

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO -  
UENF**

**MICHELLE SANT'ANNA LYRA CHIQUIERI**

**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL PELA  
CLASSIFICAÇÃO E DENSIDADE DE MILHO PARA POEDEIRAS COMERCIAIS**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ**

**2011**

**MICHELLE SANT'ANNA LYRA CHIQUIERI**

**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL PELA  
CLASSIFICAÇÃO E DENSIDADE DE MILHO PARA POEDEIRAS COMERCIAIS**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, na área de Nutrição e Produção Animal.

**ORIENTADOR: Prof. Humberto Pena Couto**

Campos dos Goytacazes  
2011

MICHELLE SANT'ANNA LYRA CHIQUIERI

**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL PELA  
CLASSIFICAÇÃO E DENSIDADE DE MILHO PARA POEDEIRAS COMERCIAIS**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, na área de Nutrição e Produção Animal.

Aprovada em abril de 2011.

Comissão Examinadora:

---

Prof<sup>ª</sup>. Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares (D.Sc. Zootecnia) – LZNA/CCTA/UENF

---

Prof<sup>ª</sup>. Mariana Duran Cordeiro (D.Sc. Produção Animal) – CCA/UFES

---

Prof. Antônio Gesualdi Júnior (D.Sc. Produção Animal) – LZNA/CCTA/UENF

---

Prof. Humberto Pena Couto (D.Sc. Zootecnia) – LZNA/CCTA/UENF  
(ORIENTADOR)

“Você se faz presente em todos os momentos, firmes ou trêmulos. E, passo a passo, pude sentir a sua mão, transmitindo-me a segurança necessária para enfrentar meu caminho a seguir. A sua presença é qualquer coisa como a luz e a vida, e eu sinto que, em meu gesto existe o seu gesto e em minha voz, a sua voz.”

(Vinícius de Moraes)

A TODOS AQUELES QUE CONTRIBUÍRAM DIRETA OU INDIRETAMENTE PARA A  
REALIZAÇÃO DESSE TRABALHO.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar forças e sabedoria para lidar com as mais difíceis e inusitadas situações que apareceram;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela oportunidade do curso e bolsa de estudos;

Ao meu orientador, professor Humberto Pena Couto por me confiar o seu trabalho e por todos os ensinamentos que me foram transmitidos;

À professora Rita da Trindade, que foi minha orientadora durante toda minha graduação e me ensinou muito durante todos esses anos;

Ao professor Ricardo Vieira pela grande colaboração na execução desse experimento e, principalmente pela atenção e paciência para explicar o que não estava bem compreendido;

Aos membros da banca pela colaboração na conclusão deste trabalho, em especial à professora Mariana Duran, por se disponibilizar a participar dessa banca;

Ao meu marido, Julien Chiquieri por todo amor, carinho, atenção, apoio, dedicação e, principalmente, por viajar quatorze horas todo final de semana para me ver e ajudar. Sua presença foi essencial para que eu fizesse um bom trabalho. Muito obrigada por tudo, te amo!

Aos meus pais, Anízio e Vania, que tanto amo, pela paciência, carinho e dedicação por todos os anos da minha vida;

À minha irmã Giselle, por ser a melhor irmã do mundo e ter tanta paciência comigo, mesmo quando eu estava desesperada e nervosa por causa do experimento. Te amo maninha!

À minha avó Nina, minha segunda mãe;

Aos meus sogros, Ana e Abner, por sempre me apoiarem e me darem força na hora que mais precisei. Amo vocês!

Às minhas amiguxas do coração Carol, Caroline, Erika, Gabi, Laurinha e Mari por serem essas pessoas maravilhosas, e, principalmente, por toda ajuda emocional e física. Sem vocês, seria impossível ter levado esse trabalho à diante. Por todos os dias de risadas, de tristeza, de raiva, de melancolia, de superação. Meninas, muito obrigada por tudo e por vocês fazerem parte da minha vida. Amo cada uma de vocês!

Aos amigos inesquecíveis de graduação Lorena, Felipe (que também me ajudou na execução desse experimento, muito obrigada), Tiago, Renata Soares, Renata Almada e Bernardo, por todos os momentos que passamos juntos;

Aos maridos e namorados das minhas amiguxas, Thiago, Fernando, Alex e Ricardo, por emprestarem suas lindas mulheres um pouquinho. Valeu meninos!

Às amigas que conheci durante o mestrado, Juliana (que também me ajudou bastante na conclusão deste trabalho), Úrsula e Andréia;

Aos funcionários do colégio agrícola Jonas, seu Zé, Maurício e Ronald por toda ajuda e pelo carinho com a gente;

A empresa Guaraves, em especial ao Sílvio Rogério Ferreira, no apoio às classificações dos grãos de milho;

A ADISSEO e FATEC pela realização dos aminogramas e composição dos milhos utilizados, respectivamente;

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

## **BIOGRAFIA**

MICHELLE SANT'ANNA LYRA CHIQUIERI, filha de Anízio Lyra e Vânia Lucia Sant'Anna Lyra, nasceu em 28 de janeiro de 1983, na cidade do Rio de Janeiro, RJ.

