

Ingressou-se, em março de 1995, no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa- MG, graduando-se em 14 de janeiro de 2000.

Em março de 2000, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa- MG, área de Nutrição de Monogástricos, submetendo-se à defesa de tese em 13 de março de 2002.

ÍNDICE

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. Milho e seu valor nutritivo.....	03
2.2. Composição química.....	05
2.3. Energia metabolizável.....	06
2.3.1. Métodos de determinação dos valores de energia metabolizável..	07
2.3.2. Fatores que interferem nos valores de energia metabolizável.....	10
2.4. Aminoácidos.....	13
2.4.1. Métodos de determinação dos coeficiente digestibilidade verdadeira dos aminoácidos.....	14
2.4.2. Fatores que influenciam a digestibilidade dos aminoácidos.....	15
CAPÍTULO 1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ENERGÉTICA DE AMOSTRAS DE MILHO SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO.....	18
1. INTRODUÇÃO.....	18
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24

3.1 Composição química das amostras de milho.....	24
3.2. Análise física dos grãos de milho.....	26
3.3. Valores de energia metabolizável aparente e de energia metabolizável aparente corrigida do milho.....	26
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	31
CAPÍTULO 2 - COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS E VALORES DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE AMOSTRAS DE MILHO, PARA AVES.....	
1. INTRODUÇÃO.....	33
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
3.1.Composição em aminoácidos totais das amostras de milhos.....	39
3.2.Coefficiente de digestibilidade e aminoácidos digestíveis verdadeiros	42
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	54
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
APÊNDICES.....	72
Apêndice A.....	73
Apêndice B.....	75
Apêndice C.....	76

RESUMO

CARVALHO, Débora Cristine de Oliveira, M. S. Universidade Federal de Viçosa, março de 2002. **Valor nutritivo do milho para aves, submetido a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento.** Orientador: Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Conselheiros: Luiz Fernando Teixeira Albino e Horácio Santiago Rostagno.

Dois experimentos foram conduzidos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. O primeiro teve como objetivo determinar a composição química, energia bruta, energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem (temperatura ambiente e secagem artificial com temperaturas de 80, 100 e 120 °C) e diferentes períodos de armazenamento (0, 60, 120 e 180 dias). Para determinar os valores de energia metabolizável (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas com pintos *Avian Farm*, machos, de 21 a 30 dias de idade. Utilizou-se um esquema fatorial, 4 x 4 (quatro temperaturas de secagem e 4 períodos de armazenamento), num delineamento inteiramente casualizado com sete repetições por tratamento e sete aves por unidade experimental. Cada amostra de milho substituiu em 40 % da matéria natural, uma ração - referência. Foram realizadas análises de

composição química e energia bruta de cada amostra de milho. A composição química e os valores de energia bruta (kcal/kg) das amostras de milho não foram significativamente influenciados pela temperatura de secagem e tempo de armazenamento. Os valores de EMA e de EMAn foram influenciados pela temperatura de secagem e pelo tempo de armazenamento. Foi observado efeito quadrático para temperatura de secagem, com maiores valores de EMA e EMAn do milho nas temperaturas de 49 e 50°C, respectivamente, obtidas por equação de regressão. Para o tempo de armazenamento observou-se efeito linear para os valores de EMA e EMAn. O segundo experimento teve como objetivo determinar o coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDV) dos aminoácidos das amostras de milho submetidas às mesmas condições citadas para o primeiro experimento. O CDV dos aminoácidos foi determinado através da utilização do método de "alimentação forçada" com galos Leghorn adultos cecectomizados, alojados individualmente em baterias metálicas. Utilizou-se um esquema fatorial 4 x 4 (quatro temperaturas de secagem e quatro períodos de armazenamento), num delineamento inteiramente casualizado, com um galo por unidade experimental e oito repetições por tratamento. As perdas endógenas foram determinados com galos em jejum. Observou-se redução linear dos coeficientes de digestibilidade da metionina + cistina e isoleucina, e efeito quadrático para metionina, treonina, lisina, triptofano e fenilalanina com o aumento da temperatura de secagem. Os maiores valores dos CDV da metionina, treonina, lisina, triptofano e fenilalanina foram observados nas temperaturas, 40, 25, 27, 32 e 40 °C, respectivamente, obtidas por equação de regressão. Observou-se redução linear dos valores dos coeficientes de digestibilidade da metionina e treonina, com o tempo de armazenamento. Conclui-se que a temperatura de secagem e o tempo de armazenamento dos grãos de milho reduzem os valores de EMA, EMAn e a digestibilidade da maioria dos aminoácidos.

ABSTRACT

CARVALHO, Débora Cristine de Oliveira. M. S. Universidade Federal de Viçosa, March of 2002. **Value nutrient of corn toward poultry, submitted the different temperature of drying and storage periods.** Adviser: Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Committee Members: Luiz Fernando Teixeira Albino and Horácio Santiago Rostagno.

Two experiments were carried out at the Animal Science Department of the Federal University of Viçosa. The first have how purpose determine the chemical composition, crude energy, apparent metabolizable energy (AME) and corrected metabolizable energy (AMEn) from samples of corn submitted the different temperature of drying (environmental temperature and artificial drying with temperatures of 80, 100 and 120°C), and different storage periods (0, 60, 120 and 180 days). Toward determine the values of AME and AMEn, the total excreta collection method was used. The birds were of Avian Farm strain, male, reared from 21 to 30 days of age. Was used, in a factorial arrangement of 4 x 4 (four drying temperatures and four storage periods), the experimental design completed randomized, with seven replicates of seven birds per experimental unity. Each corn sample replaced 40% of the reference diet. Were carried analysis of chemical composition and crude energy of each samples of corn. The chemical composition and crude energy (Kcal/kg) were not statistically different for drying temperatures and storage

periods. The results for AME and AMEn were influenced by drying temperature and storage period, having quadratic effect for drying temperature, with higher values de AME e AMEn in temperature de 49 and 50 °C, respectively, obtained by equation regression. And linear decrease for storage period. In the second experiment the objective was to determine the true digestibility coefficients (TDC) of amino acids from samples of corn submitted at the same condition quoted for o first experiment. The TDC of amino acids was determined through forced feeding method with roosters Leghorn cecectomized adult, placed in individual in cages. Was used, a 4 x 4 factorial arrangement (four drying temperatures and four storage periods), in a completely randomized design, with eight replicates. The endogenous amino acids losses were determined with fasted roosters cages. A linear reduction occurred for the coefficients of methionine + cystine, and a quadratic effect was found for methionine, threonine, lysine, tryptophan and phenylalanine with the increasing of the drying temperature. Higher values of TDC of methionine, threonine, lysine, tryptophan and phenylalanine were observed in temperature 40, 25, 27, 32 e 40 °C, respectively, obtained by equation regression. A linear reduction occurred for the coefficients of methionine e threonine with the storage periods. The conclusion are that the drying temperature and the storage periods of corn reduces the values of AME, AMEn and digestibility of majority amino acids.

1. INTRODUÇÃO

Um dos segmentos mais dinâmicos da agropecuária mundial é a avicultura, que incorpora mudanças tecnológicas do melhoramento genético, da nutrição, da sanidade, da ambiência e do manejo. Considerando que a alimentação representa a maior parte dos custos na produção avícola, medidas para reduzir estes custos podem significar lucro para o setor. A utilização de matérias-primas de composição conhecida, atendendo o requerimento nutricional, com programas de alimentação adequados a custos mínimos, são medidas que resultam em maior eficiência na produção.

A elaboração de rações para aves é caracterizada como um processo onde são utilizados alimentos de boa qualidade. Entretanto, na fábrica de ração existem alimentos com qualidade fora do padrão causado pela infestação de insetos, proliferação de fungos, fatores antinutricionais e processamento inadequado. Na maioria das vezes, estes alimentos são utilizados nas rações de aves, ainda que rejeitados por uma fábrica acabam sendo utilizados por outra (ROSTAGNO, 1993).

Dentre as matérias-primas que constituem uma ração, os grãos representam percentual elevado, e portanto influenciam de forma significativa na qualidade final da ração. O milho constitui aproximadamente 60% de uma ração típica de frangos de corte, na qual contribui com 65% da energia metabolizável e 22% das proteínas, dependendo da fase de criação.

As condições de armazenamento do milho são de primordial importância para a manutenção de sua qualidade e conseqüentemente das rações processadas que utilizam este ingrediente. Os grãos armazenados a granel podem sofrer deterioração resultante da interação entre variáveis físicas, químicas e biológicas. São variáveis importantes: a temperatura, a umidade, o teor de oxigênio, a localização geográfica, as propriedades físicas, químicas e biológicas dos grãos a granel, presença de microorganismos, insetos,

fungos, roedores e pássaros. A taxa de deterioração é lenta no início, mas dependendo das combinações de variáveis mantidas, e se o período de armazenamento for prolongado, ocorrerão significativas perdas na qualidade dos grãos (SINHA, 1973).

Vários alimentos têm sido submetidos a um processamento com altas temperaturas, afim de eliminar toxinas, destruir inibidores, tornando os nutrientes mais disponíveis para os animais. HATFIELD e WILSON (1972), observaram efeitos benéficos na tostagem de milhos, quando estes foram fornecidos para gados e suínos em terminação.

Uma das conseqüências das más condições de armazenamento (temperatura e umidade inadequadas) e da atividade fúngica é a redução do conteúdo de óleo dos grãos, o que implica na redução do valor de energia metabolizável (EM) do alimento. Segundo KRABBE (1995), a energia metabolizável do milho pode ser depreciada de 5 a 25% em função do mal armazenamento. Por outro lado, também pode afetar a digestibilidade dos aminoácidos, pois a umidade e a temperatura estão relacionadas com o desenvolvimento de fungos, bactérias e ataque de insetos. Tais organismos acarretam considerável diminuição do valor nutritivo do milho, pelo fato de haver degradação de partes do grão, sendo que estas áreas podem ter frações protéicas, acarretando alteração protéica. Como as proteínas são termossensíveis, em caso de tratamento inadequado como temperatura elevada, poderão ser desnaturadas e danificadas (BOBBIO, 1984).

Se ocorrer algum dano na proteína da ração, certamente ocasionará deficiência ou desequilíbrio de aminoácidos na ração, o que prejudicará o desempenho dos animais. Considerando-se que as fontes protéicas correspondem cerca de 25% dos ingredientes, em rações práticas de suínos e aves, os efeitos econômicos causados por um ingrediente que não foi processado adequadamente e, conseqüentemente com baixo valor nutritivo é bem relevante

Como são escassas as informações de quanto o valor nutritivo do milho poderá ser afetado quando submetido a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento, este trabalho teve como objetivos:

- Determinar a composição química e os valores de energia metabolizável de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento, bem como os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos, e a composição em aminoácidos digestíveis.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Milho e seu valor nutritivo

Dentre os grãos de cereais, o milho é o mais utilizado na alimentação dos animais. A sua porção amilácea (endosperma) que abrange cerca de 3/4 do grão é constituída principalmente de amido, e apresenta menos de 10% de proteína bruta e apenas traços de minerais e gordura. O tegumento e a ponta se constituem praticamente também só de carboidratos, embora apresentem menos amido e cerca de 15% de fibra bruta. A camada córnea do glúten, logo abaixo do tegumento, possui cerca de 22% de proteína bruta, o mesmo acontece com o gérmen, que contém ainda cerca de 35% de gordura (ANDRIGUETO, 1984).

A proteína do endosperma do milho normal apresenta-se deficiente em dois aminoácidos essenciais: lisina e triptofano. Como o endosperma tem, aproximadamente, 85% da proteína do grão, a qualidade dessa proteína mostra ser de baixo valor nutricional. O milho como fonte protéica para alimentação animal, torna-se deficiente, pois contém, em média, apenas 10% de proteína, e desta, 50% está representado por zeína que, além de ser pobre em lisina e triptofano, é de baixa digestibilidade. No entanto, o milho possui alto valor energético, com valor médio de nutrientes digestíveis totais em torno de 80%, e cerca de 3.400 Kcal de energia metabolizável por kg, o que faz deste alimento participar com grande quantidade e frequência nas rações das aves (VALOIS et al. 1983).

Devido a preocupação com o desenvolvimento de fungos, em decorrência de uma alta umidade, os grãos de milho têm sido submetidos a secagem mais severa, tornando-se quebradiços e danificados, podendo afetar os níveis de energia e de proteína, bem como, de outros nutrientes. Entretanto, existem poucas informações sobre como estas frações

danificadas podem afetar o valor nutritivo do milho. DALLE (1994) observou que grãos quebrados possuem 90 kg de EM/kg a menos em relação aos grãos inteiros. Este mesmo autor, investigou a diferença de proteína nos dois tipos de grãos, e não notou diferença entre conteúdo de proteína do grão inteiro versus grãos quebrados.

COSTA et al. (1976), trabalhando com suínos em terminação, observaram que o valor de energia metabolizável e a absorção de nitrogênio do milho, submetido a secagem com temperatura 160 °C, foi significativamente menor em relação ao milho seco a temperaturas de 80 e 120 °C. Os autores observaram progressivo escurecimento, com odor e tostagem do grão, ocorrendo preferencialmente quando o milho foi seco a 160 °C. Estes autores sugeriram a ocorrência de uma reação entre um grupo amino e o açúcar redutor, para explicar os resultados encontrados. CABELL (1958), menciona ter encontrado estas mesmas características quando os grãos de milho foram secos a 138 °C.

Apesar da proteína do milho ser pobre em lisina, este aminoácido pode reagir com um açúcar redutor, presente nos grãos, ocorrendo a reação de Maillard, quando são submetidos a um processamento com temperatura elevada (MORAN e SUMMERS, 1970; McGUIRE and EARLE, 1958). A reação de Maillard poderá prejudicar tanto a disponibilidade de lisina, como o valor de energia metabolizável, uma vez que a lisina se complexa com um carboidrato. Segundo ARAÚJO (1994), a reação de Maillard provoca degradação nos carboidratos.

COSTA et al. (1977a), conduzindo experimentos com aves em crescimento, com o objetivo de avaliar a disponibilidade de lisina, em grãos de milho seco a temperaturas de 80, 100, 120, 140, 160 e 180 °C, e de 82, 104 e 127 °C, contendo 14 e 23 % de umidade, respectivamente, verificaram redução da disponibilidade de lisina, quando os grãos de milho foram submetidos a uma secagem de 150 °C, com 14 % de umidade. Nos milhos secos a temperaturas de 82, 104 e 127 °C, contendo 23 % de umidade, não foi observado mudanças na disponibilidade de lisina até a temperatura de 104 °C, mas, houve redução da disponibilidade de lisina em 11%, quando o milho foi seco à temperatura de 127 °C.

A arginina e a histidina também são capazes de complexar com o açúcar redutor, ocorrendo a reação de Maillard, mas parece ser a lisina mais sensível. Temperatura elevada afeta também a cistina, este aminoácido é facilmente destruído em altas temperaturas (MORAN et al. 1970).

HATHAWAY et al. (1952) estudando o uso de milho na ração de ratos, cujos grãos foram submetidos a elevadas temperaturas de secagem, encontraram redução no valor nutritivo da proteína do milho e nos valores de energia quando os grãos foram submetidos a uma secagem com temperatura superior a 71 e 60 °C, respectivamente. Estes autores verificaram redução no ganho de peso dos ratos, quando alimentaram os animais com dietas contendo milho, como principal fonte de energia, que foi previamente submetido a secagem a temperatura de 60 °C.

Um alto nível de umidade pode intensificar a desnaturação de certos nutrientes, particularmente os aminoácidos (MORAN e SUMMERS, 1970).

O peso dos grãos também pode afetar o valor nutritivo do milho. DALLE (1994) observou relação positiva entre energia e densidade, a relação indicou perda de 6 kcal/kg de EM para cada libra de redução de peso da amostra individual. VALOIS et al. (1983) observaram correlações negativa e significativa existentes entre o peso de grãos e a porcentagem de proteína.

2.2. Composição química

Apesar da constante busca de alimentos alternativos, o milho é um ingrediente tradicional nas formulações de rações. Assim o conhecimento da composição química e do seu valor nutricional torna-se importante, uma vez que o grau de diferença de uma partida de cereal depende não apenas da sua variedade e das condições em que foi plantado, mas também, das condições a que foi submetido durante o processo de fabricação das rações .

A desuniformidade e as alterações de qualidade das matérias-primas existentes no mercado brasileiro são alguns dos principais problemas enfrentados pela indústria de alimentos animal, o que acarreta na qualidade das rações e conseqüentemente, compromete o desempenho animal. Para formular rações com valores mais exatos e seguros seria necessário estabelecer a composição química de cada lote de matérias-primas, mas, isto na prática é trabalhoso.

Variações nos valores de composição entre lotes de um mesmo alimento, além daquelas provenientes dos ingredientes melhorados geneticamente e disponíveis para a indústria de rações e de novos subprodutos, são inevitáveis (DALLE, 1999).

A parte da planta utilizada, o estágio de maturação e os números de cortes proporcionam variações na matéria-prima e na qualidade da proteína dos alimentos. Nos alimentos de origem animal, vários fatores como tecido que compõe o alimento, tipo de processamento e armazenamento também influenciam a qualidade da proteína e, conseqüentemente, a disponibilidade de seus aminoácidos (RHODES e JENKINS, 1975).

