

ERNANDIS BORGES DO AMARAL NETO

ANTIOXIDANTES NA CONSERVAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS
NUTRICIONAIS DE ALIMENTOS USADOS EM RAÇÕES PARA AVES

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Zootecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
1999

ERNANDIS BORGES DO AMARAL NETO

ANTIOXIDANTES NA CONSERVAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS
NUTRICIONAIS DE ALIMENTOS USADOS EM RAÇÕES PARA AVES

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Zootecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 12 de novembro 1998.

Prof. George Henrique Kling de Moraes

Prof. Ricardo Frederico Euclides

Prof. Horacio Santiago Rostagno
(Conselheiro)

Prof. Aloízio Soares Ferreira
(Conselheiro)

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Orientador)

A Deus, pela concessão da VIDA e da FÉ.

Aos meus pais (*in memoriam*), pela formação moral e pelo exemplo de vivência.

À minha irmã Eliana, pela dedicação e pelo apoio constante.

À minha sobrinha Estael, pela eterna esperança.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização deste curso.

À Universidade do Amazonas, pela liberação para realização do curso.

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

Ao Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino, pela orientação, pela amizade, pela confiança e pelo apoio irrestrito.

Ao Professores Aloízio Soares Ferreira, Ricardo Frederico Euclides, Horacio Santiago Rostagno, George Henrique Kling de Moraes, Maria Ignez Leão, José Brandão Fonseca, Paulo Cecon, Paulo Rubens Soares, José Fernando Coelho da Silva, Fernando Reis e Francisco Aloísio Fonseca, pelos valiosos ensinamentos, pelo estímulo e pela amizade.

Aos amigos Rita Trindade, Gardênia Cabral, Cristina Amorim, Silvana Garcia, Glória Maria, Walter Barbosa, Francisco Carlos, Dalton Fontes, José Algacir, Hednaldo Lima e Edvaldo, pela colaboração na realização dos experimentos e pelo apoio em outras atividades.

A Braccini, Chin, Peter, Plínio, Rodolfo, Harold e Durval, pela amizade e pelo convívio.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, por intermédio do Prof. Ciro Alexandre Alves Torres e da secretária Celeste, pela elogiosa competência e pela dedicação.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal Fernando, José Antônio, Vera, Monteiro, Wellington e Valdir e aos colegas Rildon e Michele Cristina, pela agradável convivência e pela ajuda na realização das análises.

Aos funcionários da Seção de Avicultura, pela colaboração na realização dos experimentos.

A Mário, Raimundo, Márcia, Rosana e aos funcionários dos demais setores, pela colaboração.

Aos amigos e funcionários de outros departamentos Eumário Chinellis, José Mauro de Lima, Júlio César F. da Silva, Valério de Souza, Darci Duarte e Wagner Martins Dias, pelo apoio prestado na montagem do experimento e pela pujante demonstração de solidariedade.

À funcionária Elisabeth Gonçalves e ao estagiário Rodrigo Toledo, pela colaboração nos ensaios biológicos.

Ao amigo Rilke Tadeu Fonseca, pelo essencial apoio e pela colaboração.

A Osvaldo e Carmen Sasaki, pelo incentivo.

Aos amigos Paulo Henrique Peixoto, Raion Vasconcelos e Jorge S. Mattos, pelo excelente convívio, pela colaboração nos trabalhos e pela grande amizade.

À Leda, Alexa, Elza, Jair e Marcelo, pela paciente dedicação nos trabalhos de digitação e pela amizade.

À Pollianna e ao Ronaldo, pelos trabalhos de correção e pela redação final da tese.

Ao amigo Gilberto Nogueira A. Peixoto, pelo apoio prestado como meu procurador junto à Universidade do Amazonas, com total dedicação e competência.

À Ana Cláudia T. do Nascimento, pelo fundamental apoio, mantendo colaboração constante, independente do local em que estivesse.

Àqueles que, na cidade de Viçosa, me proporcionaram apoio e convivência fraterna.

Em especial, ao grande amigo José Evandro de Mesquita Graça, cuja atuação revestida de desprendimento e solidariedade tornou possível minha liberação para a realização deste curso.

A Ambrósio F. da Silva Filho, pela sugestão de seguir o infindável e fascinante caminho da Zootecnia.

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

BIOGRAFIA

ERNANDIS BORGES DO AMARAL NETO, filho de Almir Borges do Amaral e Alice do Espírito Santo do Amaral, nasceu em 13 de março de 1950, na cidade do Rio de Janeiro-RJ.

Em dezembro de 1976, graduou-se em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ.

Exerceu a função de Biologista do Convênio SUDEPE – UFRRJ, no período de outubro de 1977 a maio de 1980.

Foi contratado pela Universidade do Amazonas - UA, em março de 1982, para ocupar o cargo de Professor.

Em março de 1984, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, submetendo-se ao exame final de defesa de tese no dia 8 de agosto de 1989.

Em agosto de 1993, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa - UFV, submetendo-se ao exame final de tese em 12 de novembro de 1998.

CONTEÚDO

	Página
EXTRATO	ix
ABSTRACT	xi
1.INTRODUÇÃO	1
2.REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Subprodutos na alimentação de frangos de corte.....	3
2.1.1.Considerações sobre a farinha de carne e ossos	3
2.1.2.Utilização de gorduras animais ou vegetais como fontes de energia.....	4
2.1.3.Características dos antioxidantes.....	8
2.1.4.Mecanismo de ação dos antioxidantes	12
2.1.5.Uso de antioxidantes em rações de frangos de corte.....	16
CAPÍTULO 1	19
EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE OS VALORES ENERGÉTICOS DE ALIMENTOS PARA AVES.....	19
1.INTRODUÇÃO.....	19
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
3.1. Composição química e energética da farinha de carne e ossos e valores energéticos dos óleos de soja e dendê.....	23

3.2. Valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) dos alimentos armazenados na matéria natural	25
3.3. Valores de EMV e EMVn dos alimentos armazenados com base na matéria seca	27
4. RESUMO E CONCLUSÕES	29
CAPÍTULO 2	30
VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE ALIMENTOS, PARA AVES, TRATADOS COM DIFERENTES ANTIOXIDANTES.....	30
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
3.1. Composição química e energética das farinhas de carne e ossos com e sem antioxidantes.....	33
3.2. Valores de EMV e EMVn dos alimentos armazenados com e sem tratamentos com antioxidantes expressos, com base na matéria natural ...	35
3.3. Valores de EMV e EMVn dos alimentos armazenados com e sem tratamentos com antioxidantes, expressos com base na matéria seca.....	35
4. RESUMO E CONCLUSÕES	39
CAPÍTULO 3	40
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE NO PERÍODO DE 1 A 21 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM FARINHA DE CARNE E OSSOS TRATADA OU NÃO COM ANTIOXIDANTES SINTÉTICOS	40
1. INTRODUÇÃO.....	40
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4. RESUMO E CONCLUSÕES	49
3. RESUMO E CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
APÊNDICES.....	60

EXTRATO

AMARAL NETO, Ernandis Borges do, D.S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 1999. **Antioxidantes na conservação das características nutricionais de alimentos usados em rações para aves.** Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Conselheiros: Horácio Santiago Rostagno, Aloízio Soares Ferreira.

Foram realizados seis ensaios biológicos, com galos Leghorn, adultos, com o objetivo de determinar os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) de farinha de carne e ossos (FCO), óleo de soja e óleo de dendê. Nos cinco primeiros ensaios biológicos, foram utilizados alimentos não-tratados com antioxidantes, armazenados por um período de 120 dias. O primeiro ensaio foi realizado antes de iniciar o período de armazenamento, no dia 0 (zero), e os demais foram realizados de acordo com intervalos de 30 dias de armazenamento (30, 60, 90 e 120 dias). No sexto ensaio, foram analisados todos os alimentos armazenados e tratados com os diferentes tipos de antioxidantes (B.H.T., Endox e Etoxiqum). Determinaram-se a composição química e energética da FCO e os valores de EMV e EMVn, dos óleos de soja e dendê, utilizando-se, nos seis ensaios, o método “alimentação forçada” (SIBBALD, 1976). Os valores de EMV foram superiores aos de EMVn. O período de armazenamento influenciou negativamente os valores de EMV do óleo de dendê. Não foram observadas diferenças significativas entre os antioxidantes utilizados para FCO, o óleo de

soja e o óleo de dendê. Foi realizado também um ensaio de desempenho com o objetivo de verificar a eficácia dos antioxidantes utilizados. Foram elaboradas rações utilizando-se FCO armazenadas por 120 dias, tratadas com B.H.T., Endox, Etoxiquim e uma ração testemunha (FCO, sem tratamento com antioxidantes). As rações foram fornecidas a pintos de corte, Hubbard, no período de 1 a 21 dias de idade. Considerando-se os resultados de desempenho, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com relação a ganho de peso, consumo da ração, conversão alimentar e viabilidade.

ABSTRACT

AMARAL NETO, Ernandis Borges do, D.S., Universidade Federal de Viçosa, April, 1999. **Antioxidants in the conservation of nutritional characteristics of feeds used in the diets for broilers.** Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Committee Members: Horácio Santiago Rostagno, and Aloízio Soares Ferreira.

Six biological trials, with Leghorn adults cockers, were carried out with the objective to determine the values of true metabolizable energy (TME) and corrected true metabolizable energy (CTME) of the meat and bones meal (MBM), soybean oil and dendê oil. In the first five biological trials, feeds treated with no antioxidants (B.H.T., Endox and Etoxiquim), stored for 120-d period, were used. The first trial was carried out before the beginning of the storing period, in the day 0 (zero), and the others were realized according to intervals of 30-d storing (intervals 30, 60, 90 and 120 days). In the sixth trial, all feeds stored and treated with different types of antioxidants (BHT, Endox and Etoxiquim) were analyzed. The MBM energy and chemical composition and the TME and CTME values were evaluated, in the six trials, by means of the “forced feeding” method. The TME values were superior to the CTME ones. The storing period influenced negatively on the dendê oil TME values. There were no significant differences among antioxidants used for MBM, soybean oil and dendê oil. A performance trial was also carried out with the objective to verify the efficacy of the used antioxidants. Diets with MBM stored for 120 days, treated with B.H.T.,

Endox and Etoxiquim and a control diet (MBM, with no treatment with antioxidants) were used. Hubbard broilers received diets from 1 to 21 days of age. Considering the results of performance, there were no significant differences among treatments in relation to weight gain, feed intake, feed:gain ratio and viability.

1. INTRODUÇÃO

O fato de a avicultura ter se destacado mundialmente como cultura zootécnica de grande lucratividade é atribuído ao desenvolvimento e à adoção de tecnologias que permitiram maximização de produção. O Brasil é o segundo maior exportador de carne de aves do mundo, com produção de 545.978 toneladas de carne de frangos (SÁ, 1998).

A diversificação dos produtos oferecidos pela indústria contribui para o sucesso alcançado no setor avícola, pois, além do frango inteiro, têm sido colocado à disposição do consumidor produtos nobres, embutidos e cortes de carnes de frango com menor teor de gordura e prontos para o consumo. A redução no teor de gordura na carcaça de frangos ocorreu em virtude do dinamismo da exploração e da evolução das técnicas de manejo animal, melhoramento genético, nutrição e sanidade.

Entre as diversas pesquisas realizadas na área de nutrição, destacam-se os estudos com relação ao uso de óleos, gorduras e subprodutos de origem animal e vegetal. Estas matérias-primas têm sido usadas na formulação de rações como alimentos alternativos, a fim de reduzir os custos de produção.

DALE (1998) citou que, apesar da importância das gorduras para as rações avícolas, sua determinação de energia metabolizável não tem sido muito precisa, pois, como o seu nível nas rações experimentais tem sido baixo, a variação experimental tende a ser alta, não sendo raro encontrar diferenças de até

800 kcal/kg entre avaliações repetidas da mesma amostra, tornando-se, portanto, questionáveis as diferenças nos valores de energia metabolizável dos óleos.

Têm-se realizado diversos estudos envolvendo subprodutos de origem animal, incluindo a farinha de carne e ossos, que, embora de uso proibido na União Européia e pela FDA (Food and Drug Administration - EUA), tem sido amplamente utilizada no Brasil. A principal preocupação do uso dessa matéria prima é a qualidade, que pode ser alterada ao se iniciarem processos de rancificação originados por fatores físicos e, ou, químicos, nas fases de processamento e, ou, armazenamento. De maneira geral, esta preocupação atinge óleos e gorduras, em virtude da alta susceptibilidade de oxidação dos ácidos graxos polinsaturados que os constituem.

VALENZUELA e NIETO (1997) preconizaram o uso de antioxidantes visando à estabilização de óleos e gorduras, protegendo-os contra rancidez oxidativa, conservando, dessa maneira, o valor nutricional destes alimentos.

Assim, objetivou-se verificar o efeito do armazenamento da farinha de carne e ossos (FCO), do óleo de dendê e do óleo de soja, tratados com os antioxidantes Endox, B.H.T. e Etoxiquim, sobre os valores de EMV e EMVn e avaliar o desempenho de frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade, utilizando-se FCO armazenada por 120 dias e tratada com diferentes tipos de antioxidante.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Subprodutos na alimentação de frangos de corte

2.1.1. Considerações sobre a farinha de carne e ossos

As pesquisas sobre nutrição de aves têm sido direcionadas no sentido de obter melhor utilização dos alimentos, incluindo-se também os resíduos e subprodutos industriais.