Foi admitida em março de 2003 no curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), em Campos dos Goytacazes, RJ. Em 2004 ingressou no programa de Iniciação Científica desta universidade onde permaneceu até submeter-se à defesa de monografia para conclusão de curso em 2008.

Em março de 2009, ingressou no curso de Mestrado do programa de pós-graduação em Ciência Animal, desta mesma universidade, submetendo-se à defesa de dissertação em 2011.

## RESUMO

CHIQUIERI, Michelle Sant'Anna Lyra, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2011. **Equações de predição da energia metabolizável pela classificação e densidade de milho para poedeiras comerciais.** Orientador: Humberto Pena Couto.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver equações de predição da energia metabolizável de diferentes milhos elaboradas a partir de resultados de classificação e densidade, e avaliá-las através do desempenho zootécnico de poedeiras comerciais na fase de produção. O experimento foi conduzido no setor de Avicultura da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, no município de Campos dos Goytacazes, RJ. As equações de predição da Energia Metabolizável Aparente Corrigida (EMAn) foram elaboradas por análises de regressão (5%) a partir de resultados do ensaio de metabolismo energético realizado com milhos de diferentes qualidades utilizando poedeiras comerciais com 15 semanas de idade. Foram utilizados os resultados de densidade (DEM) e classificação dos grãos de milho (ICM) como variáveis independentes. As equações obtidas para a fase de produção de ovos foram:  $EMAn = 3239 - 1,58 ICM + 0,050 ICM^2$ , ( $R^2 = 0,85$ );  $EMAn = 2200 + 1,57 DEM$ , ( $R^2 = 0,73$ ). As equações foram testadas por meio de um ensaio de desempenho, no qual se utilizou 144 poedeiras comerciais Hy-Line W-36, com 59 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em: T1 – EMAn da equação ICM do milho de qualidade superior (ICMA), T2 – EMAn da equação do ICM do milho de qualidade inferior (ICMB), T3 – EMAn da equação do DEM do milho de qualidade superior (DEMA) e T4 – EMAn da equação do DEM do milho de qualidade inferior (DEMB). Os milhos de qualidade superior e inferior foram caracterizados por: ICM - 90,95 e 72,86%; DEM - 830 e 743 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente. As rações experimentais foram formuladas para conter 2800 kcal EM/kg; 15% PB; 0,62% Met + Cis digestível; 0,68% Lis digestível; 4,2% de Ca e 0,42% de Pd. Na fase experimental foram avaliados os dados de desempenho produtivo: peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo médio diário de ração (CDR), produção de ovos (PDO), peso médio de ovos (PMO); massa de ovos (MO) e conversão alimentar (CAD e CAM) e as seguintes características de qualidade de ovos: gravidade específica, percentagem de casca (%) e cor da gema. Os dados foram submetidos à análise utilizando o programa de análises estatísticas SAEG 9.1. Não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) dos tratamentos para as variáveis zootécnicas avaliadas, exceto



para cor de gema ( $p < 0,05$ ), que foi maior para os tratamentos ICMA e DEMA, que se constituem das equações com o milho de melhor classificação e densidade mais alta. Os índices zootécnicos obtidos para todos os tratamentos durante o período experimental estão compatíveis com os padrões sugeridos no Manual da linhagem. Estes resultados demonstram que as equações de predição da EMAn foram eficazes na predição do valor energético do milho para as formulações de rações para poedeiras na fase de produção. As equações de predição da EMAn, utilizando resultados de classificação e densidade de lotes de milho de qualidades nutricionais diferentes, são métodos práticos, rápidos e com elevado poder preditivo para poedeiras comerciais na fase de produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** milho, densidade, classificação, energia metabolizável, poedeiras, equações de predição.

## ABSTRACT

CHIQUIERI, Michelle Sant'Anna Lyra, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. April 2011. Prediction equations for metabolizable energy by classification and density for laying hens. Advisor: Humberto Pena Couto.