O valor nutricional dos grãos pode ser prejudicado por alteração da composição química, diminuindo a biodisponibilidade de alguns nutrientes, com presença de fatores antinutricionais e proliferação de fungos com ou sem produção de micotoxinas (ROSTAGNO, 1993).

A composição química dos alimentos é um dos fatores que determina seu valor nutricional, tornando-se importante a determinação do conteúdo e da disponibilidade dos nutrientes, bem como o valor energético e o conteúdo de aminoácidos digestíveis dos alimentos, a fim de que haja maior precisão na formulação e no balanceamento das rações, tornando-as de menor custo possível (BRUGALLI, 1996).

2.3. Energia metabolizável

A energia presente nos alimentos é um dos fatores mais importante a ser considerado na nutrição animal. Está relacionada com o consumo de alimento e é utilizada nos mais diferentes processos metabólicos que envolvem desde a manutenção das aves até o máximo potencial produtivo (FISCHER JR. et al., 1998).

A energia contida nos alimentos representa 40 % dos gastos na produção de carne de frango e de ovos, evidenciando a importância da acurácia para determinação da energia dos alimentos que compõem as fórmulas das rações para aves. Os grãos de cereais constituem maior proporção nas rações e contribuem com maior nível de energia (SCOTT et al., 1998).

Existem várias formas de expressar a energia presente nos alimentos. Dentre elas estão a energia bruta, digestível, metabolizável e líquida. A energia bruta indica apenas a energia presente no alimento. A energia digestível aparente é aquela determinada pela diferença entre a energia ingerida menos a energia excretada nas fezes, mas como as aves excretam urina e fezes juntas, a determinação de energia digestível torna-se dificultada. A energia metabolizável aparente é a energia bruta consumida do alimento menos a energia bruta contida nas fezes, urina e produtos gasosos da digestão, quando são consideradas as perdas endógenas e metabólicas, obtém-se a energia metabolizável verdadeira. A energia líquida é a energia metabolizável menos a energia perdida como incremento calórico, para determiná-la é necessário um conhecimento detalhado de nutrientes digestíveis e as dificuldades de medi-los é a maior limitação. Assim, os valores de energia metabolizável (EM) são os que melhor representam a quantidade de energia disponível no alimento para aves, por ser relativamente simples de ser obtida.

A formulação de ração com base na energia metabolizável, iniciou-se no final dos anos 50 e início de 60, devido a dificuldade da determinação da energia produtiva (EP). Segundo HILL e ANDERSON (1958), os valores de energia produtiva eram muito variáveis, quando comparados aos valores de energia metabolizável.

2.3.1 Métodos de determinação dos valores de energia metabolizável

São diferentes os métodos biológicos de determinação dos valores de EM dos alimentos. São eles: método tradicional de coleta de excretas (SIBBALD e SLINGER, 1963); alimentação precisa (SIBBALD, 1976), técnica de Farrel (FARREL, 1978), além da predição destes valores por meio de equações de predição, originando valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn).

O método mais difundido para determinação de EM é o método de coleta total de excretas, que determina a EMA. Este método é caracterizado pelo uso de ração referência aliada ao alimento teste, podendo ser com pintos ou galos adultos. O método consiste na

diferença entre a energia bruta ingerida e a energia bruta excretada pelas aves. Utiliza-se um período de adaptação das aves às rações, seguido de um período de cinco dias de coleta de excretas, em que todo alimento consumido é mensurado e toda a excreta produzida é coletada.

O método de coleta total tem sofrido várias críticas, a primeira é que os valores de EMA é altamente influenciada pelo consumo de alimentos, ocorrendo a possibilidade de se subestimarem os valores de EMA em alimentos que tendem a causar depressão no consumo. Outra crítica é a incorreta suposição de que toda energia perdida na excreta vem diretamente do alimento; sabe-se que a energia fecal das aves é composta pela energia dos resíduos do alimento não digerido e da energia metabólica, que consiste na energia proveniente da bile, de escamações das células da parede intestinal e dos sucos digestivos. E, a energia da urina é constituída do alimento que não foi utilizado, da energia endógena resultante de subprodutos nitrogenados dos tecidos que estão em renovação e da energia metabólica originada de subprodutos nitrogenados da utilização de nutrientes (NASCIMENTO, 2000).

Devido a uma série de críticas a este método, SIBBALD, (1976) desenvolveu nova metodologia usando correções dos valores de EMA pelas perdas endógenas e metabólicas, obtendo assim valores de EMV. Este método é considerado rápido, baseia-se no uso de galos que são forçados a consumirem uma determinada quantidade de alimento - teste (30g), por intermédio de um funil - sonda diretamente no papo, via esôfago, posteriormente procede-se à coleta de excretas por um período de 48 horas. Para realização das correções dos valores de EM pelas perdas metabólicas e endógenas alguns galos são deixados em jejum.

Existem também algumas críticas ao método de Sibbald, uma vez que os valores de energia endógena e metabólica são considerados constantes, independente do consumo do alimento, tanto em quantidade como em qualidade. Outras críticas referem-se ao descarte do possível sinergismo ou antagonismo existentes com os ingredientes da ração na utilização de energia; como também o período de jejum em que as aves são submetidas antes de serem forçadas a ingerir o alimento teste, o que não representa um estado normal das aves (NRC, 1994).

FARREL (1978) propôs outro método que consiste no treinamento de galos adultos, para consumir de 80 a 100 g de ração em uma hora. Os animais são alojados em gaiolas individuais, que permitem o controle rigoroso do consumo e a coleta total de excretas. Mas, quando se considera o tempo gasto com o treinamento dos animais (14 dias) e com o preparo das rações referência e experimental, esta metodologia não pode ser considerada mais rápida do que o método de Sibbald.

Equações de predição é uma boa alternativa para determinar os valores de EM, uma vez que permite a determinação da EM de acordo com a composição química do alimento, principalmente por ser os métodos convencionais dependentes de bomba calorimétrica e de uma metodologia que nem sempre pode ser executada pelas indústrias de rações. O problema do uso de equações de predição é que, para serem utilizadas, todos os nutrientes são considerados igualmente digestíveis, ou seja, a proteína da soja apresentará a mesma digestibilidade da proteína da farinha de carne.

Na determinação da EM é comum corrigir os valores de EMA e EMV pelo balanço de nitrogênio (BN), pois este estima com precisão a retenção ou perda de nitrogênio pelo animal (SIBBALD e WOLYNETZ, 1985).

A correção dos valores de EMA e EMV pelo balanço de nitrogênio foi proposta porque os valores de EM variam de acordo com o propósito para qual o alimento é usado. Nas aves jovens, em crescimento, uma parte considerável do nitrogênio consumido como alimento é retido como tecido e, em aves adultas, a maior parte dos compostos nitrogenados são catabolizados e excretados como ácido úrico (SIBBALD, 1981). Assim, a correção pela retenção de nitrogênio é geralmente aplicada para produzir valores de EMAn e EMVn, de forma a dar valores similares de energia para os alimentos, sendo ela medida em animais em crescimento ou em animais adultos. Obtendo então, uma padronização nos valores de EM de um mesmo alimento para aves com diferentes taxas de retenção de nitrogênio Potter, (1972), citado por PENZ JÚNIOR, (1999).

As diferenças no BN obtidas entre os tipos de aves tornam importantes a correção, principalmente se os valores de EMA são aplicados, de maneira geral, na nutrição de aves. HILL e ANDERSON (1958) assumiram que se o nitrogênio não fosse retido ele seria excretado como ácido úrico, então propuseram um valor de correção de 8,22 Kcal por grama de nitrogênio retido, em razão desta ser a energia obtida quando o ácido úrico é

completamente oxidado. Se o nitrogênio estiver retido no corpo do animal, a excreta irá conter menos nitrogênio urinário e, portanto, menos energia deve ser excretada, caracterizando balanço de nitrogênio positivo. O balanço de nitrogênio é afetado por vários fatores incluindo a composição e o consumo de alimentos, podendo ser negativo ou positivo (ALBINO, 1991).

ALBINO et al. (1992) observaram que valores de EMA determinados pelo método tradicional, foram maiores que os obtidos pelo método de Sibbald. Quando se fez a correção dos valores, pelo BN, observou-se acréscimos nos valores de EMAn obtidos pelo método de Sibbald. Isto foi atribuído ao balanço negativo de nitrogênio, pois devido ao período de jejum e a pequena quantidade de consumo de alimento, as perdas de excreção de energia fecal metabólica (EFm) e energia urinária endógena (EUE) são maiores, consequentemente ocorre maior influência destas sobre os valores de EMA e EMAn.

De acordo com SHIRES et al. (1980) e Coelho (1983), em níveis normais de consumo de alimento, as perdas de EFm e de EUE são pequenas em relação à excreção de energia proveniente do alimento e têm pouca influência nos valores de EMA e EMAn, obtidos pelo método tradicional.

ALBINO (1991), usando o método tradicional com pintos e o de "alimentação forçada" com galos, verificou que os sistemas de determinação dos valores de EMAn e EMVn são adequados para formular rações para aves, embora a maior limitação para se usar o sistema de EMV, na formulação de rações para aves, seja o fato de todos os padrões nutricionais brasileiros se basearem em EMA.

2.3.2. Fatores que interferem nos valores de energia metabolizável

Os valores de EM podem variar em função da idade, consumo, peso das aves, sexo, composição química, processamento, armazenamento, fatores antinutricionais e níveis de substituição dos alimentos.

Para determinação dos valores de EM, a idade das aves deve ser considerada, pois, com o aumento da idade, ocorrem mudanças na taxa de passagem da digesta, como também na atividade das enzimas. O tempo de passagem do alimento é dependente da idade da ave, e é também dependente da composição do alimento (VERGARA et al. 1989). Ocorre

menor taxa de passagem em aves adultas do que em aves mais jovens. NOY e SKLAN (1995) verificaram aumento na digestão do nitrogênio de 78 para 92% e, para os ácidos graxos e o amido, de 82 para 89%, no período de 4 a 21 dias de idade dos frangos de corte, estes autores atribuíram esta diferença a um possível aumento de secreções biliares e de atividade das enzimas pancreáticas com o avançar da idade.

FANOLLA et al. (1981), testando rações com diferentes quantidades e qualidades de proteína bruta, para frangos de corte de 21 a 52 dias de idade, não encontraram diferenças nos valores de EM entre as duas idades. No entanto, SCOTT et al. (1998), avaliando EMA de trigo e cevada, observaram que os valores de EMA, foram mais baixos quando a coleta era feita aos 8 dias de idade em relação aos 16 ou 17 dias, mostrando o efeito da idade influenciando nos valores de EMA. Isso confirma o que foi relatado por MARCH (1973), em que o efeito da idade das aves é particularmente importante para alimentos que contenham substâncias antinutricionais, pois geralmente os efeitos causados só começam a diminuir após a terceira semana de idade.

BORGES et al. (1998), observaram que aves adultas aproveitam melhor os alimentos fibrosos. MURAKAMI et al. (1995) encontraram valores de EM menores em aves jovens. Entretanto, SHIRES et al. (1980) e SIBBALD (1960), não observaram efeito da idade nos valores de energia metabolizável.

Estudos têm demonstrado que variações na quantidade de energia dos alimentos obtidos pelo sistema de EMA estão diretamente relacionados com o consumo de alimentos, ocorrendo a possibilidade de subestimarem os valores de EMA em alimentos que tendem a causar depressão no consumo (ALBINO, 1991).

BORGES et al. (1998), estudando a quantidade de alimento ingerido 25g e 50g, observaram que os valores de EMA e EMAn foram menores quando as aves ingeriram 25g em relação as aves que ingeriram 50g. Estes autores atribuíram esta diminuição dos valores, devido ao baixo nível de ingestão do alimento, uma vez EFm e EUe deprimem os valores de EMA em caso de baixo consumo. Entretanto, WOLYNETZ e SIBBALD (1984), testando a influência do nível de ingestão de alimento sobre os valores de EMV e EMVn, não verificaram diferenças entre os valores encontrados quando o nível de ingestão de alimentos variou de 25 a 80g.

As perdas metabólicas e endógenas de matéria seca, energia e nitrogênio estão relacionadas com o peso corporal das aves, isto é, as aves mais pesadas apresentam maiores perdas desses elementos. Quando as perdas foram calculadas por unidades de peso metabólico, ALBINO et al. (1992) observaram redução das perdas com o avanço da idade das aves, indicando que essas perdas tendem a diminuir à medida que as aves crescem.

A diminuição das perdas metabólicas e endógenas para aves com idade mais avançada é esperado, uma vez que estas possuem maior gordura de reserva, podendo ser mobilizada como fonte de energia para a manutenção durante o período de jejum em que são submetidas. Assim, o grupo de animais usado em um ensaio deve ter características semelhantes a medida que existe uma variação, nas perdas metabólicas e endógenas entre as aves (SIBBALD, 1981).

Os valores de EM podem ser influenciados pelo sexo das aves, porém, PARSONS et al. (1982), não observaram diferenças nos valores de EM determinados com machos e fêmeas, quando os valores das excretas foram corrigidos pelo BN.

A composição química dos ingredientes influencia diretamente o valor de energia metabolizável. O teor de matéria mineral e o tipo de gordura presente no alimento são os principais fatores que influenciam os valores de EM. JOHNSON et al. (1998), utilizando várias farinhas de origem animal com alto e baixo teores de matéria mineral para galos adultos, verificaram que as farinhas contendo baixos teores de cinzas apresentaram valores maiores de EMVn. PARSONS et al. (1998) avaliando energia metabolizável de milho com níveis crescentes de extrato etéreo (5,9, 6,6 e 9,5 % na MS) observaram um aumento nos valores de EMVn com o aumento do conteúdo de óleo no milho.

O processamento e armazenamento dos alimentos também interferem diretamente na digestibilidade dos nutrientes, podendo causar variações no conteúdo energético dos alimentos. As farinhas de carne e ossos encontradas no mercado apresentam grande variação na composição química e energética, tal fato pode ser atribuído a falta de padronização e do processamento que a matéria-prima é submetida. BARTOV (1982) trabalhando com frangos alimentados com milho previamente armazenado por 96 dias e contendo, com 13% de umidade, constatou redução significativa na energia metabolizável da ração, resultando em considerável queda no desempenho das aves.

2.4. Aminoácidos

Uma ração deve satisfazer exatamente as necessidades em nutrientes, o que, no entanto, é frequentemente impossível, devido à grande variação entre animais, nos custos e no conteúdo dos nutrientes nos alimentos. O conhecimento da disponibilidade de aminoácidos é tão importante quanto o conhecimento da disponibilidade de energia. Sabe-se que se o animal recebe uma dieta com excesso ou com deficiência de aminoácidos, parte da energia será perdida para eliminar o excesso de aminoácidos.

Estudos têm demonstrado que nem todos os nutrientes presentes no alimento estão totalmente disponíveis para os animais. Conseqüentemente, o potencial econômico ideal da ração não pode ser alcançado sem que se conheça a digestibilidade dos aminoácidos nos alimentos. Assim, foi intitulado que os valores de aminoácidos devem ser expressos em termos de aminoácidos digestíveis e não mais em aminoácidos totais, uma vez que os valores em aminoácidos digestíveis, na maioria dos alimentos, são substancialmente menores que a quantidade total. A formulação de rações com base nos aminoácidos digestíveis traz maiores benefícios, devido às diferenças de digestibilidade entre os diversos ingredientes (NRC, 1994; WANG E PARSONS, 1998; ROSTAGNO, 1999).

Existem vários métodos para determinar a digestibilidade dos aminoácidos, sendo que os ensaios biológicos são considerados os mais precisos, e por isto são mais usados para avaliar a disponibilidade de aminoácidos nos alimentos.

Apesar da disponibilidade dos aminoácidos ser considerada mais precisa, por representar o que realmente está sendo aproveitado pelo animal, a metodologia mais utilizada é a da digestibilidade (ROSTAGNO, 1999).

PUPA (1995), avaliando o desempenho de frangos de corte que receberam ração elaborada com valores de aminoácidos totais, observou uma piora no desempenho e no rendimento de carcaça. Evidenciando a importância de se elaborar rações com base em aminoácidos digestíveis para se obter maior lucratividade no setor.

WANG e PARSONS (1998), avaliando a formulação de rações com um alimento alternativo com base em aminoácido total, digestível e disponível, concluíram que as rações formuladas com base em aminoácidos digestíveis são semelhantes às formuladas com

aminoácidos disponíveis, e ambas são superiores às formuladas com base em aminoácidos totais.

2.4.1. Métodos de determinação dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos

Ensaio biológicos de digestibilidade de aminoácidos determinam a capacidade do animal (trato digestivo) de aproveitar os aminoácidos dos alimentos, porém não dão indicações de como estes são utilizados para crescimento, manutenção e produção (ALBINO, 1991).

Dentre os ensaios de digestibilidade biológicos, os métodos mais usados são a alimentação forçada com galos inteiros ou cecectomizados, a alimentação *ad libitum* com galos ou pintos intactos para estimativa da digestibilidade ileal, e a coleta total de excretas com pintos.

O método de alimentação forçada consiste numa adaptação da metodologia de determinação dos valores de energia metabolizável, descrita por SIBBALD (1976), após algumas modificações. O uso desta metodologia elimina o problema de ingestão do alimento, pois a alimentação é forçada, entretanto, ocorre estresse promovido às aves.