Entre os subprodutos utilizados na fabricação de rações para aves, tem-se a farinha de carne e ossos, que, segundo ALBINO et al. (1986), é um subproduto oriundo de abatedouros industriais de bovinos, resultantes da cocção sob pressão, composta de graxaria com resíduos cárneos e ósseos, por meio de extração mecânica.

A farinha de carne e ossos (FCO) já foi considerada componente imprescindível nas rações de monogástricos como fonte protéica. Seu valor energético é, normalmente, subestimado, pois, segundo DALE (1998), quando incluída em níveis elevados, em ração experimental, apresenta níveis excessivos de cálcio e fósforo. Esse autor relata também que o cálcio, em níveis de 4 ou 5%, reduz a digestibilidade de outros ingredientes da dieta, resultando em valor subestimado da energia da farinha de carne.

Segundo BRUGALLI (1996), ocorre redução de valores energéticos, à medida que se eleva o nível de substituição de Ca, em virtude da interferência dos altos níveis deste mineral com diversos fatores, como absorção de gordura, diminuição na digestibilidade de proteína da FCO, causada pelo alto conteúdo de minerais, e redução no consumo.

A qualidade da FCO pode ser alterada em função das condições de processamento. DALE (1992) verificou que a temperatura durante o processamento pode alterar a disponibilidade de aminoácidos deste componente. Este fator foi também a causa de maior influência na concentração e digestibilidade de aminoácidos da FCO no trabalho de ALBINO (1980), o qual relatou que, de maneira geral, todo alimento processado pode ter seu valor nutritivo alterado, o que pode conduzir o mesmo alimento a diferentes valores energéticos.

JORGE NETO (1994) relatou que o uso de FCO acarreta economia de 2 a 3% no custo da ração, sendo o uso de gordura vegetal necessário somente para acertar o nível de ácido linoléico.

A principal preocupação em relação à FCO reside no fato de que seu teor de gordura pode ser influenciado por processos de rancificação originados de fatores físicos ou químicos, nas fases de processamento e, ou, armazenamento.

2.1.2. Utilização de gorduras animais ou vegetais como fontes de energia

Segundo MORAN JÚNIOR. (1994), compreender a natureza das gorduras (sua fonte ou perfil de ácidos graxos), juntamente com os processos de digestão-absorção, preparação gástrica, emulsificação, digestão, formação de micelas, transferência para a superfície do enterócito, transferência da membrana e formação de VLDL, possibilita entender a maioria das análises e suas limitações, ao avaliar sua qualidade, quanto ao seu conteúdo de energia metabolizável.

As gorduras têm, aproximadamente, o dobro da energia bruta que os carboidratos; nesse contexto, as proteínas ocupam posição intermediária.

Conforme SCOTT et al. (1998), a variação na energia metabolizável de um alimento deve-se, principalmente, a diferenças no seu conteúdo energético, contribuído por carboidrato, proteína e gordura, em seus respectivos teores de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, além da presença de fatores anti-nutritivos (Ex.: pentosanas) que podem limitar a disponibilidade de nutrientes para as aves.

Segundo MAYNARD et al. (1979), a explicação para a magnitude da energia bruta das gorduras em relação a outras moléculas reside no fato de a queima de um grama de hidrogênio produzir mais de quatro vezes a energia oriunda da queima de um grama de carbono.

A composição em gordura da ração é de suma importância, pois possui influência direta no balanço energético, o que irá controlar o consumo de ração.

Considerando-se que os sistemas de alimentação para aves são usualmente *ad libitum*, o criador e seu nutricionista podem determinar a natureza e a qualidade da ração, mas é a ave que limita seu consumo e o consequente consumo calórico para atender aos requerimentos ligados à produção (músculos, ossos, penas e ovos) e às perdas calóricas associadas aos processos biossintéticos.

Numerosos trabalhos têm sido conduzidos com o uso de gorduras para frangos de corte, visando identificar o tipo de gordura (sua composição em ácidos graxos), assim como sua fonte em avaliações de desempenho.

SIBBALD et al. (1960) relataram que o nível de inclusão de gordura na ração pode exercer profunda influência sobre o valor da EM atribuído a esta gordura. Este valor pode diminuir à medida que se aumenta o seu nível de inclusão na ração (JENSEN et al., 1970). Contudo, esta redução depende do tipo de gordura utilizada (WISEMAN et al., 1986).

Os componentes de gordura usados como fonte de energia concentrada são quase exclusivamente triacilgliceróis, ácidos graxos livres e fosfolípídeos. A energia bruta dos ácidos graxos saturados aumenta com o comprimento da cadeia. Nos ácidos graxos insaturados, com a elevação do número de ligações insaturadas na cadeia, o conteúdo de energia bruta diminui proporcionalmente (MORAN JÚNIOR, 1994).

No intestino delgado da ave, a absorção de um ácido graxo pode ser alterada na presença de outros. A absorção de um ácido graxo saturado varia conforme o nível de ácidos graxos insaturados com que está misturado (RENNER e HILL, 1961; YOUNG, 1961).

McCRACKEN (1996) realizaram um ensaio com o propósito de comparar a extensão de rações contendo fontes diferentes de lipídeos, suplementadas com enzimas, e sua possível atuação na digestibilidade das gorduras; entre as fontes estudadas, a ração com óleo de peixe apresentou a maior digestibilidade de gorduras, não se observando efeito das enzimas sobre as variáveis de desempenho.

A adição de gorduras às rações, sem contar a energia, fornece também o ácido linoléico, sendo importante, portanto, o tipo de gordura a ser adicionada, pois, se esta for de baixa digestibilidade, acarreta maior eliminação fecal de cálcio e magnésio, obrigando a maior suplementação destes elementos, quanto maior for a saturação dos ácidos graxos. Sob o aspecto vitamínico, há necessidade de se aumentarem os níveis de ácido fólico, colina e vitaminas A e E; logo, o tipo de gordura deve ser tal que melhore a utilização digestiva das vitaminas lipossolúveis e garanta quantidade suficiente de ácido linoléico.

O ácido linoléico, conforme citado por YOUNG e GARRET (1963), facilita a absorção dos ácidos graxos saturados em pintos. Esses resultados foram confirmados pelos trabalhos de ARTMAN (1964) e WISEMAN e LESSIRE (1987).

ENGBERG et al. (1996) pesquisaram a influência de óleos vegetais oxidados sobre o desempenho e o “status” antioxidativo de frangos de corte, avaliados por intermédio do plasma, dos músculos esqueléticos e cardíaco, do fígado e da gordura abdominal. Esses autores, quando forneceram aos animais rações com óleos vegetais não-oxidados e oxidados, obtiveram, como resultados, concentrações menores de ácido linoléico e linolênico nas rações com óleo oxidado, que também causaram diminuição do crescimento, após 2 semanas, e apresentaram menores concentrações de tocoferóis, β caroteno e retinol no plasma e nos tecidos analisados.

BERTECHINI et al. (1994) utilizaram óleo de dendê na alimentação de pintos de corte em período experimental de 7 a 42 dias. Os níveis de 1,7 a 2,84% de inclusão foram os melhores para ganho de peso e consumo de ração, respectivamente.

Estudos recentes com lipídeos têm envolvido a ação destes nutrientes em relação à sua fonte, encontrando-se trabalhos que citam melhor desempenho por parte das aves, quando recebem rações em que foram adicionadas ambas as fontes (animal e vegetal).

ANDRIGUETTO et al. (1986) citam que o uso de gorduras vegetal e animal atua de forma sinérgica, proporcionando aumento do valor calórico, comparado com o uso de alimentos de uma das fontes isoladamente. O incremento do valor de energia metabolizável ocorrido com a mistura estava de acordo com as recomendações do NRC (1994).

LANA et al. (1995) empregaram níveis de 1,18; 5,48; e 8,20% de óleo vegetal, perfazendo totais de 2850, 3050 e 3250 kcal/kg, respectivamente, em pintos nessa mesma fase, obtendo efeito linear no desempenho das aves, à medida que aumentaram os níveis de energia das dietas.

O nível mais alto de energia, proveniente de duas fontes de origem vegetal (soja e girassol), também apresentou melhor desempenho em pintos de corte para ganho de peso e eficiência alimentar. Nesse trabalho, NARAHARI et al. (1997) relataram efeito sinérgico entre o nível alto da ração e a forma peletizada da ração.

HRDINKA et al. (1996) observaram que, embora a composição de ácidos graxos da ração tenha efeito limitado sobre as porções de carne (peito e coxa) de frangos, houve, porém, maior impacto sobre a composição e o ponto de fusão do tecido adiposo (abdominal e subcutâneo). Os padrões de ácidos graxos dos tecidos adiposos abdominal e subcutâneo são quase idênticos entre si e altamente diferentes da composição de gordura extraída de peito e coxas. Esses autores observaram menor ponto de fusão abdominal dos frangos alimentados com rações contendo gorduras de origem vegetal.

Segundo MORAN JÚNIOR (1994), os ácidos graxos livres e os fosfolipídeos em pH baixo tornaram-se hidrófilos, unindo-se com triacilgliceróis. Aminoácidos hidrofóbicos atuam com o sítios para agregação lipídica.

A coalescência de lipídeos a pH baixo não apenas une cada uma das classes, como também resulta em ponto de fusão da mistura que a torna, geralmente, líquida à temperatura do corpo.

2.1.3. Características dos antioxidantes

Os antioxidantes podem ser de origem natural ou sintética.

Os tocoferóis são os antioxidantes de origem natural mais conhecidos e cada vez mais usados. Constituem uma família de isômeros estruturais conhecidos coletivamente como vitamina E, nas suas diferentes formas, a saber: alfa, beta, gama e delta tocoferóis.

O alfa tocoferol é o mais abundante e menos ativo, em oposição ao delta tocoferol, que é menos abundante, mas com maior atividade antioxidante.

HUANG et al. (1994) estudaram o efeito de α e γ tocoferóis na inibição da formação e decomposição de hidroperóxidos. A capacidade de ambos em inibir a formação de hexanos melhorou com o aumento da concentração e do tempo de oxidação, diferentemente em relação à formação de hidroperóxidos.

Conforme HILDEBRAND e KITO (1989), a soja possui a izoenzima lipoxigenase, que é responsável pela formação de hexanos. Tratamentos com calor, extração com solventes orgânicos ou solução alcoólica são usados para minimizar o problema, mas são caros e não totalmente satisfatórios (KITAMURA et al. 1984).

HALLIWELL (1994) cita que, além da vitamina E, o ácido ascórbico (Vit. C) também tem sido identificado como neutralizador de radicais livres de oxigênio, desempenhando, portanto, função antioxidante.

Os efeitos dos antioxidantes sobre a oxidação de óleos e gorduras podem ser observados tanto no desempenho dos animais, como nas características de

seus constituintes de carcaça. RUNNELS et al. (1966) aumentaram significativamente a coloração da carcaça de frangos que receberam ração com B.H.T. ou Etoxiquim.

SHEEHY et al. (1993) alimentaram pintos com rações contendo óleos vegetais crus, aquecidos ou com suplementação de acetato de tocoferil. Os óleos aquecidos reduziram a quantidade de α -tocoferol, alteraram a composição de ácidos graxos dos lipídeos musculares e aumentaram a susceptibilidade do músculo à oxidação lipídica.

A suplementação das rações contendo óleos aquecidos com α -acetato de tocoferil diminuiu alguns desses efeitos. WU e SQUIRES (1997) constataram que as vitaminas E e Se diminuíram a peroxidação de lipídeos e a incidência de hemorragia hepática em poedeiras.

No entanto, AJUYAH et al. (1993), trabalhando com pintos de corte machos (Hubbard) criados até 6 semanas de idade, alimentados com ração controle à base de farelos de milho e soja e rações contendo óleo de semente de linhaça com e sem antioxidantes, misturados a tocoferol, contaxantin, ou ambos, verificaram que os antioxidantes não influíram no desempenho dos frangos.

SHIMADA et al. (1992), estudando a autooxidação de óleo de soja na presença de estabilizador de emulsão, como o Xanthan, observaram que este ingrediente inibiu fortemente a peroxidação do óleo de soja, quando em presença de tocoferóis, não demonstrando, porém, atividade antioxidante sobre o óleo de soja na ausência de tocoferóis, indicando, portanto, atuação sinérgica dessas duas substâncias.

Em outro trabalho, SHIMADA et al. (1994) confirmaram que a peroxidação do óleo foi suprimida pela ação de um resíduo de piruvato de Xanthan, o qual se ligava a íons de ferro, ocasionando sua quelatação, sinérgicamente em presença de tocoferóis.