The aim of this study was to develop equations for predicting different metabolizable energy produced from corn results of classification and density, and evaluate them through the production performance of laying hens during production. The experiment was conducted in the poultry sector of the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF in Campos dos Goytacazes, RJ. The prediction equations of corrected apparent metabolizable energy (EMAn) were developed by regression analysis (5%) from the test results of energy metabolism conducted with different grades of corn qualities using laying hens with 15 weeks of age. Were used the results of density (DEM) and classification of grains of maize (ICM) as independent variables. The equations obtained for the phase of egg production were  $EMAn = 3239 - 1,58 ICM + 0,050 ICM^2$ , ( $R^2 = 0,85$ );  $EMAn = 2200 + 1,57 DEM$ , ( $R^2 = 0,73$ ). The equations were tested using a performance test, which was used 144 laying hens Hy-Line W-36, with 59 weeks of age, distributed in a completely randomized design with four treatments and six replicates of six birds each. The treatments were: T1 - EMAn from the equation ICM of corn of superior quality (ICMA), T2 - EMAn from the equation ICM of corn of inferior quality (ICMB), T3 - EMAn from the equation DEM of corn of superior quality (DEMA) and T4 - EMAn from the equation DEM of corn of inferior quality (DEMB). The corn of superior and inferior were characterized by: ICM: 90,95 and 72,86%, DEM: 830 and 743 kg/m<sup>3</sup>, respectively. The experimental diets were formulated to contain 2,800 kcal/kg, 15% PB, 0,62% digestible Met + Cys, 0,68% digestible Lys, 4,2% Ca and 0,42% Pd. In the experimental phase were evaluated performance data production: initial weight, final weight, weight gain, average daily feed intake, egg production, average weight of eggs, egg mass and feed conversion and the following egg quality characteristics: specific gravity, bark percentage (%) and yolk color. The data were analyzed using the statistical analysis program SAEG 9.1. There was no significant effect ( $p > 0.05$ ) of treatments for zootechnical variables evaluated, except for yolk color ( $p < 0.05$ ), which was higher for treatments ICMA and DEMA, the equations that constitute the best corn classification and higher density. The performance indexes obtained for all treatments during the experimental period are consistent with the standards suggested in the Manual of the lineage. These results show that the prediction equations EMAn were effective in predicting the energy value of corn for feed

formulation for laying hens during production. The prediction equations EMAn, using results of classification and density of lots of different nutritional qualities of corn, are practical, fast and with high predictive power for commercial laying hens during production.

**KEYWORDS:** corn, density, classification, metabolizable energy, laying hens, prediction equations.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>x</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>15</b>
2.1 AVICULTURA DE POSTURA	15
2.2 MILHO	16
<b>2.2.1 Classificação e padronização do milho</b>	<b>17</b>
<b>2.2.2 Variações na composição química do milho</b>	<b>20</b>
<b>2.2.3 Dinâmica do mercado do milho</b>	<b>23</b>
<b>2.2.4 Bushel e densidade dos grãos de milho</b>	<b>25</b>
2.3 UTILIZAÇÃO DE TABELAS DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ALIMENTOS	26
2.4 UTILIZAÇÃO DA ENERGIA DOS ALIMENTOS PELAS AVES	27
<b>2.4.1 Determinação dos valores de energia</b>	<b>29</b>
2.5 UTILIZAÇÃO DE EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO	31
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>33</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>42</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>55</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>56</b>
<b>7 ANEXO</b>	<b>63</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o setor avícola de postura tem evoluído muito nos últimos anos, sendo considerada uma atividade altamente tecnificada e competitiva, com elevados índices de produtividade e oferta de produtos de alta qualidade e baixo custo. A agilidade que se reverteu em expansão e conquista de novos mercados, fomenta recursos ao mesmo tempo em que pode comprometer a lucratividade em meio a crises internacionais (UBA, 2009/2010).

A União Brasileira de Avicultura (UBA) aponta que em 2009 a produção brasileira de ovos totalizou 61,6 milhões de caixas (30 dúzias), e um plantel médio estimado de 78,3 milhões de poedeiras comerciais. Em relação ao consumo de ovos por habitante, os índices se mantiveram na média de 120 unidades *per capita*/ano entre 2008 e 2009. As exportações de ovos e produtos de ovos totalizaram 36.887 toneladas em 2008, 238% a mais que em 2007.

Segundo dados da SINDIRAÇÕES publicados pela UBA (2009/2010), o consumo de ração para aves de postura em 2009 foi 3,7% superior em comparação ao ano anterior que foi de 4,65 milhões de toneladas, graças aos bons preços que os ovos tiveram no mercado durante o primeiro semestre e a menor dependência do cenário externo.

Em 2009, a demanda por milho no mercado interno brasileiro de rações foi de 80% do volume total produzido nacionalmente, sendo a avicultura o setor responsável pelo consumo de 40% deste total (MAPA, 2011).

A principal fonte de energia na formulação de rações para aves no Brasil é o milho. A cadeia produtiva avícola brasileira foi construída e planejada para utilizá-lo, sendo sua rentabilidade altamente dependente da disponibilidade e preço do grão. As partidas de milho são valorizadas pelo peso, teor de umidade e parâmetros de classificação, mas as diferenças em valor energético do grão são praticamente esquecidas.

O desempenho das aves é influenciado diretamente pelo nível energético das rações, pois a energia presente na ração é um dos fatores limitantes do consumo, sendo utilizada nos diferentes processos que envolvem desde a manutenção até o máximo potencial produtivo (AGOSTINI et al., 2004).

No cotidiano nem todos os valores nutricionais dos alimentos podem ser determinados. Na prática, torna-se impossível e oneroso a realização freqüente de análises e testes experimentais que forneçam os valores exatos e precisos dos componentes nutricionais dos grãos. A determinação dos valores de energia dos alimentos, por exemplo, depende da

realização de ensaios de metabolismo, da utilização da bomba calorimétrica e de metodologias que nem sempre podem ser executadas nas indústrias de rações.