Na técnica da alimentação forçada, são usados tanto galos inteiros como cecectomizados. PARSONS (1985), concluiu que o valor de aminoácido digestível derivado de galos cecectomizados é semelhante ao de aminoácido disponível obtido no ensaio de crescimento. O uso de animais cecectomizados minimizam o efeito da ação dos microrganismos do intestino grosso, na excreção dos aminoácidos (PARSONS, 1991). Segundo KIENER (1989), a microflora do ceco na degradação de aminoácidos pode contribuir na superestimação dos valores do coeficiente de digestibilidade.

As bactérias poderiam sintetizar aminoácidos ou usar os provenientes da dieta sem proveito para as aves, estima-se que 20-25% dos aminoácidos excretados nas fezes são de origem microbiana, que tem sua maior concentração no “cecus”. Portanto o uso de galos cecectomizados tem sido a proposta para eliminar estes problemas, porém estes animais apresentam maior excreção de aminoácidos endógenos (ALBINO, 1991).

O método de coleta total de excretas com pintos consiste no fornecimento de ração à vontade para as aves, com o alimento teste substituindo 30 a 40% de uma ração basal, determinando-se a digestibilidade dos aminoácidos por intermédio da diferença do ingerido do excretado. Pode ser usado um marcador fecal (óxido férrico) ou um indicador fecal (óxido crômico) para identificar o início e o término do período de coleta; neste caso a digestibilidade dos aminoácidos é calculada por meio de um fator de indigestibilidade, mediante a relação do cromo da ração e o da excreta.

Outra forma de determinação de digestibilidade dos aminoácidos é o método da coleta de digesta ileal, que compreende na coleta de amostra no íleo terminal, este método baseia-se na idéia de que os aminoácidos são absorvidos no intestino delgado e as proteínas residuais, os peptídeos e os aminoácidos não - digeridos, desdobrados por microrganismos no intestino grosso, absorvidos como amônia, aminas ou amidas, porém não são utilizados na síntese protéica (ROSTAGNO et al., 1999).

ANGKANAPORN et al. (1997) relataram que a digestibilidade dos aminoácidos, estimados em técnicas de coleta de excretas, têm vantagens em relação à coleta da digesta ileal, pela sua simplicidade e por não precisar de sacrificar as aves.

2.4.2. Fatores que influenciam a digestibilidade dos aminoácidos

Vários são os fatores que podem influenciar nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos como a metodologia utilizada, a concentração de proteína na dieta, o processamento do alimento, a temperatura ambiente, a composição do alimento, o tempo de permanência das excretas nas bandejas coletora, idade da ave, dentre outros.

BORGES (1999), utilizando a metodologia da alimentação forçada para determinar a digestibilidade do grão de trigo e seus subprodutos, verificou menor digestibilidade dos aminoácidos, quando forneceu 25g do alimento aos galos, comparado com o de 50g, indicando que níveis de consumo podem afetar o valor dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos.

JOHNSON (1992) verificou maior excreção dos aminoácidos ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutâmico, prolina e histidina em galos cecectomizados que em galos

intactos. GREEN (1987) ao trabalhar com galos intactos e cecectomizados, não encontrou diferenças na digestibilidade de aminoácidos obtidos com cereais.

Muitas discussões têm ocorrido, devido a veracidade do uso de animais em jejum para determinar as perdas endógenas e metabólicas, obtendo assim valores de coeficientes de digestibilidade verdadeira. Por isto, foi proposto o uso de dieta isenta de proteína (DIP) para mensuração das perdas endógenas. Entretanto, estudos questionam que a fibra e a energia presentes na DIP podem afetar as perdas endógenas (ENGSTER et al., 1985). PARSONS et al. (1983), observaram que a presença da fibra na dieta provoca um aumento na excreção de aminoácidos, isto pode ser atribuída a uma irritação na mucosa ocasionada pela presença da fibra. MUZTAR e SLINGER (1980), mencionam que as perdas metabólicas aumentaram quando se utilizou dieta isenta de proteína ao invés de animais em jejum.

A composição química também tem importância na determinação dos coeficientes de digestibilidade. PARSONS et al. (1998), ao avaliarem a digestibilidade dos aminoácidos presentes no milho convencional e de três variedades de milho com alto teor de óleo (4.3, 5.9, 6.6 e 9,5 %), observaram que o aumento do teor de óleo aumentou o nível de lisina, bem como, asparagina, cistina e metionina por unidade de proteína bruta, mostrando que o aumento do teor de óleo presente no alimento pode contribuir para o aumento da digestibilidade dos aminoácidos. O óleo é responsável pelo aumento do tempo de retenção dos alimentos, favorecendo a digestão completa, permitindo maior contato entre enzimas e quimo, melhorando a digestibilidade.

RODRIGUES (2000), ao comparar quatro variedades de milho, observou que houve variação na digestibilidade da maioria dos aminoácidos essenciais e não essenciais, evidenciando que não só a energia, mas também, outros nutrientes podem variar sua digestibilidade em função de diferentes lotes, variedades ou processamentos a que são submetidos.

ZUPRIZAL et al. (1993) observaram que as altas temperaturas podem diminuir a digestibilidade dos aminoácidos, contribuindo para menor desempenho dos animais. Estes autores constataram em um trabalho que o aumento da temperatura de 21 para 32°C, ocasionou uma piora na digestibilidade dos aminoácidos do farelo de colza.

A idade das aves deve ser considerada ao utilizar a metodologia de coleta total de excretas para determinação de digestibilidade dos aminoácidos, pois o trânsito digestivo e o tamanho do cecus variam com a idade, afetando a digestibilidade dos aminoácidos. Alguns autores afirmam que as aves com aproximadamente 16 dias de idade podem proporcionar resultados satisfatórios nos valores de digestibilidade dos aminoácidos (ROSTAGNO, 1999).

O tempo de permanência das excretas nas bandejas coletoras também podem influenciar nos valores de aminoácidos digestíveis, ROSTAGNO e FEATHERSTON (1977) estudaram a variação no conteúdo de aminoácidos da excreta em diferentes períodos de coleta (0, 12, 24 e 48 horas) a uma temperatura ambiente de 24°C. Estes autores concluíram que o tempo de coleta de 12 horas não alterou o conteúdo de aminoácidos das excretas, entretanto o aumento no tempo para 24 e 48 horas, aumentou a quantidade de alguns aminoácidos como lisina e treonina.

CAPÍTULO 1

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ENERGÉTICA DE AMOSTRAS DE MILHO SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO

1. INTRODUÇÃO

A determinação dos valores de energia metabolizável (EM) dos alimentos é de grande importância, pois é a forma mais utilizada no cálculo de rações de aves. A precisão desses valores está diretamente relacionada com os sistemas de produção, e sua utilização correta é necessária para se obter ótima produtividade e máxima rentabilidade (ALBINO, 1991).

Existem várias metodologias de determinação de EM, sendo que cada uma apresenta vantagens e desvantagens. O método tradicional de coleta total de excretas é um dos ensaios biológicos mais usados. Os valores de EM são corrigidos pelo balanço de nitrogênio, com o intuito de representar a energia efetivamente utilizada pelo animal, obtendo com esta correção valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) ou energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn), dependendo do método adotado.

PARSONS et al. (1982) afirmam que a EMAn expressa com mais precisão o valor de energia metabolizável quando esta é comparada com o valor da EMVn.

O milho, principal ingrediente de rações de aves, no Brasil, pode ter sua qualidade influenciada por vários fatores. O conhecimento nutricional dos ingredientes, submetidos a diversos tipos de processamento, permitirá aos nutricionistas a realizar as correções necessárias nas formulações de rações, e mesmo decidir qual a condição que o ingrediente deva estar ou ter sido processado para ser utilizado nas rações.

Grãos de milho submetidos a secagem mais severa, com elevadas temperaturas, tornaram-se mais danificados e quebradiços. No entanto, há dúvidas sobre como os fragmentos de milho quebrado pode afetar a energia metabolizável. Sabe-se que o milho quebrado é mais propenso a contaminação por bolores e micotoxinas, mas pouco se conhece sobre como esta condição afeta a energia metabolizável de uma amostra (DALE, 1995).

Considerando-se que boa porcentagem do total de milho produzido no Brasil é destinada a avicultura, e que este setor necessita da qualidade deste grão para assegurar competitividade, a garantia de que o processamento adotado não prejudicou o valor nutritivo do milho, faz-se necessário.

FRANQUEIRA et al. (1979), observaram que a determinação prévia dos valores nutritivos dos alimentos utilizados na formulação de rações para poedeiras proporcionou melhor produção, do que quando se utilizou valor de composição química e de EMA de tabela. Entretanto, não é muito prático para os fabricantes avaliarem os valores de energia metabolizável de uma amostra a cada lote de alimento recebido, o que sugere a necessidade de se ter dados seguros e apropriados, para que os valores de energia metabolizável sejam utilizados nas formulações de ração. Para a elaboração de dados de composição química dos alimentos é necessário o conhecimento do tipo de processamento no qual o alimento foi submetido, como temperatura e armazenamento, uma vez que estas variáveis podem influenciar os resultados de EMA e da composição química do alimento em questão.

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar a composição química e os valores de EMA e EMAn de amostras de milho submetidas a secagem natural (temperatura ambiente) e secagem artificial (temperaturas de 80, 100 e 120°C) e armazenado por diferentes períodos (0, 60, 120 e 180 dias).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. A primeira foi realizada na unidade armazenadora da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, em Rio Verde (GO) e nos laboratórios de Pré-processamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola - DEA, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), enquanto que a segunda etapa foi realizada no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZO) da UFV.

Na primeira etapa os grãos de milho a granel da variedade híbrido Pioneer 30F80, foram submetidos a operações de limpeza e secagem, sendo os processos de recebimento, pesagem, limpeza, secagem e armazenamento dos grãos de milho, realizados conforme condições rotineiras de operacionalização. Foram realizadas as secagens de 07 (sete) cargas completas do secador KW-25, com cada uma das temperaturas do ar de secagem estabelecidas (80°C, 100°C e 120°C). Realizadas as secagens e pesagens, os grãos de milho foram armazenados durante 180 dias em silos metálicos. Durante esse período de armazenamento, amostragens para avaliação da qualidade dos grãos foram realizadas aos 0, 60, 120 e 180 dias. No recebimento do produto foi retirado uma quantidade de grãos para secagem à sombra, em local ventilado, e posteriormente submetido às mesmas condições de armazenagem e avaliações das amostras submetidas à secagem artificial.

A secagem natural e artificial foi concluída quando o teor de umidade do milho atingiu 13 %, para evitar o desenvolvimento de fungos durante o armazenamento. O teor de umidade inicial, antes de proceder a secagem, dos grãos de milho era de $17 \pm 1,0$ %.

Assim, foram quatro temperaturas de secagem e quatro períodos de armazenamento (0, 60, 120 e 180 dias), por isto foram obtidos quatro lotes de milho, e destes foram retiradas quatro amostras referentes às temperaturas de secagem, em cada período de armazenamento.

As amostras foram utilizadas para avaliação física dos grãos, que compreende em análises de porcentagem de grãos quebrados, suscetibilidade dos grãos à quebra, perda de peso dos grãos, teor de umidade dos grãos, grau de infestação, análise de micotoxinas dos grãos e avaliação biológica. A avaliação física faz parte do trabalho de tese de CAMPOS (2001).

Na segunda foram conduzidos quatro ensaios biológicos nos períodos de 04/06 a 13/06/2001; 20/07 a 29/07/2001; 27/08 a 05/09/2001; 29/10 a 07/11/2001, correspondendo respectivamente aos períodos de armazenamento. Nesta etapa foram determinados os valores de EMA das amostras de milho submetidas a secagem natural (temperatura ambiente) e artificial (temperaturas de 80, 100 e 120 °C), todos com teor de umidade de 13%, armazenadas por diferentes períodos (0, 60, 120 e 180 dias). Utilizou-se o método tradicional de coleta total de excretas, utilizando 245 pintos de corte, machos, da linhagem *Avian Farms*, para cada ensaio biológico. As aves foram criadas em círculo de proteção, em galpão de alvenaria, no Setor de Avicultura do DZO, até 21 dias de idade, alimentadas com uma ração inicial de frangos de corte à base de milho e farelo de soja. No vigésimo primeiro dia as aves foram pesadas e transferidas para baterias metálicas dispostas em uma sala de 80 m², com 4,0 m de pé direito e janelas de vidro, recebendo luz natural e, ou, artificial por 24 horas.

O período experimental para cada ensaio biológico, teve duração de dez dias, sendo cinco dias para adaptação das aves à ração e às instalações e cinco dias para coleta das excretas. Utilizou-se um esquema fatorial 4 x 4 (quatro temperaturas de secagem e quatro períodos de armazenamento), com sete repetições por tratamento e sete aves por unidade experimental, no delineamento inteiramente casualizado. O alimento teste substituiu em 40% da ração referência (Tabela 1). A ração - referência foi calculada de forma a obter 25% de PB e 2.950 Kcal de EM/ Kg de ração, para que ao misturarmos o milho fosse obtido 19,30 % de PB e 3.100 Kcal de EM/ kg que é a exigência das aves utilizadas no experimento. A ração foi calculada de forma atender as exigências estabelecidas por ROSTAGNO (2000).

A temperatura média no interior da sala, registradas durante os quatro ensaios biológicos foi 21,5 ± 1,0 °C.

Durante os dez dias de período experimental, as aves receberam ração e água à vontade. A coleta total das excretas foi iniciada após o período de adaptação, foi realizada em duas vezes ao dia, às 8 e 17 h, para evitar fermentação. As bandejas foram encapadas com plástico para facilitar a coleta e evitar perdas do material.

Ao final de cada coleta as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, previamente identificados e colocadas em freezer até o final do período experimental. Posteriormente, as excretas foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas, sendo retiradas alíquotas de cada repetição para pré-secagem e colocadas em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55°C, por um período de 72 horas. As amostras de excretas foram então, moídas e submetidas às análises de matéria seca (MS), nitrogênio (N), energia bruta (EB), segundo as metodologias descritas por SILVA (1990).

Foram feitas análises de MS, EB e N das rações. Foram feitas também análises de MS, N, EB, Proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P) das amostras de milho para verificar se a composição química e os valores de energia bruta foram alterados com a temperatura de secagem e com o tempo de armazenamento.

Ao término do período experimental, foram determinados o consumo de ração e a quantidade total de excretas.

Com base nos resultados das análises bromatológicas das rações, das amostras de milho e das excretas, foram calculados os valores de EMA e EMAn, usando as equações proposta por MATTERSON et al. (1965).

Os dados obtidos foram submetidos à análises de variância e metodologia de regressão superfície resposta utilizando o programa SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa -UFV 1999).

Tabela 1 - Composição percentual e calculada da ração referência

Ingredientes	%
Milho moído	46,555
Farelo de Soja	46,014
Fosfato Bicálcico	1,759
Óleo Vegetal	3,793
Calcário	1,129
Sal comum	0,388
DL-Metionina (99%)	0,094
Suplemento vitamínico *	0,080
Suplemento mineral **	0,050
Virginiamicina ¹	0,003
Cloreto de colina (60%)	0,100
Anticoccidiano ²	0,025
Antioxidante (BHT)	0,010
Total (%)	100.00
	Composição calculada
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2.950 (2.915) ³
Proteína bruta (%)	25.00 (23,5) ³
Metionina (%)	0.472
Metionina + Cistina (%)	0.850
Lisina (%)	1.396
Cálcio (%)	1.000
Fósforo disponível (%)	0.450
Sódio (%)	0.200

* Mistura vitamínica (kg do produto) - Vit. A, 15.000.000 UI; Vit. D₃, 1.500.000 UI; Vit. E, 15.000UI; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 4,0 g; Vit. B₆, 3,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ácido nicotínico, 25 g; Ácido pantotênico-10 g, Vit. K₃, 3,0 g; Ácido fólico, 1,0 g;; Bacitracina de zinco, 10 g; Selênio, 100 mg; Antioxidante B.H.T., 10 g; e excipiente q.s.p., 1.000 g.

** Mistura mineral (kg do produto) - Ferro, 80g; Cobre, 10 g; Cobalto, 2g; Manganês, 80 g; Zinco, 50 g; Iodo, 1 g; e excipiente q.s.p., 500g.

1- Promotor de crescimento -Stafac - 2 - Coxistac - Salinomicina

3 - Valores determinados no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição química das amostras de milho

Os valores de composição química e de energia bruta (EB) das amostras de milhos encontram-se na Tabela 2.

Não houve efeito da temperatura e do tempo de armazenamento ($P > 0,05$) na composição química e nos valores de energia bruta das amostras de milho submetidas aos diferentes processamentos. Resultados semelhantes foram obtidos por COSTA et al. (1976 e 1977), HATHAWAY et al. (1952), CABELL et al. (1958), GAUSMAN et al. (1952); SULLIVAN et al. (1973).

As amostras de milho apresentaram, em média 8,52 % de proteína bruta (PB), na matéria natural. Os valores encontrados estão de acordo com os citados na literatura (ROSTAGNO et al., 2000; NRC, 1994,). Os resultados obtidos de MS foram inferiores aos citados por ROSTAGNO et al. (2000) e pelo NRC (1994). Tal ocorrência pode ser atribuída ao tipo de secagem a que os milhos foram submetidos, uma vez que todas amostras foram secas até atingir 13 % de umidade.