OSAWA et al. (1992) extraíram de folhas verdes de cevada a substância 2''(3'')-O-glycosylisovitexin com características aintioxidativas semelhantes às do α -tocoferol, que não oferece riscos, podendo ser utilizado em certos alimentos ou bebidas. CUVELIER et al. (1994) também extraíram da salva (*Salvia*

officinalis) os compostos carnosol, ácido carnósico, rosmadial, rosmanol, epirosmanol e metilcarnosato. À exceção do epirosmanol, estas substâncias tiveram suas atividades antioxidativas avaliadas, apresentando potencial antioxidativo de 3 a 7 vezes menor que o antioxidante sintético - B.H.T.

TAMURA e YAMAGAMI (1994), entretanto, demonstraram que antocianinas isoladas de uvas moscatel foram duas vezes mais efetivas que o (+)-catechin e o α -tocoferol em seu poder antioxidante, quando testados na autooxidação do ácido linoléico. OHTA et al. (1994) também constataram atividades antioxidativas em hemicelulose de farelo de milho; o mesmo foi observado por WANASUNDARA et al. (1994), em compostos de farelo de canola, e GORDON e AN (1995), com flavonóides isolados de licorice (alcaçuz).

MIYAKE e SHIBAMOTO (1997) citaram que a atividade antioxidativa dos produtos naturais não é tão forte quanto à do B.H.T. Entretanto, estes produtos, em particular os flavonóides, estão presentes em alimentos naturais como cereais e vagens em quantidades relativamente abundantes.

A indústria química tem desenvolvido produtos (antioxidantes) capazes de prevenir ou retardar o desenvolvimento da rancidez oxidativa, evitando riscos toxicológicos e perdas econômicas ocasionadas por este processo, quando não é devidamente controlado, (VALENZUELA e NIETO, 1997). Estas substâncias, por possuírem características próprias de atuação junto aos óleos e gorduras, ainda não possuem concretamente definidas suas concentrações para os diferentes substratos.

Segundo RUTZ (1994), as propriedades inerentes das gorduras tornam difícil a predição de seu comportamento oxidativo e, por conseguinte, estabelecer o melhor nível de antioxidante a ser usado.

Numerosos trabalhos servem de parâmetros de comparação da eficácia relativa entre os tipos de antioxidantes (naturais e sintéticos) e dentro de cada tipo considerado.

NELSON (1990), em suas comparações, cita que, em geral, o antioxidante Etoxiquina (100%) é igual ao Endox e ambos são superiores ao B.H.T. O Etoxiqim apresenta como uma de suas características a prevenção

potencial da peroxidação excessiva de tecidos das aves. Esse fato foi observado por BAILEY et al. (1996), quando simultaneamente testaram a ação deste oxidante em relação à resposta imune. Não foi observada resposta significativa para este segundo parâmetro, porém houve confirmação para os resultados do primeiro parâmetro no trabalho realizado por CABEL et al. (1988).

LAURIDSEN et al. (1994), contudo, observaram efeito preventivo sobre a formação de peróxidos no alimento, tanto com B.H.T. e Etoxiqum isoladamente, ou quando utilizados de forma combinada.

MACHLIN et al. (1959) concluíram que a exigência maior de vitamina E para prevenir sintomas de deficiência nos tecidos das aves pode ser correspondida pelo uso de Santoquin. Esta mesma característica foi confirmada por BARTOV e BORNSTEIN (1981), que observaram efeito estabilizador direto não somente do Etoxiqum, como também do B.H.T., sobre a gordura da carcaça de aves. Este fato está aparentemente correlacionado com o nível (status) de vitamina E das aves, pois foi também constatado leve aumento na estabilidade dos tecidos (carne) dos animais pelo Etoxiqum utilizado sozinho, mas houve aumento marcante quando combinado com α -acetato de tocoferil. Esses autores relataram também que o antioxidante Endox-50 não apresentou estas propriedades sozinho, ou mesmo quando combinado com α -tocoferil acetato, e citaram o Endox correlacionado como eficiente protetor da vitamina A nas dietas. Esta característica está de acordo com os resultados de JONES et al. (1986), que, ao testarem estes mesmos antioxidantes para preservação da vitamina A, constataram que o Endox foi equivalente ao Etoxiqum em eficiência, sendo ambos superiores ao B.H.T. BARTOV e BORNSTEIN (1972), entretanto, estudando a eficiência do B.H.T. e do Etoxiqum sobre o nível de vitamina A no fígado, obtiveram equivalência entre ambos.

2.1.4. Mecanismo de ação dos antioxidantes

O uso de gorduras e óleos nas rações, bem como de subprodutos de origem animal, tem sido pesquisado de forma expressiva. Parte da matéria graxa destes ingredientes é formada por ácidos graxos polinsaturados, que podem sofrer alterações químicas marcantes, devido ao processamento e, ou, armazenamento, resultando em oxidação, que pode influenciar outras substâncias, como vitaminas lipossolúveis e pigmentos, acarretando, conseqüentemente, em prejuízos para o desempenho e a saúde dos animais.

Este processo, conhecido como rancidez oxidativa, causa enormes perdas ao produto e ao usuário, que teria que descartar grandes quantidades desse material, caso tivessem altos níveis de oxidação, no sentido de evitar ou minimizar os riscos para a saúde humana ou animal. Nas moléculas dos ácidos graxos polinsaturados presentes nas gorduras, inicia-se e desenvolve-se a rancidez oxidativa, que gera compostos bem definidos, como os peróxidos e hidroperóxidos, os quais produzirão aldeídos, cetonas, ésteres ácidos e polímeros.

LANCINI (1994) cita que todas essas moléculas fazem com que as características nutritivas e organolépticas do alimento se modifiquem, podendo provocar nos animais estresse por ação irritativa, alterações na função da flora intestinal, diminuição no nível de ingestão de alimentos, alteração na utilização das gorduras e aumento nas necessidades protéicas para crescimento ótimo.

No processo da rancidez oxidativa, são identificados três estádios que seqüencialmente são classificados em iniciação, propagação e terminação (RUTZ e LIMA, 1994).

HALLIWELL (1994) descreve que a iniciação é caracterizada pela formação de radicais livres, devido à atuação de fatores como altas temperaturas, radiação, enzimas, luz e presença de íons metálicos (cobre, ferro, cobalto, cromo), sendo os dois últimos os de maior importância. Esta interação pode ocorrer no estado livre (como íons) ou em ligação com estruturas inorgânicas (complexos metálicos) ou orgânicas (unidos a proteínas, ex.: Fe na hemoglobina ou mioglobina).

A propagação é decorrente da grande facilidade de reação e combinação dos radicais livres com outras moléculas, levando ao processo de auto-oxidação. A interação com o oxigênio atmosférico induz à formação de um hidroperóxido e outro radical livre.

Durante o curso da propagação, o processo oxidativo adquire cada vez maior rapidez, acompanhado de alto consumo de oxigênio, caracterizando-se por rápidas trocas estruturais na composição dos lipídeos. Portanto, a duração da fase inicial é uma medida da resistência à oxidação (ARAÚJO, 1994).

O grau de insaturação dos ácidos graxos que compõem os lipídeos é fundamental nesta etapa. Quanto mais polinsaturado for o lipídeo, maior é a sua suscetibilidade e mais rápido é o processo de rancificação; por esta razão, os óleos, devido à sua maior proporção de ácidos graxos polinsaturados, são mais susceptíveis que as gorduras para iniciar e desenvolver a rancificação. A maior susceptibilidade de um ácido graxo polinsaturado, para iniciar um processo de rancificação, relaciona-se com maior número de “unidades pentadiênicas” de sua estrutura.

A fase de terminação (rancificação) ocorre com rompimento das moléculas contendo radicais livres, podendo, então, originar a formação de produtos de baixo peso molecular, como aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres, que são voláteis e responsáveis pelos odores desagradáveis dos alimentos oxidados.

Segundo VALENZUELA e NIETO (1995), o “odor de ranço” é critério muito subjetivo (diferente avaliação individual), não-quantificável e não-definitivo, uma vez que a rancificação pode ocorrer sem que seja notada, tornando-se necessário, portanto, avaliação química da rancidez oxidativa.

Essencialmente, a oxidação é processo de degradação que ocorre na região insaturada do ácido graxo, sendo o peróxido o principal produto formado. Evidências experimentais indicam que o peróxido é produto primário predominante, porém não-exclusivo. É relativamente instável à temperatura de 80°C ou acima e relativamente estável à temperatura ambiente. Portanto, diferentes produtos finais podem ser formados em diferentes temperaturas. O peróxido pode reagir com outros constituintes presentes no alimento ou se

decompõe em produtos secundários, como aldeído, álcool, ácido, entre outros, responsáveis pelo sabor característico de produtos rançosos.

SPRINGMANN (1997) cita que as moléculas de gordura, mesmo depois de tratadas, apresentam insaturações (fazem parte de sua estrutura), que são sítios ativos para reações com o oxigênio do ar, resultando na formação de hidroperóxidos. Logo, o uso de agentes antioxidantes é imprescindível para assegurar a qualidade dos alimentos e obter bom rendimento, principalmente, em presença de rações que contenham ácidos graxos insaturados, destacando-se, porém, que os antioxidantes não restituem a condição natural do produto, quando já estiver rancificado.

De acordo com ROBEY (1994), o uso de antioxidantes, além de sua adição direta na mistura dos ingredientes na preparação das rações, pode também ser feito aplicando-se o antioxidante nos subprodutos que constituírem os ingredientes das rações, durante o seu processamento, estabilizando-os no sentido de preservar seu valor nutricional.

VALENZUELA e NIETO (1997) relataram que o antioxidante pode ser definido como uma substância que permite estabilizar um radical livre de oxigênio ou um radical livre na estrutura de um ácido graxo.

A ação dos antioxidantes pode ser explicada por um ou mais dos seguintes mecanismos: doação de hidrogênio pelo antioxidante, doação de elétron pelo antioxidante, incorporação do lipídeo ao antioxidante e formação de um complexo entre o lipídeo e o antioxidante, sendo que os dois primeiros são considerados os principais mecanismos de ação (Skelton, 1959, citado por RUTZ e LIMA, 1994).

YEN e HSIEH (1995), quando trabalharam com produtos de xilose e lisina (Reação de Maillard), constataram que a atividade antioxidativa dessas substâncias foi atribuída ao efeito combinado de poder redutor, doador de átomos de hidrogênio e eliminador de oxigênio livre.

Do ponto de vista químico, as substâncias mais adequadas para se comportar como antioxidantes são as fenólicas e polifenólicas, já que podem estabilizar um radical livre de oxigênio ou de um ácido, cedendo um hidrogênio e

estabilizando internamente o radical livre originado em sua estrutura pela perda do hidrogênio, formando assim um produto estável.

Entre os antioxidantes sintéticos mais utilizados, com estas características, destacam-se o butil hidroxitolueno (B.H.T., 2,6-di-ter-butil-p-cresol), o butil hidroxianisol em suas duas formas isoméricas (BHA, 2 e 3-ter-butil-hidroxi-anisol), o Etoxiqum (ETOX, 6 etoxi-1,2-dihidro-2,2,4-trimetil quinolina), que é um antioxidante de estrutura não-fenólica, e o Endox (uma mistura de 2-terc-butil-4-metoxifenol, ácido etilenodiaminatetracético, ácido fosfórico, monoglicerídeos e diglicerídeos).

O B.H.T. e o B.H.A. são especialmente efetivos na estabilização de gorduras de origem animal. O Etoxiqum é amplamente utilizado na estabilização de alimentos animais (suínos, aves e peixes), destacando-se dos anteriores por não estar aprovado para utilização direta em produtos de consumo humano.

Os antioxidantes podem ser utilizados isoladamente ou combinados com o propósito de obtenção de maior eficiência. Esta mistura produz sinergismo - um antioxidante reforça ou apoia a ação dos outros.

O efeito de um antioxidante ou de sua mistura pode ser aumentado com a utilização de outros agentes químicos que podem inibir a formação de radicais livres de oxigênio, sem serem neutralizadores destes radicais. Estas substâncias são chamadas agentes quelantes ou seqüestrantes, que atuam neutralizando os metais presentes no sistema que contém os lipídeos; os mais comumente utilizados são os ácidos cítrico, ascórbico, tartárico e fosfórico.

Segundo WOOLFORD (1992), a rancidez oxidativa pode ser avaliada por métodos químicos e físicos. Os métodos químicos incluem o método de índice ou valor de Peróxido (PV) e o método do ácido Tiobarbitúrico (TBA). Entre os métodos físicos, destacam-se os testes “Active Oxygen Method”(AOM-TEST) e o Sylvester Test.

2.1.5. Uso de antioxidantes em rações de frangos de corte

Os antioxidantes naturais ou sintéticos têm contribuído eficazmente na nutrição animal.

O mecanismo de ação destas substâncias protegem as gorduras da oxidação, conservando, assim, a qualidade nutricional dos alimentos, e faz com que se evitem perdas de alta significância que ocorreriam indubitavelmente na produção e no desempenho dos animais, acarretando, de imediato, prejuízos financeiros à exploração.

O uso de antioxidantes tem sido estudado de forma abrangente, quanto aos tipos e às concentrações dos antioxidantes empregados, justificando, assim, a finalidade de seu uso.