Um método indireto para se estimar a EM dos alimentos são as equações de predição, que, através de parâmetros físicos e/ou químicos desses alimentos, podem aumentar a precisão e acurácia no processo de formulação de rações de custo mínimo, por meio da correção dos seus valores energéticos.

Segundo Albino et al. (1987), a importância em se determinar equações de predição para o valor energético dos alimentos, se baseia principalmente na dificuldade em efetuar bioensaios. De acordo com Rostagno et al. (2007), o uso de equações de predição da energia, permite maximizar a utilização dos dados de composição obtidos mediante análises laboratoriais de rotina.

O fornecimento adequado de energia, componente mais oneroso da ração, proporcionará os melhores resultados zootécnicos, entretanto, o retorno econômico é o principal determinante do nível ótimo de energia metabolizável das rações para poedeiras.

Os modelos de predição geralmente utilizam parâmetros de composição nutricional para estimar a energia metabolizável de alguns alimentos. Entretanto, há necessidade de pesquisas que desenvolvam formas alternativas que consideram parâmetros mais práticos e métodos menos onerosos, para que os avicultores possam utilizá-las com eficiência na formulação de rações de custo mínimo, o que garantirá alta produtividade e minimizará os custos de produção.

Este trabalho foi elaborado com objetivo de desenvolver equações de predição da energia metabolizável de milhos de diferentes qualidades nutricionais, elaboradas a partir de resultados de análises físicas de classificação e densidade dos grãos, e avaliá-las através do desempenho zootécnico de poedeiras comerciais na fase de produção.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. AVICULTURA DE POSTURA

Inicialmente, a avicultura estava sob o domínio da atividade familiar que com o decorrer dos anos, principalmente após a abertura tecnológica nas áreas de genética, ambiência, sanidade e nutrição, passou a ter uma visão empresarial para atender as exigências de mercado, favorecendo cada vez mais os investimentos nesta área.

Segundo dados da UBA, o alojamento de matrizes de ovo branco em 2009 chegou a 497.207, ou seja, 1,7% maior em comparação com o ano anterior.

As grandes empresas avícolas já contam com instalações modernas, visando à maximização dos lucros e transformação de produtos primários da agricultura como milho, sorgo, soja, etc., em produtos nobres para a alimentação humana, em um curto espaço de tempo e em áreas reduzidas.

A evolução genética das poedeiras desenvolveu aves mais produtivas, com menor peso corporal e baixo consumo de ração, o que proporcionou a produção de ovos a baixo custo.

A precocidade das aves resultou na necessidade de programas de alimentação específicos para cada fase de criação e, principalmente, que estes garantam a ingestão adequada de nutrientes para atender a demanda biológica de manutenção, ganho e produção. Os programas nutricionais desenvolvidos para as fases de cria e recria têm como principal objetivo o máximo de retorno econômico.

A poedeira moderna exige um consumo adequado de energia, para que não ocorra clássica queda de produção de ovos após o pico ou que esta ave entre em um balanço nutricional negativo.

A energia é muito importante para manutenção e produção de ovos, entretanto, estas exigências não são constantes, pois podem ser afetados pela temperatura ambiente, crescimento, idade e grau de restrição de energia (BALNAVE et al., 1987). Da energia consumida por uma ave de postura, somente um terço é utilizado na produção de ovos e o restante é destinado à manutenção corporal (PEARSON e HERON, 1982).

O grande desafio é acompanhar o dinamismo da genética que tornou as aves muito mais exigentes, principalmente sob o aspecto nutricional, incorporando todas as mudanças tecnológicas que visam melhorias na produtividade do setor. Além disso, são necessárias

novas práticas de manejo e adequação às novas instalações, cada vez mais automatizadas, com ambientes controlados e com maior coletividade e densidade.

## 2.2. MILHO

O milho (*Zea mays*, L.), em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, é um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Devido à sua multiplicidade de aplicações, é uma matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais, assumindo relevante papel socioeconômico (NOGUEIRA JR. et al., 1997; FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

É o ingrediente mais importante na alimentação de aves e suínos, pois sua inclusão média de, aproximadamente, 65% nas rações, contribui com cerca de 65% da energia metabolizável e 25% da proteína bruta destas rações (BARBARINO JR., 2001).

De acordo com o MAPA (2009), do total de milho produzido em 2008, estimado em 52 milhões de toneladas, 85% foram destinados à produção de rações para aves.

O milho, como os demais cereais, é composto basicamente de três partes: o pericarpo, que compõe 5% do grão, o endosperma com 82% e o germe com 13%. As principais proteínas presentes no milho são representadas pelas zeínas, localizadas no endosperma e pela gluteína localizada, principalmente no germe. Ambas, entretanto, são consideradas proteínas incompletas ou de baixo valor nutricional, em função de apresentarem baixos teores em aminoácidos essenciais. Nutricionalmente, a gluteína por ser mais solúvel é mais digestível que a zeína (FIALHO, 2005).