Os valores de extrato etéreo (EE) encontrados foram superiores aos valores citados na literatura (ROSTAGNO et al., 2000, NRC, 1994).

Os resultados de composição química obtida neste trabalho apresentam algumas diferenças em relação a composição química de algumas variedades de milho citadas na literatura (ROSTAGNO, 2000; NRC 1994), evidenciando as diferenças existente entre o mesmo alimento. Do mesmo modo ALBINO (1980) e RODRIGUES (2000) relataram que

Tabela 2 - Valores médios da composição química e energética das amostras de milho, expressos na matéria natural, de acordo com a temperatura de secagem e o período de armazenamento ¹.

	Não armazenado				Armazenado por 60 dias				Armazenado por 120 dias				Armazenado por 180 dias			
	TA ²	80°C	100°C	120°C	TA ²	80°C	100°C	120°C	TA ²	80°C	100°C	120°C	TA ²	80°C	100°C	120°C
MS (%)	85,23	84,98	84,81	84,92	85,27	85,16	84,96	85,24	86,91	86,31	86,21	86,55	86,61	86,42	86,39	86,45
PB (%)	8,71	8,37	8,81	8,52	8,56	8,44	8,48	8,49	8,75	8,47	8,60	8,44	8,38	8,17	8,56	8,62
EE(%)	5,07	4,39	5,12	4,63	4,99	4,40	4,45	4,78	4,40	4,73	4,63	4,98	4,95	5,10	4,93	5,09
FB (%)	2,21	1,97	1,85	1,97	2,20	2,03	1,98	2,15	2,04	1,99	2,15	2,00	2,13	2,19	1,96	2,01
MM(%)	1,25	1,23	1,33	1,25	1,22	1,26	1,230	1,24	1,26	1,27	1,23	1,20	1,22	1,22	1,24	1,25
Ca (%)	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
P (%)	0,23	0,22	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,23	0,25	0,27	0,26
EB³	3.993	4.001	3.948	3.942	3.977	3.989	3.900	3.952	3.958	3.950	3.937	3.930	3.969	3.974	3.970	3.958

Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal de Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa - MS - Matéria seca, PB - Proteína Bruta, EE - Extrato etéreo, FB - Fibra bruta, MM - Matéria mineral, Ca - cálcio, P - Fósforo, EB - Energia bruta.

1 - Não houve diferença significativa (P > 0,05) para todos os parâmetros avaliados

2 - TA - Milho seco à temperatura ambiente, a temperatura média registrada foi de 27 °C

3 - Energia bruta em Kcal /kg

a composição química dos alimentos varia entre variedades de alimentos, tipo de solo e entre o tipo de processamento em que a matéria-prima foi submetida.

3.2 Análise física dos grãos de milhos

Segundo CAMPOS (2001), os grãos de milho foram armazenados com baixa umidade (13 %) e durante o armazenamento houve controle da umidade e da temperatura interna dos silos. Este procedimento evitou o desenvolvimento de fungos e por isto não foi observado presença de micotoxinas (aflatoxinas e zearalenona) nos grãos. Além disso, foi realizado expurgos para evitar a presença de insetos dentro dos silos, o que poderia alterar a qualidade dos grãos. Deste modo, o nível de infestação do milho pelos insetos não superou a margem aceitável. Assim sendo, ao realizar a análise física dos grãos, CAMPOS (2001) verificou aumento na porcentagem de grãos quebrados, na perda de peso e na maior susceptibilidade a quebra, à medida em que aumentou a temperatura de secagem e o tempo de armazenamento do milho.

3.3 Valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida do milho

Os valores de EMA e EMAN, estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Observou-se efeito quadrático para os valores de EMA e de EMAN com o aumento da temperatura de secagem. Os maiores valores de EMA e EMAN foram obtidos pela equação de regressão (Tabela 5), nas temperaturas de 49 e 50 °C, respectivamente. A razão para redução da energia metabolizável do milho com a variação da temperatura de secagem não está bem esclarecida. HATHAWAY et al.(1952) relataram que o valor nutritivo do milho já se reduz com temperaturas acima de 60°C, mas estes autores trabalharam com ratos.

Tabela 3 - Valores médios de energia metabolizável aparente (EMA) das amostras de milho, expressos na matéria seca, de acordo com a temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

EMA (kcal/kg)					
Temperatura de secagem	Tempo de armazenamento				
	0	60	120	180	Média
Temperatura ambiente ¹	3.820	3.835	3.765	3.716	3.784
80° C	3.892	3.872	3.837	3.659	3.815
100° C	3.801	3.746	3.645	3.633	3.706
120° C	3.633	3.577	3.578	3.511	3.575
Média	3.787	3.758	3.706	3.630	3.720

1 - A temperatura ambiente média registrada durante a secagem natural foi de 27 °C

Tabela 4 - Valores médios de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das amostras de milho, expressos na matéria seca, de acordo com a temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

EMAn (kcal/kg)					
Temperatura de secagem	Tempo de armazenamento				
	0	60	120	180	Média
Temperatura ambiente ¹	3.770	3.778	3.709	3.677	3.734
80° C	3.850	3.814	3.781	3.624	3.767
100° C	3.755	3.686	3.640	3.594	3.669
120° C	3.595	3.536	3.530	3.488	3.537
Média	3.743	3.704	3.665	3.596	3.677

1 - A temperatura ambiente média registrada durante a secagem natural foi de 27 °C

Tabela 5 - Equações de regressão ajustada e coeficiente de determinação (R^2) da energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das amostras de milho, em função da temperatura de secagem (x) e do tempo de armazenamento do milho (z) em Kcal/kg.

Parâmetros	Equações de regressão	R^2
EMA	$\hat{Y} = 3.772 + 0,0044537^* x - 0,0000453^* x^2 + 0,0008519^* z$	0,90
EMAn	$\hat{Y} = 3.717 + 0,0044633^* x - 0,0000443^* x^2 - 0,0008079^* z$	0,89

* - Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste "t"

Vários estudos demonstraram que o tratamento térmico dos alimentos favorece a digestibilidade do alimento. O milho é um ingrediente com alta porcentagem de amido que apresenta boa digestibilidade, e dependendo do processamento ao qual este alimento é submetido, esta digestibilidade poderá ser melhorada ou piorada. A temperatura de secagem ao qual o amido torna-se mais digestível difere entre os diversos tipos de amido dos alimentos. Para o amido do milho a temperatura de secagem recomendada situa-se entre 62-75 °C (PENFIELD et al. 1990).

Pela estimativa do ponto de máxima da temperatura de secagem, a redução da EMA dos grãos iniciou a 49 °C, pode-se inferir que antes de atingir a temperatura de secagem que melhoraria a digestibilidade do amido, com redução da viscosidade, houve reação que pode ter afetado a gelatinização. É possível que a gelatinização do amido tenha começado e, simultaneamente, pode ter ocorrido interação entre açúcar redutor e amino livre da proteína, caracterizando a reação de Maillard, consequentemente reduzindo a energia metabolizável. É provável que a gelatinização tenha começado porque observando os valores de EMA e EMAn (Tabelas 3 e 4), nota-se que com temperatura de 80 °C os valores de EMA e EMAn são maiores que os valores obtidos com grãos submetidos a uma secagem natural, ou seja, a secagem dos grãos de milho favorece os valores de energia metabolizável até certo ponto, acima de 49 °C ocorre uma redução, mas é baixa no início, e quando a temperatura passa de 80 °C, ocorre uma redução gradativa nos valores de EMA e EMAn. Foi observada uma

redução de 5 % nos valores de EMA e EMAn dos grãos submetidos a secagem artificial na temperatura de 120 °C em relação aos submetidos a secagem natural (± 27 °C).

A reação de Maillard pode ser induzida pela adição de açúcares redutores ou, naturalmente, pela hidrólise do amido. Os grãos de cereais são estáveis quando intactos, mas com a moagem iniciam-se algumas reações como a de Maillard (ARAÚJO, 1995). Para ser fornecido aos animais os grãos foram moídos, provavelmente isto favoreceu a reação.

A velocidade da reação de Maillard é decrescente na ordem, monossacarídeos, dissacarídeos, pentoses e hexoses (BOBBIO, 1984). Com a secagem dos grãos de milho, pode ter ocorrido quebra das ligações glicosídicas, liberando monossacarídeos e dissacarídeos favorecendo a reação. Segundo ADAMS (1943), pode ocorrer formação de dextrina não fermentáveis com aumento de temperatura de secagem do milho com possível complexação do amido, afetando os valores de energia metabolizável.

A reação de Maillard, promove degradação dos carboidratos, formando um complexo entre carboidratos e amino, dificultando a ação das enzimas digestivas. Apesar de na maioria dos trabalhos os autores relatarem que a reação de Maillard ocorre com temperaturas acima de 100° C, reação de Maillard pode acontecer em temperaturas mais baixas. Segundo BOBBIO (1984), a reação de Maillard é lenta em temperatura baixa e sua velocidade praticamente duplica a cada aumento de 10 °C entre 40 ° e 70 °C. E isto pode ter acontecido, uma vez que para atingir 13 % de umidade a secagem dos grãos foi mais rápida a medida que aumentava a temperatura de secagem. Os danos como quebra dos grãos após a secagem e a reação de Maillard, são mais acentuados no secador de secagem rápida (LASSERAN, 1978).

No entanto, COSTA et al. (1976), trabalhando com suínos encontraram menores valores de energia metabolizável quando os grãos de milho foram secos acima de 120 °C.

Uma outra explicação para a diminuição da EM, é a oxidação da gordura e a formação do complexo carbonil - amino. O que ocorre é que a gordura pode ser oxidada reduzindo compostos carbonil como aldeídos e cetonas, que reagem com o grupo amino-livre (NH₂ terminal) semelhante aos carboidratos, e este processo é acelerado com o calor (CARPENTER, 1973).

Segundo WANG e PARSONS (1991) valores de energia metabolizável verdadeira estão altamente relacionados com digestibilidade dos aminoácidos cistina e lisina, indicando que se tem alta digestibilidade destes aminoácidos, espera-se valores bons de EM, como será mostrado no próximo capítulo, a digestibilidade de lisina e cistina diminuiu com a temperatura de secagem, provavelmente esta redução foi também responsável pela redução da EMA neste trabalho.

Segundo CAMPOS (2001) o peso dos grãos reduziu com o aumento da temperatura e com o tempo de armazenamento, provavelmente esta é uma das razões para a redução dos valores de EMA. BAIDOO et al. (1991) estabeleceu uma relação entre densidade do grão e os valores de EMA. Os autores observaram que a redução de 20 % da densidade do grão, está associado com uma redução de 4,3 % no valor de EMA. ROSTAGNO (1993), afirma que este valor não pode ser desconsiderado, uma vez que a porcentagem média de incorporação do milho nas rações de aves é de 62 %, uma redução de 4 % no valor de EMA do milho corresponderá a 85 Kcal/kg de ração o que provocará menor peso final e piora na conversão alimentar de aproximadamente 3 %, e isto não é desejável.

A medida que aumentou o tempo de armazenamento das amostras de milho observou-se efeito linear ($P < 0,05$), com redução para os valores de EM. Com o aumento do tempo de armazenamento a deteriorização da matéria-prima é acelerada, principalmente se esta matéria-prima sofreu algum dano. CAMPOS (2001) observou-se aumento na porcentagem de grãos trincados com a secagem, tornando-os mais susceptíveis a quebra total subsequentes, que culminaram com uma deteriorização durante o armazenamento.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de determinar a composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem (temperatura ambiente e secagem artificial com temperaturas de 80, 100 e 120 °C) e diferentes períodos de armazenamento (0, 60, 120 e 180 dias). Para determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das amostras de milho, foram realizados quatro ensaios biológicos em baterias metálicas utilizando o método tradicional de coleta total de excretas. Em cada ensaio, realizado em função do tempo de armazenamento das amostras de milho, foram utilizados pintos de corte, machos da linhagem *Avian Farms*, de 21 a 30 dias de idade. O período experimental foi de dez dias, sendo cinco dias para adaptação das aves às rações e às instalações e cinco dias para coleta das excretas. Foi utilizado esquema fatorial 4 x 4 (quatro temperaturas de secagem e quatro períodos de armazenamento do milho), com 7 repetições por tratamento e 7 aves por unidade experimental, no delineamento inteiramente casualizado. Foi utilizado uma ração referência em que o milho substituiu em 40 %. As aves receberam água e ração à vontade. Foi realizada a coleta de excretas duas vezes ao dia, em horários fixos e pré-determinados, tendo início após o quinto dia de adaptação das aves. O consumo de ração durante o período dos cinco dias de coleta das excretas foi mensurado. As excretas foram armazenadas em freezer após cada coleta, e no final do período experimental, as excretas foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas, sendo retiradas alíquotas por repetição para análises de matéria seca, de nitrogênio e de energia bruta das rações e das excretas, para determinação da EMA e EMAn dos alimentos.

A composição química e os valores de energia bruta não diferiram ($P > 0,05$) estatisticamente com a temperatura de secagem, e com o de tempo de armazenamento.

Os valores de EMA e EMAn reduziram com a temperatura de secagem e com o tempo de armazenamento. Foi observado efeito quadrático com o aumento da temperatura de secagem, obtendo-se maiores valores de EMA e EMAn, nas temperaturas de 49 e 50 °C, respectivamente, obtidas por equação de regressão. Observou-se redução linear ($P < 0,05$) dos valores de EMA e EMAn com o tempo de armazenamento.

De acordo com os resultados encontrados neste experimento, pode-se concluir que, a secagem artificial de grãos de milho com altas temperaturas influenciou os valores de energia metabolizável do milho, mas, não alterou a composição química e o valor de energia bruta. Temperatura de secagem acima de 49 e 50 °C, reduziram os valores de EMA e EMAn, respectivamente; e quanto mais tempo os grãos ficaram armazenados menores foram os valores de EMA e EMAn.

CAPÍTULO 2

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS E VALORES DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE AMOSTRAS DE MILHO, PARA AVES

1. INTRODUÇÃO

Nas formulações de rações eficientes e econômicas para a produção de carne e de ovos, o conhecimento exato do conteúdo total de aminoácidos dos ingredientes e de sua digestibilidade é de suma importância, principalmente quando se considera que as alterações destes valores são grandes, tanto entre diferentes alimentos, como entre amostras do mesmo alimento submetidos a diferentes tipos de processamento.

O balanceamento dos aminoácidos na ração deve ser o mais correto possível, para que não ocorra excesso nem deficiência de qualquer aminoácido, de forma que todos sejam completamente aproveitados. O desbalanço pode provocar problemas na absorção e no aproveitamento dos aminoácidos, causando prejuízos no desempenho de aves e à exploração avícola, na forma de queda de produção ou aumento de custos. (COON, 1991).

O milho apesar de ser uma fonte energética nas formulações de ração, contribui com aproximadamente 22 % da proteína total, nas rações de frangos, assim o conhecimento

da digestibilidade dos aminoácidos do milho e de possíveis alterações no seu valor nutritivo é muito importante.

As alterações de qualidade das matérias-primas são alguns dos principais problemas enfrentados pela indústria de alimentação animal, pois pode afetar a qualidade das rações e comprometer o desempenho dos animais. A umidade e a temperatura são os principais fatores responsáveis pelo desenvolvimento de fungos em grãos, contribuindo para o aumento das perdas na qualidade dos mesmos. Por isto é necessário, um programa de controle dessas perdas, e este programa consiste em medidas de colheita no tempo certo, de secagem dos grãos e armazenamento dos mesmos na forma correta e padronizada. A secagem e armazenamento devem ser realizados com temperatura e tempo adequados para evitar a desnaturação excessiva das proteínas, evitando-se o comprometimento a digestibilidade dos aminoácidos presentes nos grãos.

Um superaquecimento poderá prejudicar a disponibilidade dos nutrientes, como os aminoácidos. A lisina e a cistina são os aminoácidos mais afetados quando o alimento sofre um aquecimento excessivo (NRC, 1994).

O conhecimento da digestibilidade dos aminoácidos do milho submetido a diversas situações, permitirá melhora na utilização dos alimentos e na formulação de rações mais precisas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e os aminoácidos digestíveis de amostras de milho submetidas a secagem natural (temperatura ambiente) ou secagem artificial (temperaturas de 80, 100, 120 °C) e a diferentes períodos de armazenamento (0, 60, 120 e 180 dias).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. A primeira foi realizada na unidade armazenadora da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, em Rio Verde (GO) e nos laboratórios de Pré-processamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola - DEA, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), enquanto que a segunda etapa foi realizada no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZO) da UFV.

Na primeira etapa os grãos de milho a granel da variedade híbrido Pioneer 30F80 foram submetidos a operações de limpeza e secagem, sendo os processos de recebimento, pesagem, limpeza, secagem e armazenamento dos grãos de milho, realizados conforme condições rotineiras de operacionalização. Foram realizadas as secagens de 07 (sete) cargas completas do secador KW-25, com cada uma das temperaturas do ar de secagem estabelecidas (80°C, 100°C e 120°C). Realizadas as secagens e pesagens, os grãos de milho foram armazenados durante 180 dias em silos metálicos. Durante esse período de armazenamento, amostragens para avaliação da qualidade dos grãos foram realizadas aos 0, 60, 120 e 180 dias. No recebimento do produto foi retirado uma quantidade de grãos para secagem à sombra, em local ventilado, e posteriormente submetido às mesmas condições de armazenagem e avaliações das amostras submetidas à secagem artificial.