MACHLIN et al. (1959) apresentaram um estudo no qual o antioxidante sintético Santoquin (Etoxiqum) preveniu os sintomas de deficiência de vitamina E e seus efeitos em tecidos de frangos. BARTOV e BORNSTEIN (1981) constataram que Etoxiqum, B.H.T. e Endox-50 aumentaram de forma consistente, mas não significativamente, os níveis de α -tocoferol na gordura da carcaça das aves alimentadas com dietas contendo ou não suplementação de α acetato de tocoferil. A estabilidade da gordura abdominal e da coxa foi elevada com a combinação de Etoxiqum e α acetato de tocoferil em aves cujas rações apresentaram o efeito destes materiais separadamente (não-sinérgicos). A combinação B.H.T. e ATA aumentou a estabilidade da gordura e da carne apenas do grupo de aves alimentadas sem adição de gordura, enquanto o Endox-50 não aumentou a estabilidade dos tecidos nas aves alimentadas com dietas contendo ou não α acetato de tocoferil.

Os antioxidantes sintéticos, quando comparados com os antioxidantes naturais, têm sido objeto de vários estudos em que se compara experimentalmente o potencial de ação, bem como os níveis de concentração de cada um.

A eficácia do Etoxiqum também foi testada em diferentes níveis de peróxido, no desempenho de frangos, por CABEL et al. (1988), quando oxidaram

gordura de aves para conter 0, 50, 100 e 175 meq peróxido/kg e adicionaram a dietas, de maneira a prover 0, 2, 4 e 7 meq peróxido/kg de ração, respectivamente. O Etoxiqum líquido foi incorporado em rações nas proporções de 0; 62,5; e 125 ppm. O peso corporal das aves aos 21 e 42 dias de idade foi menor nas aves alimentadas com 4 ou 7 meq peróxido/kg e a suplementação de 62,5 e 125 ppm de Etoxiqum eliminou o efeito deletério de peróxido da ração no desempenho das aves.

Efeitos deletérios de peróxido em vários componentes de alimentos, como as vitaminas lipossolúveis e xantofilas, foram estabilizados com o uso de antioxidante Etoxiqum (CABEL et al., 1988).

LAURIDSEN et al. (1994), utilizando o B.H.T., Etoxiqum e uma mistura de ambos, constataram efeitos preventivos sobre a formação de peróxidos no alimento com qualquer dos três tratamentos.

NAKAUE et al. (1966), ao empregarem níveis de 150, 300, 600 e 1200 ppm de Etoxiqum, em rações de pintos durante quatro semanas, observaram redução das perdas de β caroteno e xantofila da ração. Trabalhando com este mesmo antioxidante, WALDROUP et al. (1960) constataram aumento na deposição de pigmentos na pele e nas canelas de frangos.

BAILEY et al. (1996) relataram que, apesar de o Etoxiqum ter sido potencialmente efetivo em evitar a excessiva peroxidação de tecidos, não foi efetivo no sentido de aumentar a imunidade em galos Leghorn. Esses resultados, porém, não apresentaram concordância com os de WOOLFORD (1992) e JONES et al. (1986), que testaram a eficiência de antioxidantes sintéticos para preservação de vitamina A, de acordo com as seguintes proporções: Endox (em pó), 125 mg/kg; B.H.T., 125 mg/kg; e Etoxiqum, 66,6% seco, 187 mg/kg. Os dados obtidos indicaram que o Endox e o Etoxiqum foram igualmente eficazes e superiores em relação ao B.H.T., concordando com os obtidos por NELSON (1990), que cita a relação relativa de 125 ppm de Endox ou Etoxiqum e 250 ppm para B.H.T.

Os alimentos podem ser estabilizados com o uso de antioxidantes, da forma que se julgar mais conveniente. ROBEY (1994) cita que o Etoxiqum, por

existir disponível nas formas líquida e seca, pode ser facilmente adicionado às rações prontas ou durante seu processamento industrial, com grandes vantagens.

Segundo WOODGATE (1995), devem-se adicionar os antioxidantes líquidos ou sólidos nas gorduras em níveis de 200 a 250 ppm. As farinhas devem receber o antioxidante por intermédio de “spray” líquido em 200 a 1000 ppm.

CAPÍTULO 1

EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE OS VALORES ENERGÉTICOS DE ALIMENTOS PARA AVES

1. INTRODUÇÃO

O nutricionista tem convivido com o dilema de “selecionar” o melhor nível energético da ração para diferentes classes e idades de aves, visando maximizar o desempenho e minimizar o custo da ração. Essas duas variáveis (desempenho e custo), porém, não têm sido muito previsíveis, especialmente quando a programação linear é empregada na formulação de rações de custo mínimo, em que a precisão dos valores de energia metabolizável (EM) dos alimentos assume papel relevante (ALBINO et al., 1989). Além disso, segundo ALBINO e SILVA (1996), outros fatores podem dificultar o nutricionista na elaboração de rações para aves, como, por exemplo, a composição bromatológica dos alimentos que pode ser variável conforme origem dos alimentos.

Assim, estudos têm sido realizados na perspectiva de se determinarem com maior precisão os efeitos dos fatores sobre a composição dos alimentos ou de se preservar a qualidade dos alimentos.

A composição bromatológica dos alimentos de origem vegetal varia em função da diferença existente entre solos e climas das regiões de plantio, enquanto os produtos de origem animal e os subprodutos industriais têm suas composições influenciadas pelo processamento.

Grandes prejuízos podem ocorrer em função do processamento inadequado das matérias-primas. Por outro lado, o tempo e as condições de armazenamento podem trazer sérios danos ao alimento, uma vez que a susceptibilidade dos óleos e das gorduras a processos de rancificação podem influir no efeito das vitaminas lipossolúveis contidas no alimento.

Na formulação de rações para aves, com exigências energéticas elevadas, as gorduras constituem matéria-prima de alto valor. Apesar de seu alto valor de energia metabolizável, existem outros motivos para que ela seja incluída na fórmula das rações. Os óleos e as gorduras, por sua consistência líquida, podem reduzir o pó e, conseqüentemente, aumentar a eficiência das rações; provavelmente, por esta razão, têm sido usados no processo de peletização das rações e as rações peletizadas têm sido responsáveis pelo aumento da palatabilidade das dietas e pela redução do incremento calórico das dietas de custo mínimo DALE (1998).

Assim, estudos têm sido realizados na perspectiva de determinar, com maior precisão, os efeitos dos fatores sobre a composição dos alimentos.

O tempo de armazenamento é fator limitante para a formação de grandes estoques, para que se evitem prejuízos financeiros em decorrência do relativo perecimento dos alimentos.

Considerando-se estes fatores, este trabalho objetivou verificar o efeito do tempo de armazenamento sobre os valores energéticos da farinha de carne e ossos, do óleo de dendê e do óleo de soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos cinco ensaios biológicos, utilizando-se galos Leghorn adultos e o método de “alimentação forçada” (SIBBALD, 1976), na sala de metabolismo do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de determinar o efeito do tempo de armazenamento sobre os valores energéticos da farinha de carne e ossos (FCO), do óleo de soja e do óleo de dendê. O primeiro ensaio teve início em 12 de julho de 1995 e os demais foram realizados obedecendo-se intervalos de 30 dias entre si.

A farinha de carne e ossos foi armazenada em sacos de poliamida e os óleos de soja e dendê foram armazenados em galões de plástico rígidos e opacos. Os alimentos foram alocados no laboratório de ração do aviário, isentos de exposição à luz e calor excessivo.

Nos cinco ensaios, utilizaram-se alimentos não-tratados com antioxidantes, em delineamento inteiramente casualizado, com três alimentos (FCO, óleo de soja e óleo de dendê), cinco períodos de armazenamento (0, 30, 60, 90 e 120 dias) e quatro repetições de dois galos por repetição.

Os óleos de soja e dendê foram adicionados em proporção de 10% à dieta referência, que consistiu em uma mistura de milho (50%) e farelo de soja (50%).

No início de cada ensaio, os galos foram pesados (peso médio=1.625g), alojados em baterias metálicas e mantidos em jejum por um período de 36 horas, para tornar vazios seus tratos digestivos. Em seguida, foram forçados a consumir 30 g de alimento, introduzidos no papo por intermédio de um funil colocado via esôfago, segundo técnica proposta por ALBINO (1992).

Os galos retornavam às gaiolas após a alimentação. Paralelamente, oito galos permaneciam em jejum, para se determinarem as perdas metabólicas e endógenas.

Por um período de 48 horas após a alimentação forçada, as excretas foram coletadas, em intervalos de 12 horas, das bandejas previamente revestidas com plásticos, colocadas em sacos plásticos, pesadas e armazenadas em “freezer”.

Após cada ensaio, o material recolhido foi descongelado, pesado, colocado em estufas ventiladas por 48 horas, a 55°C, para pré-secagem, moído em moinho de bola e submetido a análises de matéria seca, nitrogênio e energia bruta, segundo metodologia descrita por SILVA (1990)

Foi realizada análise da composição química e energética da farinha de carne e ossos e dos valores energéticos dos óleos de soja e dendê, no início de cada ensaio biológico.

Os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) dos alimentos foram obtidos de acordo com as fórmulas propostas por SIBBALD (1976).

Os valores de EMV e EMVn dos alimentos, determinadas na matéria natural e na matéria seca, em cada ensaio, foram comparados por intermédio do teste Student Newman Keuls, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição química e energética da farinha de carne e ossos e valores energéticos dos óleos de soja e dendê

Os valores de composição química e energética das amostras de farinha de carne e ossos sem antioxidantes estão apresentados no Quadro 1.

Os valores de energia bruta da FCO, analisada no início do período de armazenamento, foram levemente superiores em relação aos da avaliação realizada no último ensaio (120 dias). De maneira similar, este fato foi observado também para os óleos de soja e dendê (Quadro 2).

Estes dados indicam a não-ocorrência de perdas acentuadas nas características nutricionais destes alimentos, possivelmente pelos cuidados observados nas condições de armazenamento.

Quadro 1 - Valores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P), energia bruta (EB) e acidez em NaOH da farinha de carne e ossos, expressos com base na matéria natural (sem uso de antioxidantes)

Armazenamento (dias)	MS (%)	PB (%)	EE (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	EB (kcal/kg)	Acidez em ml de NaOH
0	90,67	43,50	15,40	29,59	9,29	4,35	3.839	0,80
30	93,76	42,00	13,19	30,00	10,02	4,79	3.840	0,90
60	92,95	41,13	12,80	30,23	8,48	4,87	3.738	0,75
90	92,75	39,80	13,36	29,99	9,21	4,44	3.740	0,75
120	92,35	41,10	12,15	29,82	8,28	4,59	3.756	0,90

Quadro 2 - Valores médios de energia bruta dos óleos de soja e da ração referência (milho + farelo de soja) com base na matéria natural

Alimento	EB (Kcal/kg)				
	Período (dias)				
	0	30	60	90	120
Milho + Farelo de Soja (M+FS)	3976	4068	4006	4028	4065
M + FS + 10% Óleo de Soja	4529	4620	4580	4576	4604
M + FS + 10% Óleo de Dendê	4519	4682	4521	4602	4681
Óleo de Soja	9306	9424	9288	9154	9150
Óleo de Dendê	9300	9379	9238	9228	9201

Os valores de composição química da FCO com 120 dias de armazenamento foram superiores aos encontrados por AZEVEDO (1995), nas avaliações de energia bruta e extrato etéreo, sendo, porém, inferiores em cinzas (MM), Ca, P e acidez, em mL de NaOH.

A farinha de carne e ossos com 120 dias de armazenamento apresentou valor de acidez levemente superior ao dos outros períodos, que se enquadra nos padrões da DIFISA (1989), máximo de 6,0 meq de Na OH 0,1 N/100 gramas, para todas as farinhas de carne e ossos estudadas.

3.2. Valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) dos alimentos armazenados na matéria natural

Os valores médios de EMV e EMVn, com base na matéria natural, constam do Quadro 3.

Quadro 3 - Valores médios de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) na base da matéria natural

Armazenamento (dias)	Farinha de carne e ossos		Óleo de soja		Óleo de dendê	
	EMV	EMVn	EMV	EMVn	EMV	EMVn
0	2170 ± 199	2006 ± 52	8912 ± 241	8752 ± 950	8834 ± 1069	8715 ± 896
30	2262 ± 100	2021 ± 35	8903 ± 702	8843 ± 1136	8811 ± 1413	8647 ± 1250
60	1895 ± 61	1806 ± 87	9033 ± 857	8820 ± 1334	8621 ± 906	8467 ± 963
90	1807 ± 192	1716 ± 92	8855 ± 572	8678 ± 986	8749 ± 145	8442 ± 239
120	1719 ± 111	1669 ± 34	8442 ± 813	8148 ± 983	8240 ± 466	7932 ± 356

3.3. Valores de EMV e EMVn dos alimentos armazenados com base na matéria seca

Os valores médios de EMV e EMVn da FCO e dos óleos de soja e dendê, com base na matéria seca, estão no Quadro 4.

Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) nos valores de EMV e EMVn, durante os períodos de armazenamento, para a FCO e o óleo de soja. Foi observado, entretanto, declínio dos valores de EMV, com o aumento do período de armazenamento do óleo de dendê.