O endosperma do grão de milho é composto por 86% de amido altamente digestível e 19% de proteína. As proteínas do endosperma do milho podem ser separadas em quatro frações maiores: albuminas, globulinas, zeínas e gluteínas, que constituem aproximadamente 3, 3, 60 e 34%, respectivamente do total das proteínas do endosperma (FIALHO, 2005). O grão de amido do milho contém dois tipos de moléculas: amilose e amilopectina, na proporção de 27% e 73%, respectivamente, conferindo a esse ingrediente um alto valor energético (BUTOLO, 2002).

O milho é um grão rico em xantofilas, o que confere à gema do ovo e à pele do frango boa pigmentação, melhorando sua atratividade visual. É o cereal que apresenta o maior teor de ácido linoléico, tendo também como característica o baixo teor de fibra bruta na sua



composição. Porém, apresenta um baixo teor de fósforo disponível e seu perfil de aminoácidos é desbalanceado, com excesso de leucina e deficiências de lisina e de triptofano (BARBARINO JR., 2001).

Os lipídeos compreendem cerca de 5%, sendo encontrados principalmente no germe, cerca de 80% do total, e apenas 15% no endosperma (EARLE et al., 1946 citados por FIALHO, 2005). Os principais ácidos graxos na semente do milho são os ácidos palmítico (12%), esteárico (2%), oléico (27%), linoléico (55%) e linolênico (0,8%), sendo o ácido linoléico de suma importância na alimentação das aves (BUTOLO, 2002).

### **2.2.1. Classificação e padronização do milho**

As especificações para padronização, classificação e comercialização interna do milho são regulamentadas pelas portarias ministeriais nº 845/76 e 11/96, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Para a comercialização externa do milho, as especificações são regulamentadas pela Resolução nº 173 de 1989, do Conselho Nacional do Comércio Exterior (CONCEX).

De acordo com o MAPA (1976), o milho sob a forma de grãos, destinado à comercialização interna, é classificado segundo a consistência em grupos, de acordo com a coloração em classes e em tipos de acordo com a qualidade.

#### **GRUPOS:**

O milho segundo sua consistência é classificado em quatro grupos:

- a) DURO - quanto apresentar o mínimo de 95% (noventa e cinco por cento), em peso, com as características de duro, que é o que apresenta quanto à sua constituição, uma quantidade de endosperma córneo maior que amiláceo (farináceo), oferecendo forte resistência ao corte e exibindo, ao ser cortado aspecto vítreo. Quanto à forma, é o que se apresenta predominantemente ovalado e com a coroa convexa e lisa, característica do *Zea Mays indentata*;
- b) MOLE - quando apresentar o mínimo de 90% (noventa por cento), em peso, com as características de mole, que é o que se apresenta, quanto à sua constituição, uma quantidade de endosperma amiláceo (farináceo), maior que a do córneo, tornando a coroa acentuadamente clara e oferecendo menor resistência ao corte. Quanto à forma, é

predominantemente dentado e com a coroa apresentando uma contração ou depressão característica de *Zea mays indentata*;

c) SEMI-DURO - quanto apresentar o mínimo de 75% (setenta e cinco por cento), em peso, de consistência semi-dura, intermediária entre duro e mole, ou seja, constituído de grãos que, quanto à conformação, apresentem-se levemente dentados, incluindo os grãos ovalados com ligeira depressão na coroa (coroa branca);

d) MISTURADO - quando não estiver compreendido nos grupos anteriores.

#### CLASSES:

O milho segundo sua coloração, é ordenado em três classes:

1) AMARELO - constituído de milho que contenha no mínimo 95% (noventa e cinco por cento), em peso, de grãos amarelos, amarelo pálido e/ou amarelo/alaranjados. Os grãos de milho amarelos com ligeira coloração vermelha ou rósea no pericarpo serão considerados amarelos, não afetando a classificação;

2) BRANCO - constituído de milho que contenha no mínimo 95% (noventa e cinco por cento), em peso, de grãos brancos. Os grãos de milho branco com ligeira coloração rósea, marfim e/ou palha, serão considerados como milho branco, não afetando a classificação;

3) MESCLADO - constituído de milho que não se enquadre nas exigências das classes de milho branco e amarelo, mencionando-se no “Certificado de Classificação” a percentagem das classes que o compõem.

#### TIPOS:

O milho, segundo a sua qualidade, é classificado em três tipos:

Tipo 1 - Constituído de milho seco, são, de grãos regulares e com umidade máxima de 14,5%. Tolerância: máximo de 1,5% de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; 11% de grãos avariados, com o máximo de 3% de grãos ardidos e brotados (percentagem em peso);

Tipo 2 - Constituído de milho seco, são, de grãos regulares e com umidade máxima de 14,5%. Tolerância: máximo de 2% de matérias estranhas e impurezas e fragmentos; 18% de grãos avariados, com o máximo de 6% de grãos ardidos e brotados (percentagem em peso).