A secagem natural e artificial foi concluída quando o teor de umidade do milho atingiu 13 %, para evitar desenvolvimento de fungos durante o armazenamento. O teor de umidade inicial, antes de proceder a secagem, dos grãos de milho era de $17 \pm 1,0$ %.

Assim, foram quatro temperaturas de secagem e quatro períodos de armazenamento (0, 60, 120 e 180 dias), por isto foram obtidos quatro lotes de milho, e destes foram retiradas quatro amostras referentes às temperaturas de secagem, em cada período de armazenamento.

As amostras foram utilizadas para avaliação física dos grãos, que compreende em análises de porcentagem de grãos quebrados, suscetibilidade dos grãos à quebra, perda de peso dos grãos, teor de umidade dos grãos, grau de infestação, análise de micotoxinas dos grãos e avaliação biológica. A avaliação física faz parte do trabalho de tese de CAMPOS (2001).

Na segunda etapa foram realizados quatro ensaios biológicos nos períodos 25/04 a 05/05/01, 27/06 a 06/07/01, 18/09 a 28/09/01 e 22/10 a 01/11/01, correspondendo respectivamente aos períodos de armazenamento. Nesta etapa foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira (CDV) dos aminoácidos e o conteúdo de aminoácidos digestíveis, de amostras de milho submetidas a secagem natural (temperatura ambiente) e secagem artificial (temperaturas de 80, 100 e 120°C) todos com o teor de umidade de 13 % e armazenadas por diferentes períodos (0, 60, 120 e 180 dias). Utilizou-se a técnica de alimentação forçada descrita por Sibbald, (1979) com galos Leghorn adultos cecectomizados, pesando em média $2.300 \text{ g} \pm 50 \text{ g}$.

As cirurgias de cecectomia dos galos foram realizadas no Setor de Avicultura, usando-se a metodologia descrita por PUPA et al. (1998).

A temperatura média registrada no interior da sala durante os quatro ensaios biológicos foi $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Foi utilizado esquema fatorial 4 x 4 (quatro temperaturas de secagem e quatro períodos de armazenamento), com um galo por unidade experimental, e oito repetições por tratamento, no delineamento inteiramente casualizado. E foi incluído um tratamento com galos em jejum, para realizar as correções das perdas endógenas e metabólicas, sendo 1 galo por unidade experimental e oito repetições. Assim, foram utilizados 40 galos em cada fase experimental. Os galos foram alojados em gaiolas individuais de baterias metálicas e submetidos a um período de adaptação de cinco dias, recebendo alimentação em dois turnos de uma hora cada, sendo um pela manhã e o outro à tarde, com o objetivo da dilatação do papo.

O período experimental foi de 92 horas. Os galos foram mantidos em jejum por um período de 36 horas, para tornar vazio seus tratos digestivos. Em seguida, foram forçados a consumir 30 g do alimento teste, introduzidos para dentro do papo através de um funil - sonda colocado via esôfago. Foi fornecido 15 g do alimento teste pela manhã e 15 g pela

tarde, para evitar que os galos regurgitassem o alimento fornecido. Simultaneamente, oito galos permaneceram em jejum.

As bandejas sob o piso da gaiolas foram revestidas com plástico para evitar perdas do material, e a coleta de excretas foi realizada duas vezes por dia (8 e 16 h), por um período de 56 horas, após iniciado o fornecimento dos alimentos. Foi realizada duas coletas ao dia para evitar fermentação das excretas. Anteriormente a cada período de coleta, todos os galos foram submetidos a um serviço completo de "*toilette*", em que foram retiradas as penas ao redor da cloaca, a fim de evitar contaminações das excretas.

As excretas foram coletadas e acondicionadas em freezer até o final do experimento. Posteriormente, as excretas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secas em estufa de ventilação forçada a 54 °C, por um período de 72 horas, para proceder a pré - secagem. Em seguida, as amostras de excretas foram moídas, e submetidas a análises laboratoriais de matéria seca (MS) e de nitrogênio (N), segundo a metodologia descrita por SILVA (1990), no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa.

As análises de aminoácidos dos alimentos e das excretas foram determinados no Laboratório da Mogiana Alimentos S. A. (Guabi-SP).

Uma vez conhecida a quantidade de aminoácidos ingeridos e excretados, bem como a fração endógena determinada com galos em jejum, foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira de cada aminoácido (CDVaa) e o conteúdo de aminoácido digestível verdadeiro dos alimentos, por intermédio da fórmula proposta por ROSTAGNO e FEATHERSTON (1977), a qual é apresentada a seguir.

$$CDVaa = \frac{AAing. - (AAexc. - AAend.) \times 100}{AAing.}$$

em que:

CDVaa = coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos;

AAing. = aminoácido ingerido em gramas;

AAexc. = aminoácido excretado em gramas; e

AAend. = aminoácido endógeno em gramas.

Os dados foram submetidos à análises de variância e metodologia da superfície resposta utilizando o programa SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa - UFV 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição em aminoácidos totais das amostras de milho

A composição aminoacídica das amostras de milho encontra-se nas Tabelas 1 e 2.

Os valores de alguns aminoácidos essenciais e não essenciais observados nas amostras de milho foram inferiores aos encontrados na literatura (ROSTAGNO, 2000; PUPA, 1995 e FISHER et al., 1998).

Foi observado resposta diferenciada entre os aminoácidos das amostras de milho para as diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento. De forma geral os teores de aminoácidos essenciais e não essenciais reduziram com o aumento da temperatura de secagem e com o tempo de armazenamento. Observou-se efeito quadrático para a metionina, metionina + cistina, treonina e triptofano, com a variação da temperatura de secagem. O maior conteúdo de treonina no milho foi observado na temperatura de 72 °C, obtida por equação de regressão (Tabela 3),. Este resultado está de acordo com o que foi relatado por HATHAWAY et al. (1952). Estes autores relataram que o valor nutritivo da proteína do milho é reduzido quando este é submetido a secagem superior a 71°C. Observou-se efeito linear ($P < 0,05$) para a lisina com o aumento da temperatura de secagem.

Observou-se efeito linear ($P < 0,05$) para metionina, metionina + cistina, treonina, e triptofano com o tempo de armazenamento.

O decréscimo dos aminoácidos com aumento de temperatura de secagem dos grãos já era esperado, pois segundo ARAÚJO (1995), todos os aminoácidos, especialmente lisina, treonina e metionina são sensíveis ao aquecimento.

Tabela 1 -. Valores médios da composição de proteína bruta e aminoácidos essenciais das amostras de milho, expressos em porcentagem, na matéria seca, de acordo com a temperatura de secagem e o período de armazenamento.

	Não armazenado				Armazenado por 60 dias				Armazenado por 120 dias				Armazenado por 180 dias			
	TA ¹	80°C	100°C	120°C	27° ¹	80°C	100°C	120C	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C
MS (%)	85,23	84,98	84,81	84,92	85,27	85,16	84,96	85,24	86,91	86,31	86,21	86,55	86,61	86,42	86,39	86,45
PB (%)	10,22	9,85	10,39	10,03	10,04	9,91	9,98	9,96	10,07	9,82	9,98	9,75	9,68	9,45	9,91	9,97
Arginina	0,461	0,443	0,451	0,450	0,455	0,429	0,438	0,426	0,461	0,464	0,459	0,448	0,442	0,466	0,462	0,452
Isoleucina	0,282	0,302	0,301	0,291	0,297	0,293	0,308	0,275	0,311	0,321	0,291	0,341	0,311	0,314	0,315	0,297
Leucina	1,220	1,232	1,219	1,239	1,238	1,223	1,224	1,207	1,234	1,187	1,182	1,184	1,211	1,268	1,211	1,183
Lisina	0,263	0,247	0,248	0,245	0,276	0,243	0,244	0,243	0,269	0,244	0,240	0,234	0,275	0,249	0,243	0,235
Metionina	0,208	0,199	0,201	0,182	0,198	0,194	0,199	0,194	0,195	0,197	0,196	0,194	0,197	0,195	0,197	0,196
Met+Cis²	0,427	0,415	0,419	0,397	0,412	0,402	0,428	0,413	0,405	0,411	0,405	0,396	0,412	0,396	0,408	0,404
Fenilalanina	0,531	0,530	0,530	0,539	0,515	0,504	0,527	0,475	0,491	0,473	0,446	0,462	0,470	0,466	0,481	0,486
Treonina	0,350	0,341	0,364	0,355	0,338	0,337	0,345	0,319	0,341	0,351	0,348	0,335	0,341	0,346	0,349	0,348
Triptofano	0,082	0,079	0,084	0,077	0,090	0,072	0,071	0,072	0,072	0,082	0,081	0,073	0,083	0,079	0,073	0,070
Glicina	0,348	0,337	0,409	0,358	0,366	0,332	0,347	0,322	0,378	0,358	0,412	0,422	0,368	0,423	0,380	0,363
Valina	0,429	0,437	0,464	0,455	0,440	0,429	0,434	0,409	0,426	0,429	0,428	0,416	0,442	0,462	0,460	0,437
Histidina	0,285	0,292	0,285	0,282	0,294	0,285	0,293	0,271	0,277	0,287	0,281	0,276	0,281	0,287	0,286	0,279

1-Milho seco à temperatura ambiente, temperatura média registrada foi de 27 °C; 2 - Metionina + Cistina.

Tabela 2- Valores médios de composição de proteína bruta e aminoácidos não - essenciais das amostras de milho, expressos em porcentagem, na matéria seca, de acordo com a temperatura de secagem e o período de armazenamento.

	Não armazenado				Armazenado por 60 dias				Armazenado por 120 dias				Armazenado por 180 dias			
	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C
MS (%)	85,23	84,98	84,81	84,92	85,27	85,16	84,96	85,24	86,91	86,31	86,21	86,55	86,61	86,42	86,39	86,45
PB (%)	10,22	9,85	10,39	10,03	10,04	9,91	9,98	9,96	10,07	9,82	9,98	9,75	9,68	9,45	9,91	9,97
Alanina	0,681	0,718	0,738	0,734	0,704	0,701	0,731	0,641	0,708	0,777	0,808	0,766	0,712	0,716	0,736	0,696
Aspártico	0,591	0,599	0,639	0,621	0,619	0,588	0,598	0,523	0,598	0,662	0,637	0,656	0,592	0,681	0,621	0,613
Glutâmico	1,775	1,783	1,847	1,827	1,803	1,826	1,802	1,772	1,789	1,765	1,725	1,781	1,742	1,765	1,755	1,807
Cistina	0,213	0,216	0,266	0,227	0,226	0,210	0,229	0,222	0,221	0,211	0,209	0,202	0,215	0,202	0,211	0,224
Tirosina	0,374	0,356	0,406	0,383	0,374	0,351	0,379	0,328	0,364	0,351	0,349	0,361	0,385	0,342	0,338	0,361
Prolina	0,927	0,934	0,965	0,968	0,947	0,919	0,949	0,9087	0,906	0,951	0,907	0,898	0,924	0,908	0,918	0,907
Serina	0,450	0,468	0,490	0,481	0,471	0,459	0,476	0,426	0,493	0,489	0,499	0,464	0,495	0,461	0,480	0,481

1 - Milho seco à temperatura ambiente, temperatura média registrada foi de 27 °C.

Tabela 3 - Equações de regressão ajustado e coeficiente de determinação (R^2), dos aminoácidos totais das amostras de milho, em função da temperatura de secagem (x) e do tempo de armazenamento do milho (z).

Parâmetros	Equações de regressão	R^2
Lisina	$\hat{Y} = 27,85 - 0,0003488^* x$	0,85
Metionina	$\hat{Y} = 19,74 + 0,0001299^* x - 0,0000014^* x^2 - 0,0000070^* z$	0,30
Met + Cis ¹	$\hat{Y} = 41,78 + 0,0000834^* x - 0,0000012^* x^2 - 0,0000645^* z$	0,32
Treonina	$\hat{Y} = 33,49 + 0,0004063^* x - 0,0000028^* x^2 - 0,0000188^* z$	0,86
Triptofano	$\hat{Y} = 0,083 + 0,0000357^* x - 0,0000008^* x^2 - 0,0000220^* z$	0,35

1 - Metionina + Cistina

* - Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste "t"

A redução do conteúdo de lisina observada neste trabalho foi semelhante a redução relatada por HATHAWAY et al. (1952). Estes autores relataram que o conteúdo de lisina e de triptofano foi alterado quando o milho foi submetido a secagem com alta temperatura.

MILLER et al. (1965), observaram redução da cistina de 60 % quando o alimento foi seco à temperatura acima de 100 °C. Segundo MORAN et al. 1970, a cistina é sensível a alta temperaturas, sendo destruída quando ao alimento é submetido a um superaquecimento. No entanto, no presente estudo não foi observado alteração no conteúdo de cistina do milho com a temperatura de secagem.

3.2 Coeficiente de digestibilidade e aminoácidos digestíveis verdadeiros

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não essenciais das amostras de milho estudadas, estão apresentados, respectivamente, nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais, expressos em porcentagem, com seus respectivos desvios - padrão (s), de acordo com a temperatura de secagem e o período de armazenamento.

Aminoácidos	Não armazenado				Armazenado por 60 dias				Armazenado por 120 dias				Armazenado por 180 dias			
	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C
Arginina	99,70	98,97	99,49	98,48	97,94	97,90	96,97	96,77	97,63	97,32	98,27	98,08	96,14	98,37	95,85	95,91
s	2,78	4,97	3,23	2,34	3,69	3,18	5,51	1,95	3,56	2,88	3,58	2,05	1,97	1,94	3,25	4,48
Isoleucina	94,89	92,12	91,26	90,78	95,46	93,46	91,80	90,24	95,52	93,15	92,68	89,88	94,68	92,08	90,48	87,79
s	2,91	5,34	2,47	4,07	3,35	3,51	2,34	3,59	3,46	3,67	2,77	5,37	2,88	2,80	4,85	7,25
Leucina	98,34	96,43	95,82	95,61	95,96	93,27	94,30	93,90	95,76	96,10	94,07	94,97	95,10	95,57	93,59	94,52
s	1,00	2,00	1,99	1,88	1,58	2,28	2,70	4,89	4,12	1,61	3,12	1,55	1,82	1,50	3,78	1,58
Lisina	93,36	91,28	88,40	86,59	93,42	89,25	86,48	85,32	94,93	92,77	88,92	87,03	92,48	90,11	88,98	81,59
s	4,12	3,06	3,74	4,76	6,76	4,56	4,24	5,72	2,92	3,89	3,22	5,82	4,04	4,04	3,95	5,94
Metionina	96,44	97,25	95,61	94,37	96,39	97,58	95,60	97,72	95,51	94,33	85,53	87,42	94,10	90,50	89,75	83,93
s	3,73	3,76	1,87	2,25	2,88	2,53	3,14	3,66	3,61	3,95	3,14	2,81	4,03	3,95	4,99	3,42
Met+Cis²	95,21	94,43	92,79	91,78	95,29	93,46	90,19	90,57	95,04	92,79	87,35	84,03	95,41	91,78	89,99	87,87
s	2,52	2,17	4,23	2,78	2,97	3,43	5,43	3,73	3,38	4,06	3,09	3,20	3,71	2,48	4,64	3,06
Fenilalanina	97,42	96,83	95,59	94,62	96,94	96,38	94,64	93,29	96,50	95,89	95,27	93,77	96,08	94,89	94,56	93,40
s	2,10	2,42	2,92	1,78	3,88	3,63	2,68	1,96	2,14	1,81	2,22	1,40	3,03	3,27	2,38	2,21
Treonina	97,95	98,27	92,91	91,79	94,56	92,13	89,01	89,96	95,96	91,91	87,88	87,76	95,23	92,34	88,62	81,02
s	1,01	1,11	3,32	1,53	2,49	2,29	6,70	4,89	3,49	2,24	4,03	4,70	3,17	5,71	4,46	7,63
Triptofano	95,43	94,74	92,06	91,81	95,25	92,01	90,56	89,93	95,69	93,03	91,31	89,23	95,99	94,16	92,60	84,22
s	3,05	3,52	3,07	1,46	2,37	4,11	6,04	5,34	2,63	1,14	3,06	4,05	2,84	3,24	5,42	5,38
Glicina	89,73	86,69	83,94	81,91	90,62	91,52	86,97	84,86	91,57	84,36	83,75	82,95	90,45	83,27	83,84	82,78
s	2,82	3,56	3,24	7,73	2,82	1,63	2,33	3,36	1,17	2,98	3,60	1,44	5,42	6,70	7,60	5,95
Valina	89,40	89,71	87,72	84,83	91,45	89,54	88,67	90,42	91,93	87,83	87,96	88,94	89,89	86,48	88,03	87,95
s	3,16	3,83	5,41	7,00	3,38	3,04	3,75	3,02	2,82	5,17	3,23	1,91	4,34	4,38	5,48	3,85
Histidina	98,36	98,55	95,84	96,02	99,89	98,36	95,91	96,14	98,28	95,41	98,84	98,23	94,10	94,33	93,42	95,33
s	1,96	1,60	4,88	1,82	1,94	2,27	3,67	2,80	2,72	3,65	3,04	3,05	3,88	1,43	3,26	2,13

1- Milho seco à temperatura ambiente, temperatura média registrada de 27 °C; 2 - Metionina + Cistina.