Estas matérias-primas constituem a principal preocupação no tocante à qualidade das rações, pois, se ocorrerem processos de rancificação originados por fatores físicos e, ou, químicos, nas fases de processamento e, ou, armazenamento, estas serão atingidas em virtude da alta susceptibilidade de oxidação dos ácidos graxos polinsaturados que as constituem, o que poderá influenciar os valores de energia metabolizável.

Apesar de a metodologia de armazenamento aplicada ter sido a mesma para os três alimentos, foi constatada diferença em relação ao óleo de dendê.

Este fato concorda com os resultados de ALBINO (1980), em que o alimento processado pode ter seu valor nutritivo alterado, tendo como conseqüência diferente valor energético.

Os resultados encontrados estão de acordo com os de DALE (1998), que cita a importância das gorduras nas rações avícolas não terem ainda sua determinação precisa, apresentando alta variação experimental, tornando-se questionável as diferenças na energia experimental dos óleos.

Os valores de EMV para o óleo de soja foram superiores em qualquer dos períodos de armazenamento, se comparados aos valores obtidos por YOUNG (1961), quando determinou a EMV do óleo de soja em pintos de 3 a 4 semanas de idade.

Quadro 4 - Valores médios de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn), na base da matéria seca

Armazenamento (dias)	Farinha de carne e ossos		Óleo de soja		Óleo de dendê	
	EMV	EMVn	EMV	EMVn	EMV	EMVn
0	2394 ± 220	2278 ± 108	8951 ± 237	8790 ± 950	8971 ± 1143	8831 ± 954
30	2413 ± 106	2155 ± 38	8939 ± 714	8875 ± 1141	8952 ± 931	8748 ± 501
60	2038 ± 66	1943 ± 94	9068 ± 461	8990 ± 1077	8756 ± 991	8632 ± 1097
90	1950 ± 222	1855 ± 137	8890 ± 570	8712 ± 987	8847 ± 147	8536 ± 242
120	1862 ± 120	1833 ± 57	8776 ± 565	8430 ± 737	8332 ± 471	8120 ± 361

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi conduzido na sala de metabolismo do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, constando de cinco ensaios de metabolismo, que iniciaram em 12 de julho de 1995, com intervalos de 30 dias entre si. Em cada ensaio, foram utilizados galos Leghorn adultos e o método de alimentação forçada (SIBBALD, 1976). Foram testados três alimentos (farinha de carne e ossos, óleo de soja e óleo de dendê), armazenados por um período de 120 dias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 15 tratamentos e quatro repetições com dois galos/repetição. Os tratamentos consistiram de três alimentos (FCO, óleo de soja e óleo de dendê) e cinco períodos de armazenamento (0, 30, 60, 90 e 120 dias). Analisou-se a composição química e energética da farinha de carne e ossos e determinaram-se os valores de matéria seca, energia bruta e nitrogênio dos alimentos e das excretas, segundo metodologia descrita por SILVA (1990). Foram também determinados os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) dos alimentos, de acordo com fórmulas propostas por SIBBALD (1976). Pelas análises realizadas, pode-se concluir que a farinha de carne e ossos armazenada por 120 dias foi de qualidade levemente inferior em relação à analisada no início do período de armazenamento, não tendo ocorrido, portanto, prejuízos consideráveis na qualidade de sua composição.

CAPÍTULO 2

VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE ALIMENTOS, PARA AVES, TRATADOS COM DIFERENTES ANTIOXIDANTES

1. INTRODUÇÃO

Os subprodutos podem ter suas qualidades preservadas mediante o uso dos antioxidantes, cuja ação principal é a proteção das gorduras, preservando a integridade da sua composição química e do seu valor energético. Portanto, o valor nutritivo desta matéria-prima nunca pode ser precisamente determinado. Considerando-se o risco de ocorrência de rancidez oxidativa, tornam-se necessárias medidas de proteção, por meio de uso de antioxidantes na etapa em que se encontre essa matéria-prima, segundo recomendações pertinentes do fabricante do antioxidante.

Segundo VALENZUELA e NIETO (1997), as substâncias consideradas como antioxidantes devem possuir a capacidade de impedir ou retardar a etapa de propagação da rancidez oxidativa, por meio de reação com os radicais livres de oxigênio ou um radical livre na estrutura de um ácido graxo. Assim, impede-se a formação de compostos tóxicos reativos (hidróxidos) responsáveis pelos odores desagradáveis encontrados nos alimentos rancificados.

A formação de radicais livres pode ser favorecida por fatores como altas temperaturas, radiação, enzimas, luz e presença de íons metálicos, sendo os dois últimos os de maior importância.

O uso de antioxidantes deve ser feito em tempo hábil, pois não restituem a condição natural do produto, quando já estiverem rancificados.

Os antioxidantes podem ser de origem natural ou sintética, sendo encontrados na forma líquida ou em pó. Sua utilização pode ser feita isoladamente ou em forma combinada, uma vez que um antioxidante pode reforçar a ação do outro, atuando, portanto, de forma sinérgica.

O local de aplicação dos antioxidantes também tem sido estudado, pois podem ser aplicados tanto nas rações prontas, como em seu processamento industrial.

De acordo com o produto a ser preservado, os tipos e as concentrações de antioxidantes aplicados podem variar consideravelmente. Em consequência disso, têm-se observado diferenças na eficácia destas substâncias em sua ação protetora das características nutricionais dos substratos utilizados.

Assim, entendeu-se ser necessário verificar o efeito do armazenamento da farinha de carne e ossos (FCO), do óleo de dendê e do óleo de soja, tratados com os antioxidantes Endox, B.H.T. e Etoxiquim, por um período de 120 dias, sobre os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia verdadeira corrigida (EMVn).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um ensaio biológico na sala de metabolismo do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de determinar o efeito de diferentes antioxidantes nos valores de energia metabolizável de alimentos para aves.

Foram utilizados galos Leghorn adultos empregando-se a mesma técnica de alimentação utilizada nos ensaios do capítulo 1, tendo sido usados alimentos armazenados por um período de 120 dias.

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos constituídos por três alimentos (FCO, óleo de soja e óleo de dendê), três tipos de antioxidantes (B.H.T., Endox e Etoxiqum), uma ração testemunha, sem adição de antioxidantes, e quatro repetições de dois galos por repetição.

Os antioxidantes foram adicionados aos alimentos no início do armazenamento, na concentração de 50 ppm, sendo utilizada a mesma metodologia de armazenamento aplicada nos ensaios do capítulo 1.

Foram realizadas as análises de composição química e energética da farinha de carne e ossos e de energia bruta dos óleos de soja e dendê.

Os valores de EMV e EMVn dos alimentos foram obtidos de acordo com as fórmulas propostas por SIBBALD (1976) e comparados por intermédio do teste de Student Newman Keuls, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição química e energética das farinhas de carne e ossos com e sem antioxidantes

Os valores médios de energia bruta da FCO com antioxidantes foram levemente superiores em relação aos da FCO sem tratamento (Quadro 1), indicando a existência de ação protetora dos antioxidantes sobre a composição da FCO, o que também foi constatado pelo teor de acidez (avaliada em mL de NAOH), que apresentou maior índice para a FCO sem tratamento com antioxidante e menor índice para a FCO sem tratamento com antioxidante.

O menor índice de acidez foi observado na FCO que recebeu tratamento com B.H.T.

Quadro 1 - Valores médios de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, cálcio, fósforo, energia bruta e acidez em mL de NaOH da farinha de carne e ossos armazenada por 120 dias, com e sem tratamento com antioxidantes, expressos com base na matéria natural

	Período (dias)	MS (%)	PB (%)	EE (%)	Cinza (%)	Ca (%)	P (%)	EB (kcal/kg)	Acidez em NaOH
FCO sem antioxidante	120	92,35	41,10	12,15	29,82	8,28	4,59	3.756	0,90
FCO + Endox	120	91,09	41,10	12,25	30,08	8,83	4,56	3.855	0,80
FCO + Etoxiqum	120	91,57	39,80	12,67	30,10	8,98	4,27	3.873	0,80
FCO + B.H.T.	120	91,85	41,63	14,10	25,49	9,32	4,24	3.888	0,65

3.2. Valores de EMV e EMVn dos alimentos armazenados com e sem tratamentos com antioxidantes expressos, com base na matéria natural

Os valores médios de EMV e EMVn da FCO, do óleo de soja e do óleo de dendê, na matéria natural com e sem antioxidantes, constam do Quadro 2.

3.3. Valores de EMV e EMVn dos alimentos armazenados com e sem tratamentos com antioxidantes, expressos com base na matéria seca

No Quadro 3 são mostrados os valores médios de EMV e EMVn da farinha de carne e ossos, do óleo de soja e do óleo de dendê, na matéria seca com e sem tratamento com antioxidantes.

Os antioxidantes utilizados não apresentaram variações significativas ($P > 0,05$), para os valores de EMV e EMVn, em nenhum dos alimentos estudados.

A proteção exercida pelos diferentes antioxidantes sobre os óleos de soja e dendê e a FCO foi semelhante. Esse mecanismo de ação visa impedir a formação de radicais livres, devido à atuação de fatores como altas temperaturas, radiação, enzimas, luz e presença de íons metálicos, sendo os dois últimos os de maior importância, segundo HALLIWELL (1994).

Quando os antioxidantes impedem a formação desses radicais, evita-se a propagação do processo oxidativo, fase caracterizada por alto consumo de oxigênio e rápidas trocas estruturais na composição dos lipídeos (ARAÚJO, 1994). Esta fase apresenta diferenciações no seu desenvolvimento, em função da natureza das substâncias envolvidas, sejam óleos ou gorduras. Os óleos apresentam maior susceptibilidade para iniciar e desenvolver a rancificação, por sua maior proporção de ácidos graxos polinsaturados que as gorduras. Portanto, nas rações com alto teor desses ácidos, faz-se necessária a utilização de antioxidantes, pois, segundo SPRINGMANN (1997), as moléculas de gordura, mesmo depois de tratadas, apresentam insaturações, que são sítios ativos para reações com o oxigênio do ar, levando à formação de hidroperóxidos.

Quadro 2- Valores médios de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) na base da matéria natural

Antioxidante	Farinha de carne e ossos		Óleo de soja		Óleo de dendê	
	EMV	EMVn	EMV	EMVn	EMV	EMVn
Sem	1719 ± 111 a	1669 ± 34 a	8442 ± 813 a	8148 ± 983 a	8240 ± 466 a	7932 ± 356 a
Endox	1905 ± 300 a	1898 ± 26 a	8761 ± 484 a	8601 ± 325 a	8826 ± 653 a	8778 ± 1101 a
Etoxiquin	1899 ± 228 a	1777 ± 89 a	8870 ± 882 a	8633 ± 389 a	8964 ± 267 a	8954 ± 646 a
B.H.T.	1995 ± 109 a	1865 ± 43 a	8775 ± 1501 a	8697 ± 1219 a	8859 ± 1407 a	8720 ± 1533 a

Médias, na coluna, seguidas da mesma letra, não diferem pelo teste Student-Newman-Keuls, em nível de 5% de probabilidade.

A peroxidação dos óleos pode também ser suprimida mediante a ação de substâncias que se ligam a íons metálicos, ocasionando sua quelação, conforme resultado obtido por SHIMADA et al. (1994), com resíduo de piruvato de xanthan em presença de tocoferóis, cuja ação sinérgica consistiu em ligação com íons de ferro.

A ação dos antioxidantes sintéticos tem sido comparada à de substâncias naturais, sem que até o momento tenham sido superados. Na avaliação dessas substâncias feita por CUVÉLIER et al. (1994), seu potencial antioxidativo foi de 3 a 7 vezes menor que o do B.H.T. A superioridade do B.H.T. em relação aos antioxidantes de origem natural foi confirmada por MIYAKE e SHIBAMOTO (1997).

Os antioxidantes sintéticos podem também atuar de forma combinada, cuja mistura produz sinergismo, em que um antioxidante apoia ou reforça a ação dos outros.

O B.H.T., o Etoxiqum ou uma mistura de ambos podem em qualquer dos três tratamentos prevenir a formação de peróxidos em alimentos. Estes resultados foram obtidos por LAURIDSEN et al. (1994).

No armazenamento dos alimentos que serão incluídos em rações, devem ser observadas medidas adequadas que visam à manutenção da integridade de suas características nutritivas. VALENZUELA e NIETO (1995) citam que o “odor de ranço” é um critério muito subjetivo (diferente avaliação individual), não-quantificável e não-definitivo, podendo ocorrer a rancificação de um alimento sem que esta seja percebida, tornando-se necessário, portanto, uma avaliação química do material armazenado, a qual, segundo WOOLFORD (1992), pode também ser realizada por métodos físicos.

A concentração de 500 ppm para B.H.T., Endox e Etoxiqum não proporcionou diferenças significativas nos valores de EMV e EMVn dos óleos de soja e dendê e da farinha de carne e ossos, ensejando novos trabalhos com concentrações diferentes.

Sobre a eficácia dos antioxidantes sintéticos, VALENZUELA e NIETO (1997) citam que estas substâncias, por não possuírem características próprias de atuação junto aos óleos e às gorduras, ainda não possuem concretamente definidas suas concentrações para os diferentes substratos.