Tipo 3 - Constituído de milho seco, são, de grãos regulares e com umidade máxima de 14,5%. Tolerância: máximo de 3% de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; 27% de grãos avariados, com o máximo de 10% de grãos ardidos e brotados (percentagem em peso).

As bases ou normas e os termos usados nas especificações, assim como as características relacionadas com a qualidade do milho, são observados e interpretados do seguinte modo:

*Grãos ardidos* - São os grãos ou pedaços de grãos que perderem a coloração ou cor característica, por ação do calor e umidade ou fermentação em mais de  $\frac{1}{4}$  (um quarto) do tamanho do grão;

*Grãos avariados* - São considerados os grãos ou pedaços de grãos, grãos chochos, imaturos, os atacados por animais roedores e parasitas, os fermentados até  $\frac{1}{4}$  (um quarto) do tamanho do grão, bem como os prejudicados por diferentes causas;

*Grãos brotados* - São os grãos ou pedaços de grãos que apresentarem germinação visível;

*Grãos carunchados* - São os grãos ou pedaços de grãos furados ou infestados por insetos vivos ou mortos;

*Grãos chochos* - São os grãos enrugados “por deficiência de desenvolvimento”;

*Grãos quebrados* - São os pedaços de grãos sadios, que ficarem retidos na peneira de crivos circulares de 5 mm (cinco milímetros) de diâmetro ou 12/64;

*Grãos regulares* - São os grãos normalmente desenvolvidos que apresentam boas condições de maturidade e conservação;

*Impurezas* - São consideradas as do próprio produto, bem como os grãos ou fragmentos de grãos que vazarem em peneira de crivos circulares de 5 mm (cinco milímetros) de diâmetro ou 12/64;

*Matérias estranhas* - São considerados os grãos ou sementes de outras espécies, bem como os detritos vegetais, sujidades e corpos estranhos de qualquer natureza, não oriundos do produto.

*Qualidade* - Será apurada mediante a verificação do teor da umidade, de percentagem de grãos defeituosos, matérias estranhas e impurezas, e respeitadas as tolerâncias admitidas na classificação para a determinação dos tipos.

Quadro 1. Tipos de Milho em Grão – Valores Percentuais de Tolerância (Adaptação).

Tipos	Umidade (máximo)	Matérias estranhas, impurezas e fragmentos (máximo)	Total de avariados (máximo)	Ardidos e brotados (máximo)	Bons	Densidade (Peso específico, (kg/m <sup>3</sup> ))
1	14,5%	1,0% 1,5%	9,0% 11,0%	3,0%	90,0% 87,5%	> 730
2	14,5%	2,0% 2,0%	12,0% 18,0%	6,0%	80,0% 86,0%	705 – 730
3	14,5%	3,0% 3,0%	15,0% 24,0%	10,0%	82,0% 73,0%	680 - 705

Fonte: BUTOLO, 2002.

### 2.2.2. Variações na composição química do milho

A produção industrial de aves sofreu enormes avanços nos últimos anos, assumindo caráter de importância fundamental para a economia do Brasil. Grande parte deste crescimento está associada ao conhecimento do valor nutricional dos ingredientes das rações e das exigências nutricionais dos animais nas diferentes fases produtivas, bem como em melhorias de manejo e ambiência (ROSTAGNO et al., 2007).

Na elaboração de rações para animais monogástricos é de fundamental importância o conhecimento do valor nutricional dos alimentos, representado pelo conteúdo de aminoácidos, coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos. Estes valores possibilitam a elaboração de rações otimizando o aproveitamento dos nutrientes pelos animais, evitando deficiências ou excesso de nutrientes, o que tanto auxilia na diminuição de custos, quanto na excreção de nutrientes no ambiente (ROSTAGNO et al., 2007).

É comum verificar-se a utilização da mesma composição química do milho para todas as partidas nas matrizes dos programas de formulação de rações, baseando-se em tabelas nutricionais que trazem valores médios da qualidade nutricional. Porém, valores muito diferentes dos citados nas tabelas podem ser encontrados quando da análise dessas partidas.

De acordo com Hruby (2005), a grande variabilidade de nutrientes encontrados em amostras de milhos utilizadas na alimentação animal é diversa, devido à genética do milho, ao

local de plantio, a variações climáticas, a condições de plantio e colheita, e aos tratamentos pós-colheita como secagem e armazenamento.

De acordo com Lima et al. (2000), ocorrem variações na composição química do milho, que certamente influenciam o seu valor nutricional. Altas temperaturas diurnas, ainda no campo, diminuem a atividade de enzimas sobre o nitrato, interferindo no processo de transformação do nitrogênio e alterando a composição protéica dos grãos. Altas temperaturas noturnas alteram a taxa fotossintética líquida, pelo aumento da respiração celular, resultando em maior consumo de fotoassimilados. Assim, regiões de altas temperaturas noturnas alteram a taxa de acúmulo de matéria seca nos grãos (BARBARINO JR., 2001).