Tabela 5 - Valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não - essenciais, expressos em porcentagem, com seus respectivos desvios-padrão (s), de acordo com a temperatura de secagem e o período de armazenamento.

Aminoácidos	Não armazenado				Armazenado por 60 dias				Armazenado por 120 dias				Armazenado por 180 dias			
	TA ¹	80°C	100°C	120C	TA ¹	80°C	100°C	120C	TA ¹	80°C	100°C	120C	TA ¹	80°C	100°C	120C
Alanina	95,48	93,24	90,63	92,67	96,53	95,61	94,89	94,06	93,38	91,01	93,94	93,44	94,19	93,07	93,47	92,87
s	2,02	5,47	3,42	3,55	2,82	2,75	4,56	6,31	3,17	6,79	1,95	2,34	4,64	4,35	3,47	4,19
Ác. Aspártico	92,38	92,94	91,42	90,93	94,77	91,89	93,15	91,76	96,54	91,89	93,52	93,85	92,76	91,06	91,35	90,58
s	4,14	7,43	7,74	4,38	3,10	2,24	4,40	4,52	1,93	2,28	3,47	4,53	2,24	2,66	4,47	3,82
Ác. Glutâmico	96,93	97,75	94,91	95,94	98,99	94,31	97,91	95,97	97,12	95,53	96,97	96,06	96,85	92,83	91,79	93,71
s	2,33	3,28	3,67	1,59	2,03	2,00	3,10	4,89	3,04	3,03	1,96	2,22	2,53	2,20	4,13	1,81
Cistina	91,47	83,97	84,86	81,01	91,64	84,54	83,06	82,69	93,93	89,96	83,43	82,43	91,21	86,93	86,43	84,09
s	4,72	4,85	9,36	10,11	5,15	7,12	2,18	4,62	3,57	2,65	4,75	4,56	4,55	2,43	5,35	3,37
Tirosina	97,25	96,46	98,12	95,56	96,91	97,06	96,69	96,51	97,77	97,24	97,30	95,70	95,73	94,81	95,21	93,48
s	1,98	2,30	3,50	4,90	3,11	1,70	1,60	4,40	2,80	2,34	1,54	2,81	3,85	2,70	3,51	2,42
Prolina	94,36	93,81	95,38	93,13	93,89	94,85	94,50	95,14	96,86	95,75	93,19	96,46	94,72	90,26	91,80	93,38
s	3,44	3,78	2,27	4,17	2,27	2,18	4,26	1,88	2,70	2,07	1,96	1,64	2,83	2,23	4,85	3,95
Serina	99,37	96,11	91,66	92,84	93,61	95,92	94,38	93,88	96,61	93,69	89,11	92,86	95,78	93,31	92,39	92,44
s	3,32	4,88	7,94	7,03	3,16	2,54	3,85	5,33	2,82	2,17	6,97	4,19	2,17	3,52	5,78	4,23

1 - Milho seco à temperatura ambiente, temperatura média registrada foi de 27 °C.

Nas Tabelas 6, 7, 8 e 9 estão apresentados um resumo dos CDV da lisina, da metionina, da treonina e do triptofano em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

Tabela 6 - Valores médios de coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDV) da lisina, em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

CDV					
Temperatura de secagem	Tempo de armazenamento				
	0	60	120	180	Média
Temperatura ambiente ¹	93,36	93,42	94,93	92,48	93,55
80° C	91,28	89,25	92,77	90,11	90,85
100° C	88,40	86,48	88,92	88,98	88,20
120° C	86,59	85,32	87,03	81,59	85,13
Média	89,91	88,62	90,91	88,29	89,43

1 - A temperatura ambiente média registrada durante a secagem natural foi de 27 °C

Tabela 7 - Valores médios de coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDV) da metionina, em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

CDV					
Temperatura de secagem	Tempo de armazenamento				
	0	60	120	180	Média
Temperatura ambiente ¹	96,44	96,39	95,51	94,10	95,61
80° C	97,25	97,58	94,33	90,50	94,92
100° C	95,61	95,60	85,53	89,75	91,62
120° C	94,37	94,72	87,42	83,93	90,11
Média	95,92	96,07	90,70	89,57	93,07

1 - A temperatura ambiente média registrada durante a secagem natural foi de 27 °C.

Tabela 8 - Valores médios de coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDV) da treonina, em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

CDV					
Temperatura de secagem	Tempo de armazenamento				
	0	60	120	180	Média
Temperatura ambiente ¹	97,95	94,56	95,96	95,23	95,93
80° C	98,27	92,13	91,91	92,34	93,66
100° C	92,91	89,01	87,88	88,62	89,61
120° C	91,79	89,96	87,76	81,02	87,63
Média	95,23	91,42	90,88	89,30	91,71

1 - A temperatura ambiente média registrada durante a secagem natural foi de 27 °C.

Tabela 9 - Valores médios de coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDV) do triptofano, em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento

CDV					
Temperatura de secagem	Tempo de armazenamento				
	0	60	120	180	Média
Temperatura ambiente ¹	95,43	95,25	95,69	95,99	95,59
80° C	94,74	92,01	93,03	94,16	93,49
100° C	92,06	90,56	91,31	92,60	91,63
120° C	91,81	89,93	89,23	84,22	88,80
Média	93,51	91,94	92,31	91,74	92,38

1 - A temperatura ambiente média registrada durante a secagem natural foi de 27 °C.

Observou-se redução linear ($P < 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos metionina + cistina e isoleucina, com o aumento da temperatura de secagem. Para os aminoácidos metionina, treonina, lisina, triptofano e fenilalanina foi observado efeito quadrático. Os maiores valores dos CDV da metionina, treonina, lisina, triptofano e fenilalanina foram observados nas temperaturas, 40, 25, 27, 32 e 40 ° C, respectivamente,

obtidas por equação de regressão (Tabela 10). Apenas os CDV da metionina e da treonina foram alterados pelo tempo de armazenamento, observando-se efeito linear ($P < 0,05$).

Tabela 10 - Equações de regressão ajustada e coeficiente de determinação (R^2), dos coeficiente de digestibilidade de aminoácidos das amostras de milho, em função da temperatura de secagem (x) e do tempo de armazenamento do milho (z).

Parâmetros	Equações de regressão	R^2
Metionina	$\hat{Y} = 97,98 + 0,07618^* x - 0,0009470^* x^2 - 0,0408599^* z$	0,72
Treonina	$\hat{Y} = 98,14 + 0,04732^* x - 0,0009646^* x^2 - 0,0302101^* z$	0,81
Lisina	$\hat{Y} = 92,80 + 0,05494^* x - 0,0010006^* x^2$	0,84
Triptofano	$\hat{Y} = 94,71 + 0,05599^* x - 0,0008789^* x^2$	0,73
Fenilalanina	$\hat{Y} = 96,03 + 0,03960^* x - 0,0004995^* x^2$	0,85
Metionina + Cistina	$\hat{Y} = 97,59 - 0,07103^* x$	0,60
Isoleucina	$\hat{Y} = 96,87 - 0,05633^* x$	0,84

* - Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste "t"

A maioria das proteínas são desnaturadas quando expostas a moderado aquecimento (60 a 90° C, por 1h ou menos). A desnaturação excessiva da proteína freqüentemente resulta na sua insolubilização, afetando suas propriedades funcionais e aumentando sua viscosidade. Do ponto de vista nutricional, a desnaturação parcial melhora a digestibilidade e a disponibilidade biológica de aminoácidos essenciais (ARAÚJO, 1995). Assim, o efeito quadrático observado para os CDV da metionina, da lisina, da treonina, do triptofano e da fenilalanina pode ser atribuído a desnaturação das proteínas, alterando sua conformação original, o que permitiu que as proteases atuassem mais facilmente, melhorando a digestibilidade. A medida que foi aumentando a temperatura de secagem os CDV destes aminoácidos reduziram, evidenciando dano na proteína, com piora na digestibilidade da mesma devido ao superaquecimento.

SULLIVAN et al. (1973) observaram redução na solubilidade da proteína do milho com o aumento da temperatura de secagem ao qual foi submetido, afetando negativamente

o ganho de peso de ratos, quando estes foram alimentados com rações contendo o milho superaquecido. Segundo estes autores, a temperatura de secagem afetou a utilização da proteína.

O efeito negativo sobre a proteína, segundo ARAÚJO (1995), ocorre durante a secagem com a utilização direta de ar quente. A perda de água imobilizada, especialmente da camada monomolecular, a chamada água de superfície, provoca a desnaturação da proteína. A secagem artificial dos grãos de milho utilizado no presente estudo, foi realizada de forma rápida, o que provavelmente favoreceu danos à proteína. Segundo JUSTICE e BASS (1979), quando a evaporação ocorre rapidamente na superfície dos grãos de milho, o embrião pode ser danificado. O embrião é o componente do milho que possui maiores teores de lisina e triptofano (SGARBIERI, 1996).

A diminuição da digestibilidade da proteína foi evidenciada com redução nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos com o aumento da temperatura de secagem.

Além da desnaturação excessiva da proteína, uma outra explicação para redução da digestibilidade destes aminoácidos é a ocorrência da reação de Maillard. Esta reação acontece devido a interação entre lisina (possui grupo amino épsilon livre) ou arginina (possui átomo de nitrogênio básico na cadeia lateral) com um aldeído (açúcar redutor). A reação de Maillard além de prejudicar a lisina ou arginina, afeta também a digestibilidade de outros aminoácidos, pois esta reação permite a formação de produtos que provavelmente por efeitos estéricos (ligação tipo éster), serão hidrolizados apenas parcialmente pelas enzimas proteolíticas, evitando-se o aproveitamento de uma parte dos aminoácidos dessa proteína pelo organismo animal.

Segundo CARPENTER (1973) o organismo tem capacidade variável em absorver o complexo formado pela reação de Maillard, alguns aminoácidos ligados a carboidratos podem ser absorvidos, mas o principal problema é a capacidade do animal em utilizar esses aminoácidos, pois muitas vezes são perdidos na urina e não têm nenhum valor nutricional para o animal. Provavelmente os outros aminoácidos foram absorvidos e por isto não foi detectada diferença na digestibilidade.

COSTA et al. (1977), trabalhando com aves em crescimento, recebendo dietas contendo milho, ao qual os grãos foram submetidos a secagem artificial com temperaturas elevadas, e com dois teores de umidade (14 e 23 %), observaram redução de 11 % na

disponibilidade de lisina quando os grãos de milho tinham 23 % de umidade e foram secos a temperatura superior a 127 °C.

Nas Tabelas 11 e 12 são apresentados os valores de aminoácidos digestíveis das amostras de milho, e pode ser observada redução na maioria dos valores de aminoácidos digestíveis com o aumento da temperatura de secagem.

Com o aumento da temperatura de secagem observou-se uma redução linear ($P < 0,05$) dos níveis de lisina digestível e metionina + cistina digestível (Tabela 13). O tempo de armazenamento não alterou a digestibilidade destes aminoácidos.

Observou-se efeito quadrático (Tabela 13) com a variação da temperatura de secagem para os níveis de metionina digestível, treonina digestível, triptofano digestível e fenilalanina digestível. Com o aumento do tempo de armazenamento observou-se uma redução linear ($P < 0,05$) na digestibilidade destes aminoácidos.

Na Tabela 14 estão apresentados os valores de excreção endógena de aminoácidos determinados com galos em jejum neste trabalho, e valores de perdas endógenas de aminoácidos encontrados por FISHER (1997), VIEITES (1999) e D'AGOSTINI (2001).

Tabela 11 - Valores médios de composição de proteína bruta e aminoácidos digestíveis essenciais das amostras de milho, expressos em porcentagem na matéria seca, de acordo com a temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

	Não armazenado				Armazenado por 60 dias				Armazenado por 120 dias				Armazenado por 180 dias			
	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C
MS (%)	85,23	84,98	84,81	84,92	85,27	85,16	84,96	85,24	86,91	86,31	86,21	86,55	86,61	86,42	86,39	86,45
PB (%)	10,22	9,85	10,39	10,03	10,04	9,91	9,98	9,96	10,07	9,82	9,98	9,75	9,68	9,45	9,91	9,97
Arginina	0,456	0,439	0,449	0,442	0,446	0,424	0,425	0,413	0,450	0,451	0,451	0,456	0,424	0,459	0,443	0,433
Isoleucina	0,268	0,278	0,274	0,264	0,283	0,274	0,283	0,248	0,297	0,297	0,269	0,308	0,294	0,286	0,285	0,260
Leucina	1,200	1,187	1,158	1,187	1,188	1,157	1,154	1,133	1,181	1,141	1,112	1,124	1,151	1,212	1,134	1,180
Lisina	0,246	0,225	0,206	0,211	0,258	0,216	0,211	0,207	0,256	0,227	0,213	0,204	0,255	0,224	0,216	0,192
Metionina	0,201	0,193	0,192	0,172	0,191	0,189	0,190	0,182	0,186	0,187	0,168	0,170	0,185	0,176	0,177	0,165
Met+Cis²	0,416	0,400	0,392	0,373	0,393	0,373	0,386	0,379	0,385	0,377	0,344	0,333	0,393	0,364	0,367	0,355
Fenilalanina	0,517	0,513	0,507	0,501	0,499	0,485	0,498	0,443	0,474	0,454	0,468	0,433	0,452	0,443	0,454	0,454
Treonina	0,343	0,335	0,339	0,325	0,320	0,311	0,307	0,287	0,328	0,323	0,305	0,294	0,324	0,319	0,309	0,282
Triptofano	0,078	0,075	0,078	0,070	0,086	0,066	0,064	0,065	0,068	0,076	0,074	0,065	0,079	0,074	0,068	0,059
Glicina	0,312	0,292	0,343	0,294	0,332	0,305	0,302	0,273	0,346	0,325	0,345	0,350	0,332	0,352	0,318	0,300
Valina	0,383	0,392	0,407	0,385	0,403	0,0385	0,385	0,371	0,391	0,377	0,377	0,370	0,397	0,399	0,405	0,385
Histidina	0,280	0,288	0,273	0,274	0,294	0,281	0,281	0,261	0,272	0,273	0,278	0,272	0,264	0,270	0,268	0,266

1 - Milho seco à temperatura ambiente, temperatura média registrada foi de 27 °C; 2 - Metionina + Cistina.

Tabela 12 - Valores médios de composição de proteína bruta e aminoácidos não - essenciais digestíveis das amostras de milho, expressos em porcentagem, na matéria seca, de acordo com a temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

	Não armazenado				Armazenado por 60 dias				Armazenado por 120 dias				Armazenado por 180 dias			
	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C	TA ¹	80°C	100°C	120°C
MS (%)	85,23	84,98	84,81	84,92	85,27	85,16	84,96	85,24	86,91	86,31	86,21	86,55	86,61	86,42	86,39	86,45
PB (%)	10,22	9,85	10,39	10,03	10,04	9,91	9,98	9,96	10,07	9,82	9,98	9,75	9,68	9,45	9,91	9,97
Alanina	0,651	0,669	0,669	0,681	0,679	0,677	0,693	0,603	0,661	0,707	0,689	0,416	0,675	0,666	0,689	0,647
Aspártico	0,546	0,557	0,585	0,564	0,587	0,541	0,559	0,507	0,577	0,609	0,596	0,616	0,549	0,619	0,568	0,555
Glutâmico	1,721	1,740	1,751	1,748	1,784	1,722	1,758	1,70	1,734	1,686	1,676	1,715	1,693	1,653	1,619	1,694
Cistina	0,195	0,182	0,200	0,184	0,207	0,178	0,189	0,183	0,208	0,192	0,174	0,167	0,196	0,176	0,182	0,190
Tirosina	0,363	0,343	0,398	0,364	0,363	0,340	0,366	0,339	0,354	0,341	0,340	0,345	0,373	0,324	0,322	0,386
Prolina	0,876	0,876	0,920	0,902	0,890	0,872	0,896	0,868	0,880	0,901	0,848	0,886	0,876	0,823	0,848	0,853
Serina	0,447	0,044	0,449	0,446	0,441	0,439	0,449	0,400	0,476	0,442	0,442	0,431	0,474	0,430	0,443	0,444

1 - Milho seco à temperatura ambiente, temperatura média registrada foi de 27 °C.

Tabela 13 - Equações de regressão ajustada e coeficiente de determinação (R^2), dos aminoácidos digestíveis das amostras de milho, em função da temperatura de secagem (x) e do tempo de armazenamento do milho (z).

Parâmetros	Equações de regressão	R^2
Metionina	$\hat{Y} = 0,1936 + 0,0002694^* x - 0,0000032^* x^2 - 0,0000872^* z$	0,80
Treonina	$\hat{Y} = 0,3295 + 0,0005285^* x - 0,0000058^* x^2 - 0,000123^* z$	0,70
Triptofano	$\hat{Y} = 0,0795 + 0,0000648^* x - 0,0000014^* x^2 - 0,0000259^* z$	0,54
Fenilalanina	$\hat{Y} = 0,5144 + 0,0001679^* x - 0,0000029^* x^2 - 0,0003515^* z$	0,78
Lisina	$\hat{Y} = 0,2677 - 0,0005359^* x$	0,93
Met + Cis ¹	$\hat{Y} = 0,4074 - 0,0003756^* x$	0,40

1 - Metionina + Cistina

* - Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste "t"

Tabela 14 - Valores médios de excreção endógena de aminoácidos determinados com galos cecectomizados, expressos com base na matéria natural.