Quadro 3- Valores médios de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) na base da matéria seca

Antioxidante	Farinha de carne e ossos		Óleo de soja		Óleo de dendê	
	EMV	EMVn	EMV	EMVn	EMV	EMVn
Sem	1862 ± 120 a	1833 ± 57 a	8776 ± 565 a	8430 ± 737 a	8332 ± 471 a	8120 ± 361 a
Endox	2092 ± 329 a	2025 ± 24 a	8799 ± 530 a	8708 ± 670 a	8963 ± 806 a	8549 ± 928 a
Etoxiquin	2074 ± 249 a	1857 ± 56 a	8901 ± 885 a	8801 ± 482 a	8982 ± 349 a	8910 ± 555 a
B.H.T.	2172 ± 119 a	2121 ± 40 a	8806 ± 1506 a	8726 ± 1224 a	8900 ± 470 a	8888 ± 487 a

Médias, na coluna, seguidas da mesma letra, não diferem pelo teste Student-Newman-Keuls, em nível de 5% de probabilidade.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi conduzido na sala de metabolismo do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, constando de um ensaio de metabolismo utilizando galos Leghorn adultos e o método de “alimentação forçada” (SIBBALD, 1976). Foram testados três antioxidantes (Endox, Etoxiquim, e B.H.T.), em três alimentos (farinha de carne e ossos, óleo de soja e óleo de dendê), e um grupo controle constituído de três alimentos sem adição de antioxidantes, armazenados por 120 dias (quatro meses). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com doze tratamentos e quatro repetições, com dois galos por repetição. Realizou-se análise da composição química e energética da farinha de carne e ossos com e sem tratamentos com antioxidantes e determinaram-se os valores de energia bruta dos óleos de soja e dendê e os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) dos alimentos tratados ou não com antioxidantes, de acordo com SIBBALD (1976). Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que os tratamentos com antioxidantes exerceram efeito benéfico sobre o valor nutricional e energético da farinha de carne e ossos e dos óleos de soja e dendê, sugerindo a existência de ação protetora dos antioxidantes sobre as características nutricionais dos alimentos, não sendo observado, entretanto, superioridade na eficácia de nenhum antioxidante em relação aos outros.

CAPÍTULO 3

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE NO PERÍODO DE 1 A 21 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM FARINHA DE CARNE E OSSOS TRATADA OU NÃO COM ANTIOXIDANTES SINTÉTICOS

1. INTRODUÇÃO

A utilização de alimentos alternativos, com o objetivo de reduzir os custos de produção de aves, tem sido motivo de numerosos estudos. No entanto, existem vários fatores que influem na qualidade nutricional das matérias-primas passíveis de serem utilizadas nas formulações práticas de rações de aves.

Os produtos de origem animal requerem maior atenção por parte dos nutricionistas, tendo sido bastante expressivas as pesquisas que utilizam óleos, gorduras e subprodutos de origem animal nas rações.

A gordura é usualmente adicionada a rações de aves de corte para aumentar sua concentração de energia e, por conseguinte, melhorar sua produtividade e eficiência alimentar. ANDRIGUETTO et al. (1986) citam que, quando incorporadas às rações, estas devem ser estabilizadas, sendo a ração protegida por um antioxidante.

Parte da matéria graxa destes ingredientes é formada por ácidos graxos polinsaturados, os quais podem sofrer alterações químicas marcantes, devido ao processamento e, ou, armazenamento, resultando em oxidação, que pode influenciar outras substâncias, como vitaminas lipossolúveis e pigmentos, acarretando prejuízos para o desempenho e a saúde dos animais.

A oxidação, também chamada de rancidez oxidativa, é a responsável pelas alterações desagradáveis nos alimentos. Apesar de a deteriorização organoléptica, geralmente, prevenir a ingestão de gorduras altamente oxidadas, este fato pode nem sempre ser verdade.

Compostos odoríferos originados da degradação de gorduras podem ser removidos por certos procedimentos durante o processamento, como, por exemplo, a destilação. A oxidação está associada não somente a óleos e, ou, gorduras comerciais, como também a lipídeos intracelulares, provocando a rejeição do produto.

Os pesquisadores têm, portanto, testado substâncias antioxidativas de origem natural, sintéticas ou mesmo ambas, uma vez que podem atuar também de forma sinérgica (WOOLFORD, 1992).

Com base nos resultados obtidos nos últimos anos, fica evidente que muitas dúvidas permanecem a respeito do uso de antioxidantes, no que se refere ao tipo de alimento a ser preservado, ao tempo de preservação, ao tipo de antioxidante utilizado, bem como à dosagem correspondente.

Levando-se em consideração estes aspectos, foi realizado este trabalho com o objetivo de avaliar o desempenho de pintos na fase inicial (1 a 21 dias de idade), alimentados com rações utilizando farinha de carne e ossos armazenada por 120 dias, com ou sem o uso de antioxidantes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 1 a 22 de dezembro de 1997.

Foram utilizados 480 pintos de um dia de idade (machos) da linhagem Hubbard, distribuídos em 24 boxes, em galpão de alvenaria, coberto com telha francesa, piso de cimento, pé direito de 2,80 m, tela de arame e cortinas de plástico nas laterais.

A cama dos pintos foi de cepilha de madeira, havendo em cada boxe uma lâmpada de 250 watts, cuja distância do chão era regulada em função da temperatura dos boxes e da altura das aves.

Foi realizada a pesagem dos pintinhos no início do experimento, os quais foram distribuídos ao acaso em número de 20 animais por boxe.

O galpão foi provido com termômetros de máxima e mínima, para registro de temperatura interna e umidade relativa (UR) dos boxes durante o período experimental. As médias de temperaturas mínima e máxima foram de 22,5 e 29,00°C, respectivamente; para a umidade relativa, a média foi de 85,33 UR.

Foram utilizados bebedouros tipo pressão e comedouros tipo bandeja durante os dez primeiros dias, ocasião em que os mesmos foram substituídos por bebedouros pendulares e comedouros tubulares, cuja distância do chão também

era regulada conforme o crescimento das aves. Durante os três primeiros dias, a água dos pintinhos recebeu a adição de complexo vitamínico.

O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições de 20 aves, perfazendo 24 unidades experimentais com total de 480 aves.

Os tratamentos constituíram de rações que incluíram 6% de FCO armazenada com e sem antioxidantes, na concentração de 500 ppm, por um período de 120 dias.

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, com 22% de PB e 3.000 kcal de EM/kg. Os níveis nutricionais utilizados seguiram recomendações de ROSTAGNO et al. (1994), para pintos de corte na fase inicial (Quadro 1).

A ração e a água foram fornecidas *ad libitum* por todo o experimento, com fornecimento de luz 24 horas por dia, no período de 1 a 21 dias.

As aves foram pesadas no início e no final do experimento juntamente com as sobras de ração. Foram calculadas as médias de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade, durante todo o período experimental.

Todos os dados foram tabulados e submetidos às análises estatísticas, utilizando-se o Programa Sistema de Análises Estatísticas (SAEG) (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 1997).

As médias foram comparadas pelo teste Student Newman Keuls a 5% de probabilidade.

Quadro 1 - Composição percentual da ração basal

Ingrediente	%
Milho (8,5% de PB)	59,390
Farelo de soja (44,5% de PB)	31,560
Farinha de carne e ossos (40% de PB)	6,000
Fosfato bicálcico	0,470
Óleo de soja degomado	1,223
Sal comum	0,350
DL – metionina (98%)	0,149
Calcário	0,518
Anticoccidiano (Coban)	0,100
Suplemento vitamínico ¹	0,100
Suplemento de microminerais ²	0,050
Bacitracina de zinco	0,050
Cloreto de colina	0,040
Total	100,000
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000
Proteína bruta ³ (%)	22,000
Cálcio (%)	0,911
Lisina (%)	1,149
Metionina (%)	0,477
Metionina + cistina (%)	0,823
Fósforo disponível (%)	0,451
Sódio (%)	0,207
Treonina (%)	0,839
Triptofano (%)	0,272

¹Níveis de garantia por quilo do produto: vitamina A - 10.000 UI; vitamina D₃ 2.000.000 UI; vitamina E - 30.000 UI; vitamina B₁ - 2,0 g; vitamina B₆ - 3,0 g; Ác. pantotênico - 12,0 g; Biotina - 0,10 g; vitamina K₃ - 3,0 g; Ácido fólico - 1,0 g; Ácido nicotínico - 50,0 g; Bacitracina de zinco - 10,0 g; B.H.T. - 5,0 g; vitamina B₂ - 15.000 mcg; selênio - 0,25 g; e veículo q.s.p. 1.000 g.

²Níveis de garantia por quilo de produto: Manganês - 106,0 g; Ferro - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g e Iodo - 2,0 g; e veículo q.s.p. 1.000 g.

³Análises do Laboratório de Nutrição Animal (DZO/UFV).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho são apresentados no Quadro 2.

Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre B.H.T., Endox e Etoxiquim, para ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade.

O peso médio final das aves que receberam rações tratadas com Etoxiquim foi inferior ao encontrado por WALDROUP et al. (1960), quando utilizaram o mesmo antioxidante, na concentração de 0,0125%, constatando-se aumento no peso das aves, em função de sua adição.

Os valores médios de peso final, referentes às aves que receberam rações tratadas com Etoxiquim e B.H.T., foram superiores aos encontrados por RUNNELS et al. (1966), que observaram aumento significativo destes antioxidantes no peso das aves, não havendo, porém, diferença entre ambos.

Os valores médios de ganho de peso foram semelhantes aos de BARTOV e BORNSTEIN (1972), para os tratamentos com B.H.T. e Etoxiquim, que também observaram efeito dos antioxidantes para o parâmetro estudado e equivalência no efeito de ambos.

Quadro 2 - Resultados de desempenho de pintinhos alimentados com farinha de carne e ossos tratada ou não com antioxidantes

Variável	Ração				CV (%)
	Sem antioxidante	Com Endox	Com Etoxiqum	Com B.H.T.	
Peso inicial	48,08 ± 0,31 a	48,00 ± 0,38 a	48,50 ± 0,54 a	47,96 ± 0,39 a	2,12
Ganho de peso	690,44 ± 16,11 a	672,92 ± 18,53 a	687,54 ± 19,35 a	666,98 ± 16,63 a	6,38
Consumo de ração	1.211,85 ± 31,00 a	1.209,70 ± 34,71 a	1.240,98 ± 34,13 a	1.163,68 ± 41,60 a	7,22
Conversão alimentar	1,76 ± 0,06 a	1,81 ± 0,09 a	1,81 ± 0,07 a	1,75 ± 0,03 a	9,19
Viabilidade	97,50 ± 1,12 a	100,00 ± 0,00 a	96,67 ± 2,47 a	93,33 ± 2,47 a	4,64

Médias, em linha, seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste Student Newman Keuls, em nível de 5% de probabilidade.

CABEL et al. (1988) também observaram efeito benéfico do Etoxiqum (125 ppm) para ganho de peso em pintos com 21 dias de idade. A suplementação com Etoxiqum eliminou o efeito deletério do peróxido da ração no desempenho das aves. No entanto, AJUYAH et al. (1993), trabalhando com pintos de corte machos (Hubbard), verificaram que os antioxidantes utilizados (Tocoferol, Contaxantin ou ambos) não influíram no desempenho dos frangos.

BAILEY et al. (1996) também não encontraram efeito de Etoxiqum sobre o ganho de peso corporal.

Os tratamentos utilizados neste ensaio não produziram diferenças significativas para consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade dos pintos.

A conversão alimentar do tratamento com Etoxiqum (Quadro 2) foi pior (1,81) que a encontrada por WALDROUP et al. (1960), 1,58, e melhor que a obtida por BARTOV e BORNSTEIN (1972), cujo valor foi 1,83. Para o tratamento com B.H.T., esses mesmos autores obtiveram o valor 1,05, enquanto o valor observado neste trabalho para o B.H.T. foi de 1,75.

LAURIDSEN et al. (1994) estudaram os efeitos do Etoxiqum e B.H.T. isoladamente ou combinados, sem obterem diferenças entre os tratamentos para a conversão alimentar.

À semelhança dos resultados obtidos neste trabalho, BAILEY et al. (1996) não constataram efeito do Etoxiqum em relação ao grupo controle.

O tratamento com B.H.T. apresentou percentual de mortalidade (6,67%) próximo ao encontrado por RUNNELS et al. (1966), que foi de 7,03%. Para o tratamento com Etoxiqum, o índice observado por esses autores (7,18%) foi considerado elevado em comparação ao do presente trabalho (3,33%) para o mesmo antioxidante.

No aspecto nutricional, houve bom desempenho dos frangos. Os antioxidantes adicionados à FCO não apresentaram diferenças entre si na conservação de suas características nutritivas.

Os três antioxidantes evitaram a formação de peróxidos. Este resultado foi também obtido por LAURIDSEN et al. (1994), quando utilizaram B.H.T. e Etoxiqum isoladamente ou de forma combinada.