A redução da intensidade luminosa, principalmente no período de 10 a 15 dias após o florescimento, reduz a atividade fotossintética e aumenta o nível de estresse das plantas, resultando em diminuição do acúmulo de matéria seca e da densidade dos grãos. Deficiências hídricas durante o desenvolvimento dos grãos resultam em maior porcentagem de grãos leves e pequenos, pois interferem na síntese de aminoácidos e proteínas, além de reduzir a eficiência de translocação de produtos fotossintetizados para os grãos (BARBARINO JR., 2001).

Sob condições adversas de desenvolvimento da planta, a redução na densidade está associada à redução nos teores de amido e nos valores energéticos dos grãos. Em situações em que o milho, sorgo e o trigo sofrem ações de geadas ou colheita precoce e não atingem seu ponto de maturidade fisiológica, ocorrem reduções no acúmulo de amido nos grãos e a densidade e o conteúdo de EM são reduzidos (NRC, 1994).

Nas safras de milho de 1998/1999 e 1999/2000, a porcentagem de óleo observada variou de 2,87 a 6,87%, enquanto que na proteína variou de 7,18 a 13,66%. No caso dos valores energéticos, verificou-se que a energia metabolizável do milho variou de 2952 a 3937 kcal/kg (LIMA, 2001). Isso se torna um agravante visto que o nível energético da ração é um dos fatores limitantes de consumo (FISCHER et al., 1998), estando envolvido nos processos metabólicos, o que garante o aporte energético para manutenção e o máximo potencial produtivo das aves.

Segundo Albino et al. (1987), a grande variação existente entre solos e clima afeta a composição química dos alimentos e, conseqüentemente, sua energia em função do processamento adotado.

Outro fator pertinente seria a grande quantidade de híbridos de milho cultivados, ocasionando uma grande variação nos valores nutricionais, principalmente nos teores de óleo, influenciando diretamente nos valores energéticos encontrados (LIMA, 2001).

De acordo com Bath et al. (1999), os valores apresentados em tabelas devem ser utilizados como um guia para obtenção da composição do alimento, e não como informação precisa. Leeson et al. (1993) reforçam que os valores energéticos de diferentes partidas de milho são variáveis.

Avaliando a relação entre o peso específico do milho e a energia, Pereira (2008) constatou que milhos de densidade abaixo de 650, possuíam menores níveis de energia. Leeson et al. (1976) avaliaram a relação entre a densidade do grão e valores de energia metabolizável aparente (EMA), e verificaram que o decréscimo de 20% da densidade do grão está associado à redução de 4,3% no valor de EMA. Este estudo indica que a densidade do milho está relacionada aos conteúdos de EMA, entretanto as variações de EMA são baixas quando comparadas às grandes variações de densidade.

Dados de Baidoo et al. (1991) mostraram que há redução linear no conteúdo de amido e no valor energético (EMAn) do milho, associada a uma variação na sua densidade.

Rostagno e Silva (1997) relataram que os nutricionistas devem estar atentos para estas possíveis alterações no valor nutricional dos alimentos, fazendo as modificações necessárias, permitindo assim um processo de formulação de rações com maior acurácia.

O valor nutricional de um ingrediente tem alta correlação com sua qualidade. De acordo com o Compêndio Brasileiro de Alimentação (1998), o milho dentro dos padrões de qualidade deve conter o máximo de 13% de umidade, mínimo de 7,5% de proteína bruta (PB), máximo de 3,5% de extrato etéreo (EE) e máximo de 20 ppm de aflatoxina.

Os valores de energia metabolizável dos grãos quebrados são em geral 2,5% menores. Além disso, a presença de matérias estranhas junto com os grãos de milho reduz o teor de energia do milho, tendo sido observados resultados variados, que chegam a uma diminuição de até 11% no valor de energia metabolizável, quando comparado aos grãos inteiros (LIMA, 2010).

Bakker-Arkema (1999) comentou sobre as dificuldades em se definir os parâmetros necessários para estabelecer a qualidade dos grãos. Em geral, as variáveis consideradas estão relacionadas a algumas propriedades físicas como: umidade dos grãos, massa específica aparente, índices de danos mecânicos, físicos e biológicos, valor nutritivo, contaminação por micotoxinas, resíduos, matérias estranhas, etc.

Classificando-se as partidas de milho com base nos resultados da análise dos lotes, pode-se otimizar o balanceamento das dietas e reduzir custos de produção de aves. Dessa forma, o conhecimento da composição química e precisão dos valores energéticos dos alimentos são de grande importância na formulação econômica de rações, onde a

determinação da EM dos alimentos para aves, pode ser realizada através de métodos diretos, como ensaios biológicos ou por métodos indiretos, como as equações de predição.

No quadro 2 está representado a variabilidade na composição química de híbridos comerciais de milho na cidade de Marechal Cândido Rondon no estado do Paraná (SCHMIDT et al., 2003).