Aminoácidos	g- AA endógeno/ave ^{1,2,6}	D'AGOSTINI (2001) g- AA endógeno/ave ^{3,6}	VIEITTES (1999) g- AA endógeno/ave ^{4,6}	FISCHER JR. (1997) g- AA endógeno/ave ^{5,6}
Lisina	0,03350	0,03756	0,03694	0,03400
Metionina	0,01454	0,02140	0,01314	0,01860
Met. + Cis. ⁷	0,04439	0,02532	0,05490	0,03340
Treonina	0,04850	0,03478	0,05343	0,03160
Triptofano	0,00871	-	-	-
Arginina	0,04395	0,03973	0,04138	0,03270
Glicina	0,05999	0,05673	0,11122	0,05400
Histidina	0,01579	0,01275	0,04138	0,01410
Valina	0,04159	0,03613	0,05304	0,03890
Isoleucina	0,02995	0,02664	0,02691	0,02640
Leucina	0,04804	0,05160	0,05149	0,04610
Fenilalanina	0,03310	0,02708	0,03165	0,02730
Cistina	0,02985	0,00392	0,02955	0,01480
Alanina	0,04243	0,03532	0,04029	0,03130
Ác. aspártico	0,05482	0,05198	0,06121	0,03830
Ác. Glutâmico	0,92906	0,08249	0,09146	0,07090
Serina	0,05659	0,04677	0,05507	0,03480
Tirosina	0,02715	0,02953	0,02624	0,03830
Prolina	0,05857	0,05533	0,07622	0,04690

¹ Valores médios determinado neste trabalho,

² Peso médio dos galos = 2.30 Kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas

³ Peso médio dos galos = 2.15 Kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas

⁴ Peso médio dos galos = 2.42 Kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas

⁵ Peso médio dos galos = 2.30 Kg; jejum de 24 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas

⁶ Gramas de aminoácido endógeno

⁷ Metionina + cistina

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram conduzidos quatro ensaios biológicos, com galos Leghorne adultos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e o conteúdo em aminoácidos digestíveis verdadeiros de amostras de milho submetidas a secagem natural (temperatura ambiente) e secagem artificial (temperaturas de 80, 100 e 120°C), todas com o teor de umidade padronizada de 13 %, e armazenadas por diferentes períodos (0, 60, 120 e 180 dias), em silos de tela estrutural galvanizada. Utilizou-se a metodologia da alimentação forçada descrita por Sibbald, (1979) com galos Leghorn cecectomizados, pesando em média $2.300 \text{ g} \pm 50 \text{ g}$. Os ensaios biológicos foram realizados nos períodos 25/04 a 05/05/01, 27/09 a 06/07/01, 18/09 a 28/09/01 e 22/10 a 01/11/01, correspondendo respectivamente aos períodos de armazenamento do milho (0, 60, 120 e 180 dias). Foi utilizado esquema fatorial 4 x 4 (quatro temperaturas de secagem e quatro períodos de armazenamento), com um galo por unidade experimental, e oito repetições por tratamento, no delineamento inteiramente casualizado. Os galos foram mantidos por um período de 36 horas em jejum, para esvaziar o trato digestivo, e em seguida forçados a consumirem 30 g do alimento dividido em dois períodos (8 e 16 horas). As coletas foram realizadas durante um período de 56 horas, com coletas duas vezes ao dia. Simultaneamente, foram mantidos galos em jejum para realizar as correções das perdas metabólicas e endógenas de aminoácidos. Ao final das coletas, as excretas obtidas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secas, e em seguida foram realizadas as análises laboratoriais (matéria seca, nitrogênio e aminoácidos) e determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira de cada aminoácido contidos na amostras.

De forma geral os teores de aminoácidos essenciais e não essenciais das amostras de milho reduziram com o aumento da temperatura de secagem e com o tempo de

armazenamento. Observou-se efeito quadrático para a metionina, metionina + cistina, treonina e triptofano, com a variação da temperatura de secagem. Com o aumento da temperatura de secagem o conteúdo de lisina das amostras de milho teve redução linear ($P < 0,05$).

Observou-se efeito linear ($P < 0,05$) para o conteúdo de metionina, triptofano, metionina + cistina e treonina das amostras de milho com o tempo de armazenamento.

Observou-se redução linear ($P < 0,05$) dos valores de coeficientes de digestibilidade verdadeira da metionina + cistina e da isoleucina e efeito quadrático para os valores de CDV da metionina, da lisina, da treonina, do triptofano e da fenilalanina com a temperatura de secagem. O tempo de armazenamento influenciou significativamente apenas os valores dos CDV dos aminoácidos metionina e treonina, observando se redução linear ($P < 0,05$).

O presente estudo permitiu as seguintes conclusões:

1 - O conteúdo da maioria dos aminoácidos essenciais e não - essenciais do milho, foram reduzidos quando os grãos de milho foram submetidos a elevada temperatura de secagem.

2 - A temperatura de secagem dos grãos de milho reduziu a digestibilidade da maioria dos aminoácidos, sendo os valores dos CDV da metionina, da lisina, da metionina + cistina, da treonina, do triptofano, da fenilalanina, e da isoleucina, os mais afetados.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Dois experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de determinar a composição química, a energia bruta, a energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), bem como, os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos (CDV) e o conteúdo de aminoácidos digestíveis verdadeiros, de amostras de milho submetidas a secagem natural (temperatura ambiente) e secagem artificial (temperaturas de 80, 100 e 120°C) todas com teor de umidade de 13%, e armazenadas por diferentes períodos (0, 60, 120 e 180 dias). Foram utilizados o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos de corte, machos, da linhagem *Avian Farm*, de 21 a 30 dias de idade, para determinar a EMA e EMAn; e método de alimentação forçada, com galos adultos, cecectomizados, para determinar o CDV e o conteúdo de aminoácidos digestíveis. Utilizou-se esquema fatorial 4 x 4 para os dois experimentos, sendo quatro temperaturas de secagem do milho e quatro períodos de armazenamento. Em ambos os experimentos o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo que no primeiro experimento utilizou-se sete repetições por tratamento e sete aves por unidade experimental; e no segundo um galo por unidade experimental, e oito repetições por tratamento.

Para determinação dos valores de EMA e EMAn foi utilizada uma ração referência (25% PB). A composição química e a energia bruta (Kcal/kg) das amostras de milho não foram alteradas pela temperatura de secagem e pelo tempo de armazenamento dos milhos.

Foi observado efeito quadrático com a variação da temperatura de secagem, para EMA e EMAn, obtendo se maiores valores de energia metabolizável, às temperaturas de 49 e 50 °C , respectivamente, obtidas por equação de regressão.

Observou - se redução linear dos valores dos CDV da metionina + cistina e da isoleucina; e efeito quadrático para os valores dos CDV da metionina, da lisina, da treonina,

do triptofano e da fenilalanina com o aumento da temperatura de secagem. O tempo de armazenamento influenciou significativamente apenas os valores dos CDV dos aminoácidos metionina e treonina.

Pelos resultados pode-se concluir-se que o conhecimento da temperatura de secagem dos grãos de milho é de grande importância, pois a temperatura de secagem tem efeito direto sobre os valores de aminoácidos totais, de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis, e estes parâmetros contribuem para que as rações sejam formuladas de forma mais eficiente e econômica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, R. L. & TUIITE, J. Feeding Gibberella zeae damaged corn to laying hens. **Poultry Science**, v. 55, p. 1991-1993, 1976.
- ADAMS, S. L., STARK, W. H. and KOLACHOV, P. Reduction of the fermentable carbohydrate content of corn by kiln drying. **Cereal Chemical**. V. 20, p. 260, 1943.
- ALBINO, L.F.T. **Determinação de valores de energia metabolizável e triptofano de alguns alimentos para aves em diferentes idades**. Viçosa, MG, UFV, 1980. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H. S., FONSECA, J.B., TORRES, R. A. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energética dos alimentos na formulação de rações para frangos de corte. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.6, p.1037-1046, 1992.
- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. Viçosa, MG, UFV, 1991. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- ALBINO, L.F.T. Metodologia de determinação da disponibilidade de energia em alimentos para aves e suínos. **In: Simpósio Latino - Americano de Nutrição de Aves e Suínos**, Campinas, p. 73-81, 1995.

- ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H. S., FONSECA, J.B., TORRES, R. A. Determinação dos Valores de Energia Metabolizável Aparente e Verdadeira de Alguns Alimentos para Aves, Usando Diferentes Métodos. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.6, p.1047-1058, 1992.
- ALBINO, L. F. T., SILVA, M. A. Tópicos avançados em exigências nutricionais para frangos de corte. In: CONGRESSO INTERNACIONAL, CONGRESSO NACIONAL E CONGRESSO ESTADUAL, 14, 1996, Porto Alegre, **Anais...Porto Alegre: PUCRS**, 1996, p. 59-64.
- ANDERSON-HAFERMANN, J. C., ZHANG, Y., PARSONS, C. M. Effects of processing on the nutritional quality of canola meal. **Poultry Science**, v.72, p. 326-333, 1993.
- ANDRIGUETTO, J. M., PERLY, L., MINARDI, I., GEMAEL, A., FLEMMING, J. S., SOUZA, G. A., FILHO, A. B. **As Bases e os Fundamentos da Nutrição Animal**. v.1 p.272-273,1994.
- ANGKANAPORN, K., RAVINDRAN, V., BRYDEN, W. L. Additivity of apparent and true ileal amino acid digestibilities in soybean meal, sunflower meal, and meat and bone meal for broilers. **Poultry Science**, v.75, p.1098-1103,1997.
- ARAÚJO, J. M. A., **Química de alimentos - Teoria e prática**. 1ed. Viçosa:UFV, 1995, 335p.
- BARBARINO JR, P., ROSTAGNO, H. S.,GOMES, P. C. ALBINO, L. F. T. Uso de parâmetros físicos - químicos e técnicas de análises multivariadas na avaliação da qualidade nutricional do milho: 2- Predição e perdas de EM. In: CONFERÊNCIA APINCO DE TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, SP. 2001. **Anais... Campinas: FACTA**,p.28, 2001.
- BARTOV., PASTER, N. & LISKER. N. The nutritional value of moldy grains for broiler chicks. **Poultry Science**, v.61, p. 2247-2254, 1982.

- BOBBIO, P. A., BOBBIO, F. O., **Química do processamento de alimentos**, 2. ed. Fundação Cargill, Campinas/São Paulo, Faculdade de Engenharia de Alimentos, 1984. 232p.
- BORGES, F. O., ROSTAGNO, H.S., RODRIGUEZ, N. M., SANTOS, W. M., LARA, L. B., ARAÚJO, V. L. Metodologia de alimentação forçada em aves- I- Efeito dos níveis de consumo de alimento na avaliação da energia metabolizável. In: XXXV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Botucatu, 1998, **Anais...**Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998, p.389-391.
- BORGES, F. M. O., ROSTAGNO, H.S., BAIÃO, N. C., TEIXEIRA, E. A., VALADARES, R. C., PIGNOLATE, I. L. Avaliação de métodos para estimar energia metabolizável em alimentos para aves. In: XXXV REUNIÃO da SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1998, **Anais...**Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998, p.386-389.
- BRUGALLI, I. **Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte**. Viçosa - MG: UFV, 1996. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CABELL, C. A., DAVIS, R. E., e SAUL, R. A. Some effects of variation in drying temperature, heating time, air flow rates and moisture content on nutritive value of field shelled corn. **Journal of Animal Science**, v.17, p.1204, 1958.
- CAMPOS, M. G., **Avaliação da quebra técnica e da qualidade do milho a granel, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento**. Viçosa - MG: UFV, 2001. 103p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.

- CARPENTER, K. J. Damage to lysine in food processing : its measurement and its significance. **Nutrition Abstract Rev.**, 43 : 423 - 51, 1973.
- COELHO, M. G. R. **Valores energéticos e de triptofano metabolizável de alimentos para aves, utilizando duas metodologias.** Viçosa, MG, UFV,1983, p.77, Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- COON, C. N. Optimizing ingrediente utilization through a better understanding of aminoacid bioavailability. In: TECHNICAL SYMPOSIA, ARUBA, 1991. **Proceedings...**Aruba: NOVUS INTERNATIONAL, 1991, P. 11 - 40.
- COSTA, P. M. A., JENSEN, A. H., HARMON, B. G. E NORTON, H. W. The effects of roasting and temperatures on the nutritive value of e corn for swine. **Journal of Animal Science**, v.42, n.2, 1976.
- COSTA, P. M. A., JENSEN, A. H., BAKER. D. H., e NORTON, H. W. Lysine availability of roasted dried and high-moisture corns as determined by the chick growth assay. **Journal of Animal Science**, v.45, n.2, 1977a.
- COSTA, P. M. A., JENSEN, A. H., HARMON, B. G. E NORTON, H. W. The effects of roasting and roasting temperatures on the nutritive value of high-moisture corn for swine. **Journal of Animal Science**, v. 44, n.2, 1977b.
- D'AGOSTINI, P., **Composição química, energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves.** Viçosa, UFV, 2001. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa / Minas Gerais, 2001.
- DALE, N. M. & FULLER, H. L. Applicability of the True Metabolizable Energy System in Practical Feed Formulation. **Poultry Science**, v.61, p.351-356, 1982.

- DALE, N. M. & FULLER, H. L. Correlation of protein content of feedstuffs with the magnitude of nitrogen correction in true metabolizable energy determinations. **Poultry Science**, v.63, p.1008-1012, 1984.
- DALE, N. Efeito da qualidade no valor nutritivo do milho. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, SP. 1994. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 67 - 72. 1994.
- DALE, N. Ingredient analysis table : 1999 edition. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 71, n.31, p. 24 - 31, 1999.
- ENGSTER, H. M. , CAVE, N. A., LIKUSKI, H., McNAB, J. M., PARSONS, C. A., PFAFF, F. E. A collaborative study to evaluate a precision-fed rooster assay for true amino acid availability in feed ingredients. **Poultry Science**, v.64, p.487-498, 1985.
- ERTL, D., DALE, N. The metabolizable energy of waxy vs normal corn for poultry. **Journal Apple Poultry Research**, v.6, p.432 - 435, 1997.
- FANOLLA, J. , PRIETO, C., SANZ, R. Influence of age on the nutrient utilization of diets for broilers. **Animal Feed Science Technology**, v. 6, p. 405 - 411, 1981.
- FARREL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **British Poultry Science**, v.19, n.1, p.303 - 308, 1978.
- FISHER JR, A. A., **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. Viçosa, UFV, 1997. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa / Minas Gerais, 1997.
- FISHER JR, A. A., ALBINO, L. F. T., ROSTAGNO, H. S., GOMES, P. C. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. Viçosa, **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314-318, 1998.

- FRANQUEIRA, J. M., ROSTAGNO, H. S., SILVA, D. J. et al. Tabela brasileira de composição de alimentos concentrados. Valores de composição química e de energia metabolizável determinados com poedeiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.64, n.23, p.587-603, 1979.
- GAUSMAN , H. W. , RAMSER, J. H. DUNGAN, G. H., EARLE, F. R. MacMASTERS, M. M., HALL, H. H., BAIRD, P. D. Some effects of artificial drying of corn grain. **Plant Physiology**, v. 27, p. 794, 1952.
- GREEN, S., BERTRAND, S. L., DURON, M.J C. ET AL. Digestibilities of amino acids in maize, wheat and barley meals, determined with intact and cecectomised cockerels. **British Poultry Science**, v.28, p.631-641, 1987.
- HATHAWAY, I. L., YOUNG, F. D. e KIESSELBACH, T. A., The effect of drying temperature upon the nutritive value and commercial grade of corn. **Journal of Animal Science**, v.11, p.430, 1952.
- HILL, F. W., ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. **Journal Nutrition**, Davis, v. 64, n°3, p. 587-604, 1958.
- HILL, F. W., ANDERSON, D. L. RENNER, R., et al. Studies on the metabolizable energy of grain and grain product for chickens. **Poultry Science**, v.39, p.573-579, 1960.
- JOHNSON, R. J. Principles, problems and application of amino acid digestibilityi in poultry. **Word's Poultry Science Journal**, v.48, p.232-246, 1992.
- JOHNSON, M. L., PARSONS, C. M. Effects of special raw material source, ash content and processing temperature on amino acid digestibility. **Journal of Animal Science**, n. 4, p. 1112 - 1121, 1998.

- JUSTICE, O. L., BASS, L. N., How seeds are dried. In: **Principles and practices of seed storage**, London: Caste House Publication, p. 94 - 123, 1979.
- KRABBE, E. L., JUCHEM, S., MACIEL, J. E. S., PENZ JÚNIOR, A. M., KESSIER, A. M. Efeito das condições de armazenamento de grãos de milho da energia metabolizável aparente para frangos de corte criados com dietas de diferentes qualidades. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, SP. 1995. **Anais...** Campinas: FACTA, p.9-10, 1995.
- KRABBE, E. L., PENZ JR., A. M., REGINATTO, M. F., HARA, C. Efeitos do uso de rações elaboradas com milho armazenado sob diferentes condições no desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, SP. 1994. **Anais...** Campinas: FACTA, p.41, 1994.
- KLEIN, R. G., BEESON, W. M., CLINE, T. R. e MERTZ, E. T. Lysine availability of opaque-2 corns for rats. **Journal of Animal Science**, v.35, p.551, 1972.
- LIKUSKI, H. J. A., DORRELL, H. G. A bioassay for rapid determinations of amino acid availability values. **Poultry Science**, v.57, p.1658 - 1660, 1978.
- LINDEN, G., LORIENT, D., **Bioquímica Agroindustrial - Revalorización alimentaria de la producción agrícola**. Zaragoza: España, 1994. 430p.
- LEESON, S., CASTON, L. & SUMMERS, J. D., Broiler response to diet energy. **Poultry Science**, v.75, p.529-535, 1996.
- LOPES, D. C., DONZELE, J.L., ALVARENGA, J.C., FONTES, R. A., VIEIRA, A. A. Efeito do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em crescimento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.3, 1990.