Não foram detectados sintomas de deficiência de vitamina E, como nos trabalhos de MACHLIN et al. (1959) e BARTOV e BORNSTEIN (1981), com os antioxidantes B.H.T. e Etoxiqum, ocorrendo o mesmo para sintomas de deficiência de vitamina A, em relação aos trabalhos de BARTOV e BORNSTEIN (1972), com B.H.T. e Etoxiqum, e JONES et al. (1986), com Endox.

A prevenção potencial da peroxidação excessiva em tecidos de aves é citada por BAILEY et al. (1996) como uma das características do Etoxiqum.

A equivalência na eficácia dos antioxidantes neste trabalho diverge, em parte, das comparações de NELSON (1990), que considera o Etoxiqum igual ao Endox, sendo ambos superiores ao B.H.T.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi conduzido na Seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar o desempenho de pintos na fase inicial (1 a 21 dias de idade), alimentados com rações utilizando farinha de carne e ossos tratada com os antioxidantes Endox, B.H.T. e Etoxiquim e uma ração controle sem adição de antioxidantes. Foram utilizados 480 pintos de um dia (machos) da linhagem Hubbard. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições, perfazendo um total de 24 unidades experimentais com 20 aves cada. As aves receberam ração e água *ad libitum*, sendo pesadas no início e no final do experimento juntamente com as sobras de ração. Foram calculadas as médias de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade durante todo o período experimental. Pelos resultados de desempenho, pode-se concluir que os antioxidantes utilizados exerceram efeito benéfico na conservação da farinha de carne e ossos e foram equivalentes entre si na ação protetora das características nutritivas da farinha de carne e ossos.

3. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram desenvolvidos cinco ensaios biológicos para determinar o efeito do tempo de armazenamento sobre os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia verdadeira corrigida (EMVn) da farinha de carne e ossos (FCO), óleo de soja e óleo de dendê, avaliados com 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento. Foi desenvolvido um sexto ensaio biológico para avaliar o efeito de diferentes antioxidantes sobre valores de EMV e EMVn de alimentos, para aves, armazenados por um período de 120 dias. Foi realizada ainda uma avaliação de desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, alimentados com rações contendo farinha de carne e ossos tratada ou não com três tipos de antioxidantes (B.H.T., Endox e Etoxiquim). Nos cinco primeiros ensaios, o período de armazenamento influenciou apenas os valores de EMV para o óleo de dendê na base da matéria seca. No sexto ensaio, não foi observada diferença significativa entre os antioxidantes testados, resultado similar ao da avaliação de desempenho com frangos no período de 1 a 21 dias. Houve boa conservação das características nutricionais dos alimentos, mediante condições adequadas de armazenamento. Atuação protetora dos antioxidantes para os alimentos com 120 dias de armazenados e igualdade na eficácia dos antioxidantes na proteção à farinha de carne e ossos foram observadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJUYAH, A.O., HARDIN, R.T., SIM, J.S. Effect of dietary full-fat flax seed with and without antioxidant on the fatty acid composition of major lipid classes of chicken meats. **Poult. Sci.**, v.72, n.1, p.125-136, 1993.
- 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. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frango de corte.** Viçosa, MG: UFV, 1992. 140p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- ALBINO, L.F.T., FIALHO, E.T., BLUME, E. Energia metabolizável e composição química de alguns alimentos para frangos de corte. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.15, n.3, p. 184-192, 1986.
- ALBINO, L.F.T., RUTZ, F., BRUM, P.A.R., COELHO, R.M.G. Energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos determinados com galos. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.24, n.12, p. 1433-1437, 1989.
- ALBINO, L.F.T., SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1996. p.303-318.

- ANDRIGUETTO, J.M., PERLY, L., MINARDI, I., GEMAEL, A., FLEMMING, J.S., SOUZA, G.A., BONA FILHO, A. **Nutrição animal**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 425p.
- ARAÚJO, J.M.A. **Antioxidantes fenólicos sintéticos em alimentos**. 1. ed. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 1994, 13p.
- ARAÚJO, J.M.A. **Oxidação de lipídeos**, 1. ed. Viçosa, MG: UFV, 1994. 22p.
- ARTMAN, N.R. Interactions of fats and fatty acids as energy sources for the chick. **Poult. Sci.**, v.43,n. 4, p. 994-1004, 1964.
- AZEVEDO, D.M.S. **Fatores que afetam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- BAILEY, C.A., SRINIVASAN, L.J., MCGEACHIN, R.B. The effect of ethoxyquin on tissue peroxidation and immune status of single comb white leghorn cockerels. **Poult. Sci.**, v.75, n. 9, p.1109-1112, 1996.
- BARTOV, I., BORNSTEIN, S. Comparisons of BTH and ethoxyquin as antioxidants in the nutrition of broilers. **Poult. Sci.**, v. 51, n. 3, p. 859-868, 1972.
- BARTOV, I., BORNSTEIN, S. Stability of abdominal fat and meat of broilers: combined effect of dietary Vit. E and synthetic antioxidants. **Poult. Sci.**, v.60, n. 8, p. 1840-1845, 1981.
- BERTECHINI, A.G., RODRIGUES, P.B., CACHONI, C.C., CEREZER, C.E. Óleo de dendê na alimentação de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. **Anais...** Santos, SP: FACTA, p. 53-54.
- BRUGALLI, I. **Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e nos valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte**. Viçosa, MG: UFV, 1996 83p. 1996. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

- CABEL, M.C., WALDROUP, P.W., SHERMER, W.D., CALABOTTA, D.F. Effect of ethoxyquin feed preservative and peroxide level on broiler performance. **Poult. Sci.**, v.67, n. 12, p. 725-730, 1988.
- CUVELIER, M.E., BERSET, C., RICHARD, H. Antioxidant constituents in sage (*Salvia officinalis*). **J. Agric. Food Chem.**, v. 42, n. 3, p. 665-669, 1994.
- DALE, N. Avanços na quantificação do valor nutritivo da farinha de carne. In: III SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 3, 1998. Goiânia, GO: **Anais...** Goiania, 1998. p.79-81.
- DALE, N. Formulaciõn de rações sobre la Base de Disponibilidad de Aminoácidos. **Avicultura Profissional**, v.9, n. 3, p. 120-122, 1992.
- DIFISA - DIVISÃO DE FISCALIZAÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS. **Padrões oficiais de matérias primas destinadas à alimentação animal**. Brasília: 1989. 40p.
- ENGBERG, R.M., LAURIDSEN, C., JENSEN, S.K., JAKOBSEN, K. Inclusion of oxidized vegetable oil in broiler diets. Its influence on nutrient balance and on the antioxidative status of broilers. **Poult. Sci.**, v. 75, n. 8, p. 1003-1011, 1996.
- FISHER JÚNIOR, A.A., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., GOMES, P.C. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos para aves. In: XXXIV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 34, 1997, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora, MG: SBZ, 1997, p. 21-23.
- GORDON, M.H., AN, J. Antioxidant activity of flavonoids isolated from licorice. **J. Agric. Food Chem.**, v. 43, n. 7, p.1783-1788, 1995.
- HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutr.Rev.**, v.52, n. 8, p. 253-65, 1994.
- HILDEBRAND, D.F., KITO, M. Role of lipoxygenase in soybean seed protein quality. **J. Agric. Food. Chem.**, v. 32, p. 815-819, 1989.

- HRDINKA, C., ZOLLITSCH, W., KNAUS, W., LETTNER, F. Effects of dietary fatty acid pattern on melting point and composition of adipose tissues and intramuscular fat of broiler carcasses. **Poult. Sci.**, v. 75, n. 2, p. 208-215, 1996.
- HUANG, S.W., FRANKEL, E.N., GERMAN, J.B. Antioxidant activity of α - and γ - tocopherols in bulk oils and in oil-in-water emulsions. **J. Agric. Food Chem.**, v. 42, n. 10, p. 2108-2114, 1994.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, In: **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3 ed. São Paulo, SP: IMESP, 1985. p.127.
- JENSEN, L.S., SCHUMAIER, G.W., LATHSAW, J.D. "Extra caloric" effect of dietary fat for developing turkeys as influenced by calorie-protein ratio. **Poult. Sci.**, v. 49, p. 1697-1704, 1970.
- JONES, P.T., WARD, J.B., BREWER, C.E. O uso de antioxidantes na alimentação de frangos de corte. **Poult. Sci.**, v. 65, n. 4, p. 779-781, 1986.
- JORGE NETO, G. Uso de farinha de carne e ossos. In: FACTA Manejo de matrizes. Campinas, SP: 1994, p. 141-158.
- KITAMURA, K., DAVIES, C.S., KAIZUMA, N., NIELSON, N.C. Genetic analysis of a null-allele for lipoxygenase-3 in soybean seeds. **Crop Sci.**, v. 23, p. 924-927, 1984.
- KUSSAIBATI, R., GUILLAUME, LECLERCQ, B. The effects of age, dietary fat and bile salts, feeding rate on apparent and true metabolism energy values in chickens. **Br. Poult. Sci.**, v. 23, n. 5, p. 393-403. 1982.
- LANA, G.R., SILVA, D.J., SILVA, M.A., FONSECA, J.B. Desempenho comparativo de marcas comerciais e de cruzamento de diferentes linhagens de frangos de corte produzidos na UFV, em diferentes níveis de energia. 1. consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. **R. Soc. Bras. Zootec.**, n. 24, n. 5, p. 759-767, 1995.
- LANCINI, J.B. Antioxidantes. In: FACTA **Fisiologia da digestão e absorção das aves**. Campinas, SP: 1994, p. 99-126.

- LANNA, A.C. **Caracterização cinética do sistema lipoxigenase de soja de genótipos com e sem lipoxigenases nas sementes.** Viçosa, MG: UFV, 1995. 79p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica)- Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- LAURIDSEN, C., JAKOBSEN, K., JENSEN, JF. Comparative studies on the Effect of Lutyhydroxytoluene and ethoxyquin on the antioxidative and oxidative balance in broilers. **J. Anim. Phis. Anim. Nut.**, v. 72, n. 1, p. 26-37, 1994.
- LUCHESE, J.B. Controle de qualidade na produção de rações. In: **Manejo de frangos.** Campinas, SP: 1994, p. 109-124.
- MACHADO, P.S. Controle de temperatura. In: **Manejo de frangos.** Campinas, SP: 1994. p. 49-55.
- MACHLIN, L.J., GORDON, R.S., MEISKY, K.H. The effect of antioxidants on vit. E deficiency symptoms and production of liver “peroxide” in the chicken. **J. Nut.**, v. 67, n. 2, p. 333-343, 1959.
- MAYNARD, L. A., LOOSLI, J.K., HINTZ, H.F. E WARNER, R.G. **Animal Nutrition**, 7th. Ed. MacGraw Hill Publications, New York. 1979. 602 p.
- MAYNARD, L.A. **Nutrição animal**, Rio de Janeiro, RJ: Freitas Bastos, 1984. 736p.
- McCRACKEN, K.J. Effect of dietary fat source and enzyme supplementation in wheat-based diets for broilers on nutrient utilisation and performance. **Br. Poult. Sci.**, v.37, p. S62- S63, 1996. Suppl. 1.
- McNAB, J.M., BLAIR, J.C. Modified assay for true and apparent metabolisable energy based on tube feeding. **Br. Poult. Sci.**, v. 29, n. 4, p. 697-707, 1988.
- MIYAKE, T., SHIBAMOTO, T. Antioxidative Activities of Natural Compounds Found in Plants. **J. Agric. Food Chem.**, v.45, n. 5, p 1819-1822, 1997.
- MORAN JÚNIOR, E.T. Digestão e absorção de gorduras. In: **FACTA Fisiologia da digestão e absorção das aves.** Campinas, SP: 1994. P. 71-82.
- NAKAUE, H.S., KURNICK A.A., HULETT B.J., REID B.L.. Effect ethoxyquin on carotenoid stability and utilization. **Poult. Sci.**, v.45, n. 3, p. 478-483, 1966.

- NARAHARI, D., THYAGARAJAN, D., PRABAKARAN, R. SANDARARSU, V. Effect of dietary energy level and pelleting of feed on the performance of broiler chicks in tropics. **Ind. J. Anim. Sci.**, v. 67, n. 3 p. 255-256, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9 ed. Washington, D. C., National Academy Press, 1994. 155p.
- NELSON, C.E. Decisões Referentes à dosagem de antioxidante: Uma comparação entre Endox® e B.H.T. Kemin Industries, 1990. 2p.
- OHTA, T., YAMASAKI, S., EGASHIRA, Y., SANADA, H. Antioxidative activity of corn bran Hemicellulose fragments. **J. Agric. Food Chem.**, v. 42, n. 3, p. 653-656, 1994.
- OSAWA, T., KATSUZAKI, H., HAGIWARA, Y., HAGIWARA, H., SHIBAMOTO, T. A novel antioxidant isolated from young green barley leaves. **J. Agric. Food Chem.**, v. 40, n. 7, p. 1135-1138, 1992.
- PARSONS, C.M., POTTER, L.M., BLISS, B.A. True Metabolizable Energy Corrected to Nitrogen Equilibrium. **Poult. Sci.**, v. 61, n. 11, p. 2241-2246, 1982.
- RENNER, R., HILL, F.W. Factors affecting the absorbability of saturated fatty acids. **J. Nut.**, v. 74, n. 3, p. 254-258. 1961.
- ROBEY, W.W. Preventing the Negative effects of nutrient oxidation on animal nutrition and performance. **Nutrition Update**, v. 4, n. 2, 1994.
- ROSTAGNO, H.S. Carboidratos. In: **Fisiologia da digestão e absorção das aves**. Campinas, SP:, 1994, p. 43-58.
- ROSTAGNO, H.S., SILVA, D.J., COSTA, P.M.A., FONSECA, J.B. **Composição de Alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas brasileiras)**. 6 ed. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 59p.
- RUNNELS, T.D., KORBIN, B.R., ELY, C.M. The relative effect of ethoxyquin versus B.H.T. on broiler desempenho and pigmentation. **Poult. Sci.**, v.45, n°6, p1283-1290. 1966.