- MARCH, B. E., SMITH, T., EL - LAKANY, S. Variation in estimates of the metabolizable energy value of rapessed meal determined with chickens of different ages. **Poultry Science**, v.52, p.614 - 618, 1973.
- MATTERSON, L. D., POTTER, L. M. STUTZ, M. W., SINGSEN, E. P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs. **Agricultural Experiment Station Research Report**, v. 11, 11p., 1965.
- MILLER, E. L., HARTLEY, A. W., THOMAS, D. C., Availability of sulphur amino acids in protein foods - Effect of heat treatment upon the total amino acid content of cod muscle. **British Journal Nutrition**, v. 19, p.565 - 573, 1965.
- McGUIRE, T. A., e EARLE, F. R., Changes in the solubility of corn protein resulting from the artificial drying of high-moisture corn. **Cereal Chemical**, v.35, p.179-189, 1958.
- MORAN JR. , E. T., E SUMMERS, J. D., Heat processing of wheat germ meal and its effect on utilization and protein quality for the growing chick: toasting and autoclaving. **Cereal Chemical**, v.45, p.304-319, 1968.
- MORAN JR. , E. T., E SUMMERS, J. D., Factors in feed processing affecting utilization of nutrients. **Feedstuffs**, v.42, p.26, 1970.
- MURAKAMI, H. , AKIBA, Y., HORIGUCHI, M. A modified bioassay for energy utilization in newly hatched chicks. 2. Determination of feed input and procedures to estimate endogenous energy loss. **Poultry Science**, v.74, n.1, p.343-351, 1995.
- MUZTAR, A. J., SLINGER, S. J., Bioavailable amino acids in corn alfafa as measured by applying the true metabolizable energy assay. **Poultry Science**, v.59, p.1873-1877, 1980.
- MUZTAR, A. J., SLINGER, S. J., An evaluation of the nitrogen correction in the true metabolizable energy assay. **Poultry Science**, v.60, p.835-839, 1981.

- NASCIMENTO, A. H., **Determinação do valor nutritivo de farinha de vísceras e da farinha de penas para aves, utilizando diferentes metodologias.** Viçosa, MG, UFV, 2000. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of Poultry**, (9th ed.), National Academy Press, Washington, D. C, 1994. 155p.
- NOY, Y. e SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v.74, p.366 - 373, 1995.
- NUNES, R. V. **Valores Energéticos e aminoácidos digestíveis do grão de trigo e de seus subprodutos para aves.** Viçosa, MG: UFV, 2000, 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa/ Minas Gerais, 2000.
- PAIVA, K. M. **Projeto, construção e teste de um secador em camada fixa para milho a granel.** Lavras, MG:ESAL, 1986, 149p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura de Lavras/Minas gerais, 1986.
- PARSONS, C. M., POTTER, L. M., BLISS, B. A. True metabolizable energy corrected to nitrogen equilibrium. **Poultry Science**, v.61, p.2241-2246, 1982.
- PARSONS, C. M., POTTER, L.M. & BLISS, B.A. A modified voluntary feed intake bioassay for determination of metabolizable energy with leghorn roosters. **Poultry Science**, v.63, p.1610-1616,1984.
- PARSONS, C. M. Influence of cecectomy and source of dietary fibre or starch on excretion of endogenous amino acids by laying hens. **British Journal of Nutrition**, v.51, p.541-548, 1984.
- PARSONS, C.M. Digestible amino acids for poutry and swine. **Animal Feed Science Technology**, v.59, p.147- 153, 1996.

- PARSONS, C.M., ZHANG, Y., ARABA, M. Availability of amino acids in high-oil corn. **Poultry Science**, v.77, p.1016-1019, 1998.
- PENFIELD, M. P., CAMPBELL, A. M. **Experimental food science**. 3. ed. The University of Tennessee, Knoxville -University of Nebraska, 1990.
- PENZ JR., A. M., KESSLER, A. M., BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas, **Anais...**Campinas, SP, 1999. p. 1-24.
- PESTI, G. M., FAUST, L. O., FULLER, H. L., DALE, N. M. Nutritive value of poultry by-product meal. 1. Metabolizable energy values as influenced by method of determination and level of substitution. **Poultry Science**, v.65, p.2258-2267, 1986.
- PUPA, J. M. R. **Rações para frangos de corte formuladas com valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, determinados com galos cecectomizados**. Viçosa, MG:UFV, 1995, 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa / Minas Gerais, 1995.
- PUPA, J. M. R., LEÃO, M. I., CARVALHO, A. U., POMPERMAYERT, L. G., ROSTAGNO, H. S. Cecectomia em galos sob anestesia local e incisão abdominal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, n. 5, p. 531 - 535, 1998.
- RHODES, A. P. and JENKINS, G. The effect of varying nitrogen supply on the protein composition of high - lysine mutant barley. *Journal. Science. Food Agric.*, 26 : 705 - 709, 1975.
- RODRIGUES, P. B. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. Viçosa, UFV, 2000, 204p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa / Minas Gerais, 2000.

- ROSTAGNO, H. S., FEATHERSTON, W.R. Estudo de Métodos de Determinação de Disponibilidade de Aminoácidos em Pintos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.6, p.64-75, 1977.
- ROSTAGNO, H. S., QUEIROZ, A. C. Milho, sorgo e novas fontes energéticas para aves. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS EM NUTRIÇÃO AVÍCOLA, v.1, **Anais...**p.83-103. 1978.
- ROSTAGNO, H. S. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, SP. 1993. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 129 - 139, 1993.
- ROSTAGNO, H. S., NASCIMENTO, A. H., ALBINO, L. F. T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas, SP, 1999. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 65-83, 1999.
- ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000. 141p.
- RUBIN, M. R. G. ROTHGER, E. H. Bossard and W. J. Varano, 1972, X-opaque-2: A new variety of high-lysine corn for broiler production. **Poultry Science**, v. 51, p.1855.
- SANTOS . J. P., MANTOVANI, E.C. **Perdas de grãos na cultura do milho; pré colheita, colheita, transporte e armazenamento**. Circular técnica n. 24 Sete Lagoas: EMBRAPA – CNPM S, 1997. 40p.
- SCOTT, T. A., SILVERSIDES, F. G. CLASSEN, H. L. SWIFT, M. L., BEDFORD, M. R. Comparison of sample source (excreta or ileal digesta) and age of broiler chick on measurement of apparent digestible energy or wheat and barley. **Poultry Science**, v.77, p.456-463, 1998.

- SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo : Varela, 1996. 121p.
- SHIRES, A., ROBBLEE, A. R., HARDIN, R.T. et al. Effect of the age of chickens on the true metabolizable energy values of feed ingredients. **Poultry Science**, v.59, p.396-403, 1980.
- SIBBALD, I.R. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. **Poultry Science**, p. 544-556, 1960.
- SIBBALD, I.R. The effect of the feed intake on metabolizable energy values measured with adult roosters. **Poultry Science**, v.54, p.1990 – 1997, 1975.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedstuffs. **Poultry Science**, v. 55, p. 303 - 308, 1976.
- SIBBALD, I.R. The effect of duration of the excreta collection period on the true metabolizable energy values of feedingstuffs with slow rates of passage. **Poultry Science**, v.58, p.896-899, 1979.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for available amino acid and true metabolizable energy in feedstuffs. **Poultry Science**, v.58, p. 668-673, 1979.
- 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**, v.60, p.805 – 811, 1981.
- SIBBALD, I.R. & MORSE, P. M. The effects of Feed Input and Excreta Collection Time on Estimates of Metabolic Plus Endogenous Energy Losses in the Bioassay for True Metabolizable Energy. **Poultry Science**, v.62, p.68-76,1982.

- 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 the evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 59, p. 1275 - 1279, 1963.
- SIBBALD, I.R. & WOLYNETZ, M.S. Estimates of Retained Nitrogen used to Correct Estimates of Bioavailable energy. **Poultry Science**, v.64, p.1506-1513,1985.
- SILVA, D. J. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. Ed. Viçosa, MG: UFV, 1990. 165p.
- SINHA, R. N. Interrelations of physical, chemical, and biological variables in the deterioration of stored grains. In : SINHA, R. N., MUIR, W. E. (Ed.) **Grain storage: Part of a system**. Westport : The AVI Publishing Company, 1973. p.15 - 48.
- SOUZA, A. V. C., **Composição química e valor nutritivo do milho com diferentes níveis de carunchamento para suínos**. Viçosa, MG: UFV, 1999, 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa / Minas Gerais, 1999.
- SULLIVAN, J. E., OWENS, F. N., e SHOCKEY, B. J. Corn roasting temperature e nutrient availability. **Journal of Animal Science**, v.37, p.291, 1973. (Abstr).
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análise Estatística e Genéticas)**. Viçosa : Imprensa Universitária, 59p. 1999.
- VALOIS, A. C. C., TOSELLO, G. A., ZANOTTO, M. D., SCHMIDT, G. S., Análise de qualidade de grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, p.771 -778, 1983.
- VERGARA, P., JIMINEZ, M., FERRANDO, C., FERNANDEZ, E., and GONALONS, E. Age influence on digestive transit time of particulate and soluble markers in broiler chickens. **Poultry Science**, v.68, p.185 - 189, 1989.

- WANG, X. **Effect of processing methods and raw material sources on protein quality of animal protein meals.** (thesis M. S.) University of Illinois, Urbana, IL., 1996.
- WANG, X. Effect of processing systems on protein protein quality of feather meals and hog hair meals. **Poultry Science**, v.76, p. 491 - 496, 1997.
- WANG, X. e PARSONS, C. M. Dietary Formulation with meat and bone meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acid basis. **Poultry Science**, v. 77, p. 1010 - 1015, 1998.
- 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.
- ZUPRIZAL, M. L., CHAGNEAU, A. M. GERAERT, P. A. Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of rapeseed and soybean meals in broilers. **Poultry Science**, v.72, p.289-295, 1993.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Equações utilizadas para os cálculos de energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn)

As equações utilizadas no cálculo de EMA e EMAn das rações e dos ingredientes foram:

$$EMA_{RT} = \frac{EBing. - EBexc.}{MSing.}$$

$$EMA_{RR} = \frac{EBing. - EBexc.}{MSing.}$$

$$EMA_{Alim.} = EMA_{RR} + \frac{(EMA_{RT} - EMA_{RR})}{\% \text{ subst.}}$$

$$EMAn_{RT} = \frac{(EB \text{ ing.} - EB \text{ exc.}) \pm 8,22 \times BN}{MSing.}$$

$$EMAn_{RR} = \frac{(EB \text{ ing.} - EB \text{ exc.}) \pm 8,22 \times BN}{MSing.}$$

$$EMAn_{ALIM} = EMAn_{RR} + \frac{(EMAn_{RT} - EMAn_{RR})}{\% \text{ subst.}}$$

Em que:

EMA_{RT} = energia metabolizável aparente da ração-teste;

EMA_{RR} = energia metabolizável aparente da ração referência;

EMA_{ALIM} = energia metabolizável do alimento;

$EMAn_{RT}$ = energia metabolizável aparente corrigida da ração teste;

$EMAn_{RR}$ = energia metabolizável aparente corrigida da ração referência;

$EMAn_{ALIM}$ = energia metabolizável aparente corrigida do alimento;

EB ing. = energia bruta ingerida;

EB exc. = energia bruta excretada;

MS ing. = matéria seca ingerida; e

BN = balanço de nitrogênio

APÊNDICE B

Análise de variância - Capítulo 1

Tabela 1 - Resumo da análise de variância da regressão referente aos dados de Matéria seca (MS), Proteína bruta (PB), Energia bruta (EB), Extrato etéreo (EE) de amostras de milho, submetidas a diferentes temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

Fonte de variação	Quadrado médio				
	GL	MS	PB	EB	EE
Regressão	3	1.088981 ^{ns}	0.040082 ^{ns}	2727.994111 ^{ns}	0.272725 ^{ns}
Resíduo	16	0.148010	0.021515	4084.160987	0.036282
CV (%)		0,45	1,72	1,63	3,93

ns - não significativo $P > 0,05$

Tabela 2 - Resumo da análise de variância da regressão referente aos dados de Fibra bruta (FB), Matéria mineral (MM), Cálcio (Ca), Fósforo (P), de amostras de milho, submetidas a diferentes temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

Fonte de variação	Quadrado médio				
	GL	FB	MM	Ca	P
Regressão	3	0.231016 ^{ns}	0.000100 ^{ns}	0.000001 ^{ns}	0.001399 ^{ns}
Resíduo	16	0.002367	0.008862	0.000004	0.003579
CV (%)		2,57	7,88	8,32	24,34

ns - não significativo $P > 0,05$

Tabela 3 - Resumo da análise de variância da regressão referente aos dados de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), das amostras de milho, submetidas a diferentes temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

Fonte de variação	Quadrado médio		
	GL	EMA	EMAn
Regressão	3	0.051637*	0.046049*
Resíduo	96	0.006161	0.005580
CV (%)		2,12	2,04

* $P < 0,05$

APÊNDICE C

Análise de variância - Capítulo 2

Tabela 1 - Resumo da análise de variância da regressão referente aos dados de conteúdo de Lisina (LIS), das amostras de milho, submetidas a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento.

Quadrado Médio		
Fonte de variação	GL	LIS
Regressão	1	0.004669*
Resíduo	16	0.000001
CV (%)		0,45

* P < 0,05

Tabela 2 - Resumo da análise de variância da regressão referente aos dados de conteúdo de Metionina (MET), Metionina + Cistina (Met + Cis), Treonina (TRE), Triptofano (TRI) das amostras de milho, submetidas a diferentes temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

Quadrado médio					
Fonte de Variação	GL	MET	MET+CIS	TRE	TRI
Regressão	3	0.000043*	0.000152*	0.000044*	0.000060*
Resíduo	16	0.000001	0.000003	0.000003	0.000001
CV (%)		0,45	0,45	0,45	0,47

* P < 0,05

Tabela 3 - Resumo da análise de variância da regressão referente aos dados de conteúdo de Leucina (LEU), Prolina (PRO) das amostras de milho, submetidas a diferentes temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

Quadrado médio			
Fonte de variação	GL	LEU	PRO
Regressão	3	0.000539*	0.007994 ^{ns}
Resíduo	16	0.000030	0.000004
CV (%)		0,45	0,45

* P < 0,05

ns - não significativo - P > 0,05

Tabela 4 - Resumo da análise de variância da regressão referente aos coeficientes de digestibilidade da Lisina (LIS), Triptofano (TRI) e da fenilalanina (PHE) das amostras de milho, submetidas a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento.

Quadrado médio				
Fonte de variação	GL	LIS	TRI	PHE
Regressão	2	79.872560*	50.818701*	11.129761*
Resíduo	112	20.693150	14.464391	6.647409
CV (%)		5,08	4,12	2,71

* P < 0,05

Tabela 5 - Resumo da análise de variância da regressão referente aos coeficientes de digestibilidade da Metionina (MET), Treonina (TRE) das amostras de milho, submetidas a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento.

Quadrado médio			
Fonte de variação	GL	MET	TRE
Regressão	3	65.917090*	77.669771*
Resíduo	112	11.849220	16.466512
CV (%)		3,70	4,43

* P < 0,05

Tabela 6 - Resumo da análise de variância da regressão referente aos coeficientes de digestibilidade da Metionina + Cistina (MET + CIS), Isoleucina (ILE) das amostras de milho, submetidas a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento.

Quadrado médio			
Fonte de variação	GL	MET+CIS	ILE
Regressão	1	96.815891*	60.891772*
Resíduo	112	10.981211	15.995752
CV (%)		3,61	4,34

* P < 0,05

Tabela 7 - Resumo da análise de variância da regressão referente aos dados de aminoácidos digestíveis das amostras de milho, submetidas a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento. Metionina (MET), Treonina (TRE), Triptofano (TRI), Fenilalanina (PHE) .

Fonte de Variação	Quadrado médio				
	GL	MET	TRE	TRI	PHE
Regressão	3	0.000440*	0.001093*	0.000134*	0.003380*
Resíduo	112	0.000046	0.000195	0.000008	0.000166
CV (%)		3,71	4,42	3,97	2,72

* P < 0,05

Tabela 8 - Resumo da análise de variância da regressão referente aos dados de aminoácidos digestíveis das amostras de milho, submetidas a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento. Lisina (LIS), Metionina + Cistina (MET+CIS), Histidina (HIS), Prolina (PRO).

Fonte de Variação	Quadrado médio				
	GL	LIS	MET+CIS	HIS	PRO
Regressão	1	0.000551*	0.002707*	0.000192*	0.007838*
Resíduo	112	0.000128	0.000208	0.000068	0.000759
CV (%)		5,05	3,83	3,00	3,27

* P < 0,05