- RUTZ, F. Vitaminas Lipossolúveis. In: **FISIOLOGIA DA DIGESTÃO E ABSORÇÃO DAS AVES**. FACTA. Campinas-SP, 1994, p.84-87.
- RUTZ, F., LIMA, G.J.M.M. Uso de Antioxidantes em Rações e subprodutos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Anais...** Santos, SP, p73, 1994.
- S.A.E.G. (**Sistema de Análises Estatísticas**). UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). Viçosa, MG, 1995. (Versão 7.0).
- SÁ, F.C. Papel fundamental. **R. Avicultura Industrial**, n. 1055, p. 18-24, 1998.
- SCOTT, T.A., SILVERSIDES, F.G., CLASSEN, H.L., SWIFT, M.L., BEDFORD, M.R., HALL, J.W. A broiler chick bioassay for measuring the feeding value of wheat and barley in complete diets. **Poult. Sci.**, v. 77 p. 449-455, 1998.
- SHEEHY, P.J.A., MORRISSEY, P.A., FLYNN, A. Influence of heated vegetable oils and α -tocoferyl acetate supplementation on α -topherol, fatty acids and lipid peroxidation in chicken muscle. **Br. Poult. Sci.**, v. 34, n. 2, p. 367-381. 1993.
- SHIMADA, K., FUJIKAWA, K., YAHARA, K., NAKAMURA, T. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. **J. Agric. Food Chem.**, v.40, n. 6, p. 945-948. 1992.
- SHIMADA, K., MUTA, H., NAKAMURA, Y., OKADA, H., MATSUO, K., YOSHIOKA, S., MATSUDAIRA, T., NAKAMURA, T. Iron-binding property and antioxidative activity of xanthan on the autoxidation of soybean oil in emulsion. **J. Agric. Food Chem.**, v. 42, n. 8, p.1607-1611. 1994.
- SHIRES, A., ROBLEE, A.R., HARDIN, R.T., CLANDININ, D.R. Effect of The Age of Chickens on the True Metabolizable Energy values of Feed Ingredients. **Poult. Sci.**, v.59, n. 2, p. 396-403, 1980.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poult. Sci.**, v. 55, n. 1, p 303-308, 1976.
- SIBBALD, I.R., PRICE, K. Variation in the metabolizable energy values of diets and dietary components fed to adult roosters. **Poultry Sci.**, v. 54, n. 2, p. 448-456, 1975.

- SIBBALD, I.R., SLINGER, S.J., ASTHON, G.O. Factors affecting the metabolizable content of poultry feeds. Variability in the ME values attributed to samples of tallow, and degummed soybean oil. **Poult. Sci.**, v. 40, n. 2, p. 303-308. 1961.
- SIBBALD, I.R., SUMMERS J.D., SLINGER, S.J. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. **Poult. Sci.**, v. 39, n. 3, p. 544-556, 1960.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: MG, UFV, 1990. 166p.
- SPRINGMANN, P. Fim ao desperdício. **Revista Avicultura Industrial**, n. 1049, p. 52-61, 1997.
- TAMURA, H., YAMAGAMY, A. Antioxidative activity of monoacylated anthocyanins isolated from muscat bailey a grape. **J. Agric. Food Chem.**, v. 42, n. 8, p. 1612-1615, 1994.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **SAEG (Sistema de Análises Estatísticas)**. Viçosa, MG, 1997. (Versão 7.0).
- VALENZUELA, A., NIETO, S.K. Os antioxidantes: protetores da qualidade na indústria alimentícia: In: MINI-SIMPÓSIO, OXIDAÇÃO E ANTIOXIDANTES, 1997, Campinas, SP. **Mini-simpósio...** Alltech Technical publications, 1997.
- VALENZUELA, A., NIETO, S.K. Oxidação: uma nova fronteira para a nutrição animal. In: RONDA LATINO AMERICANA DE BIOTECNOLOGIA. 5, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba, p. 15-18, 1995.
- WALDROUP, P.W., DOUGLAS C.R., Mc.CALL, J.T., HARMS, R.H.. The effects of santoquin on the performance of broilers. **Poult. Sci.**, v. 39, n. 6, p. 1313-1317, 1960.
- WANASUNDARA, U., AMAROWICZ, R., SHAHIDI, F. Isolation and identification in antioxidative component in canola meal. **J. Agric. Food Chem.** v. 42, n. 6, p. 1285-1290. 1994.
- WISEMAN, J., COLE, J.A., PERRY, F.G., VERNON, B.G., COOKE, B.C. Apparent metabolizable energy values of fats for broiler chicks. **Br. Poult. Sci.**, v. 27, n. 4, p. 561-576, 1986.

- WISEMAN, J., LESSIRE, M. Interactions between fats of differing chemical content: apparent availability of fatty acids. **Br. Poult. Sci.**, v. 28, n. 4, p. 677-691, 1987.
- WOODGATE, S. Sub-produtos: Os desafios na Grã-Bretanha: salmonela, rancidez e digestibilidade in vivo. In: RONDA LATINO AMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 5, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba, p. 19-29, 1995.
- WOOLFORD, M. Autoxidation & Antioxidants in feed & feed ingredients. **Alltech, Inc.** 1992.
- WU, J., SQUIRES, E.J. The effect of dietary corn oil, vitamin. e and selenium on lipid peroxidant in and hemorrhage in chicken liver. **J. Nut. Bio-chemistry**, v. 8, n. 11, p. 629-633, 1997.
- YEN, G.C., HSIEH, P.P. Antioxidative activity and scavenging effects on active oxygen of xylose-lysine maillard reaction products. **J. Sci. Food Agric.**, v. 67, n. 3, p. 415-420, 1995.
- YOUNG, R. J. The energy value of fats and fatty acids for chickes. **Poult. Sci.**, v. 40, n. 5, p. 1225-1233, 1961.
- YOUNG, R.J., GARRET, R.L. Effect of oleic and linoleic acids on the absorption of saturated fatty acids in the chick. **J. Nutr.**, v. 81, n. 4, p. 321-329, 1963.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Equações utilizadas no cálculo de energia metabolizável verdadeira (EMV) das rações-teste e dos alimentos (cap. 1):

$$EMV_{RT} = \frac{EB_{ing} - EB_{exc}}{MS_{ing}}$$

$$EMV_{alim} = EMV_{RR} + \frac{(EMV_{RT} - EMV_{RR})}{\%desubstituição}$$

em que

EMV_{RT} = energia metabolizável verdadeira da ração-teste;

EMV_{alim} = energia metabolizável verdadeira do alimento;

EB_{ing} = energia bruta ingerida;

EB_{exc} = energia bruta excretada;

MS_{ing} = matéria seca ingerida; e

EMV_{RR} = energia metabolizável verdadeira da ração referência.

Equações utilizadas no cálculo de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) dos alimentos (cap. 1):

$$EMV = EB_{ing} - \frac{(EB_{exc} - EB_{end})}{MS_{ing}}$$

$$EMVn = EMV - \frac{8,22[N_{ing} - (N_{exc} - N_{end})]}{MS_{ing}}$$

em que

EMV = energia metabolizável verdadeira;

EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida;

EB_{ing} = energia bruta ingerida;

EB_{exc} = energia bruta excretada;

EB_{end} = energia bruta endógena;

N_{ing} = nitrogênio ingerido;

N_{exc} = nitrogênio excretado; e

N_{end} = nitrogênio endógeno.

APÊNDICE B

Quadro 1B - Resumo das análises de variância de EMV e EMVn na matéria natural, com o desdobramento de períodos dentro de alimentos (cap. 1)

FV	GL	Quadrados médios	
		EMV	EMVn
Alimentos (A)	2	280.190.100 **	254.864.000 **
Períodos (P)	4	1.305.568 ns	808.993 ns
A x P	8	430.656 ns	221.626 ns
Períodos/farinha de carne	(4)	220.584 ns	105.815 ns
Linear	1	736.720 ns	382.975 ns
Quadrático	1	1.828 ns	0,3 ns
Cúbico	1	84.200 ns	29.395 ns
Desvio	1	59.588 ns	10.890 ns
Períodos/óleo de soja	(4)	273.498 ns	500.263 ns
Linear	1	138.489 ns	181.238 ns
Quadrático	1	146.648 ns	60.720 ns
Cúbico	1	551.716 ns	1.122.210 ns
Desvio	1	257.139 ns	636.888 ns
Períodos/óleo de dendê	(4)	1.672.798 ns	646.167 ns
Linear	1	5.041.719 ns	752.628 ns
Quadrático	1	260.417 ns	503.642 ns
Cúbico	1	302.561 ns	549.435 ns
Desvio	1	1.086.498 ns	778.967 ns
Resíduo	45	1.753.101	2.371.087
CV (%)		21,09	25,99

**F significativo em nível de 1% de probabilidade.
ns F não-significativo.

Quadro 2B - Resumo das análises de variância de EMV e EMVn na matéria seca, com o desdobramento de períodos dentro de alimentos (cap. 1)

FV	GL	Quadrados médios	
		EMV	EMVn
Alimentos (A)	2	275.540.700 **	250.041.200 **
Períodos (P)	4	1.153.726 ns	638.182 ns
A x P	8	525.082 ns	273.515 ns
Períodos/farinha de carne	(4)	262.283 ns	153.008 ns
Linear	1	932.387 ns	567.869 ns
Quadrático	1	1.430 ns	30.458 ns
Cúbico	1	61.937 ns	9.517 ns
Desvio	1	53.379 ns	4.189 ns
Períodos/óleo de soja	(4)	161.387 ns	358.255 ns
Linear	1	0,4 ns	13.250 ns
Quadrático	1	3.520 ns	8.502 ns
Cúbico	1	307.652 ns	820.537 ns
Desvio	1	334.376 ns	590.734 ns
Períodos/óleo de dendê	(4)	1.780.221 ns	673.948 ns
Linear	1	5.428.745 *	1.203.050 ns
Quadrático	1	289.153 ns	870.755 ns
Cúbico	1	275.228 ns	138.180 ns
Desvio	1	1.127.762 ns	483.809 ns
Resíduo	45	1.319.809	1.994.736
CV (%)		17,94	23,29

**F significativo em nível de 1% de probabilidade.

*F significativo em nível de 5% de probabilidade.

Ns F não-significativo.

Quadro 3B - Resumo das análises de variância da EMV e da EMVn na matéria natural (cap. 2)

FV	GL	Quadrados médios	
		EMV	EMVn
Antioxidantes (AT)	3	1.463.274 ns	1.611.569 ns
Alimentos (AL)	2	234.780.700 **	219.728.300 **
AL x AT	6	605.588 ns	934.807 ns
Resíduo	36	2.261.551	2.276.406
CV (%)		23,89	24,81

** F significativo em nível de 1% de probabilidade.
ns F não-significativo.

Quadro 4B - Resumo das análises de variância de EMV e EMVn na matéria seca (cap 2)

FV	GL	Quadrados médios	
		EMV	EMVn
Antioxidantes (AT)	3	1.113.167 ns	753.598 ns
Alimentos (AL)	2	230.077.900 **	208.317.600 **
AL x AT	6	689.430 ns	741.606 ns
Resíduo	36	1.688.713	1.422.414
CV (%)		20,24	19,48

** F significativo em nível de 1% de probabilidade.
ns F não-significativo.

Quadro 5B - Resumo das análises de variância do peso inicial, peso final e ganho de peso de pintinhos alimentados com farinha de carne e ossos tratadas ou não com antioxidantes (cap. 3)

FV	GL	Quadrados médios		
		Peso inicial	Peso final	Ganho de peso
Rações	3	0,3707 ns	790,9692 ns	768,7173 ns
Resíduo	20	1,0443	1.928,0500	1.880,7810
CV (%)		2,12	6,04	6,38

ns F não-significativo.

Quadro 6B - Resumo das análises de variância do consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade de pintinhos alimentados com farinha de carne e ossos tratadas ou não com antioxidantes (cap. 3)

FV	GL	Quadrados médios		
		Consumo	Conversão	Viabilidade
Rações	3	6.122,4070 ns	0,007182 ns	45,4861 ns
Resíduo	20	7.591,7330	0,026766	20,2083
CV (%)		7,22	9,19	4,64

ns F não-significativo.