Quadro 2. Composição química de híbridos comerciais de milho produzidos na safrinha em Marechal Cândido Rondon, Paraná.

Híbridos	Matéria seca (%)	Proteína bruta (%)	Óleo (%)
P30F88	87,37	10,32	4,77
AS 1544	88,15	10,22	4,52
AS 32	91,68	10,15	4,51
BR 3123	89,19	9,74	4,46
P30F80	92,30	10,95	4,45
DOMINIUM	88,80	9,37	4,23
P 3027	90,97	11,51	4,01
AGN 3050	91,49	8,39	3,67
AG 9010	89,77	9,00	3,35
AG 6016	96,41	12,41	1,96
A 2555	96,66	13,32	1,94
VALOR MÍNIMO	87,37	8,39	1,94
VALOR MÁXIMO	96,66	13,32	4,77

Fonte: SCHMIDT et al., 2003

### 2.2.3. Dinâmica do mercado do milho

A indústria de rações avícolas utiliza nas formulações grande quantidade de matéria-prima vegetal, como fontes de energia e proteína, sendo essenciais nas dietas das aves por influenciarem diretamente o seu desempenho. No Brasil, o milho e o farelo de soja são os ingredientes mais usados nas dietas de aves como fonte energética e protéica, respectivamente. Aproximadamente, 70% do custo total da formulação refere-se à energia e 25% ao teor protéico (ÁVILA, 2007).

O aumento da produção de etanol a partir do milho pelos Estados Unidos, fez os preços do cereal subirem acentuadamente, o que causou impactos muito expressivos nos mercados globais do milho, da soja, do trigo e das rações e, por consequência, nos mercados de carnes e ovos, dado o encarecimento dos seus custos de produção.

Entre os principais produtores de milho mundiais, o Brasil é o que apresenta as melhores condições de aumentar as exportações e, conseqüentemente, sua participação no abastecimento internacional do grão. Responsáveis por 40% do volume de milho produzido no mundo, os Estados Unidos não têm mais área livre para expansão da produção, e já estão próximos do pico de produtividade. A China, por sua vez, segundo produtor mundial, consome tudo o que é produzido e já começa a importar. A Argentina, outro tradicional exportador do grão, vê mais vantagens no cultivo da soja, o que dificulta a ampliação da área cultivada com milho.

Apenas 15% a 20% do milho americano são destinados à exportação, e esse cenário deve assim permanecer devido à crise.

Segundo projeções do USDA (United States Department of Agriculture), a crescente demanda mundial por combustíveis renováveis provocará alterações significativas na produção, no consumo e nos preços de várias *commodities*, além do milho, para agricultura mundial até 2016.

Como resultado da crise ocorre uma grande restrição de crédito para a realização de negócios. A tendência é, então, de consumo de possíveis estoques e de realização de compras apenas quando realmente necessárias. Os estoques terão que ser repostos, porém, isto vai ocorrer de forma gradual. O país precisa integrar o que há de melhor em logística, armazenamento, distribuição e tecnologia para garantir a qualidade do milho e custos competitivos.

Os grãos com qualidades diferenciadas, atendendo as demandas específicas de setores compradores, como a indústria de rações, têm promovido alteração nas relações comerciais. Esses grãos estão deixando de ser apenas *commodities* comercializadas em grandes lotes, para se tornarem ingredientes especializados com características desejadas pelos processadores e produtores de rações.

Atualmente, com o auxílio das pesquisas, tem-se conseguido muitos avanços na busca de novas tecnologias que aumentam a eficiência de utilização dos alimentos, a fim de obter rações que melhor se adequam às exigências nutricionais dos animais, otimizando tanto as fontes protéicas como as energéticas. Porém, raras são as pesquisas que utilizam equações para a predição da energia metabolizável do milho a fim de otimizar as formulações.

A cadeia produtiva de aves e grãos, principalmente o milho, apresenta grandes áreas de interseção e deveriam buscar objetivos que contemplem o crescimento conjunto de todos os setores.



#### 2.2.4. Bushel e densidade dos grãos de milho

O *bushel* (bsh. ou bu.) foi definido originalmente como o volume de polegadas cilíndricas de um recipiente de 18½ de diâmetro e 8 polegadas de profundidade. Agora é definido como 2150.42 polegadas cúbicas exatamente. É uma medida de volume seco, usada primariamente para medir o volume de *commodities* secas.

O *bushel* é na verdade uma medida de volume equivalente a um cesto utilizado pelos indígenas nas trocas de produtos. Como o peso específico é diferente para cada tipo de grão, o peso de um *bushel* é variável. Um *bushel* de soja pesa 27,215 kg, de trigo 22,215kg, de aveia 14,515kg, de cevada 21,772 kg, de centeio 25,410 kg, de milho 25,401 kg e de sorgo 22,679 kg.

Apesar dos grãos, como trigo, milho, soja e outros serem colhidos, transportados e armazenados a granel, o preço de referência nas bolsas americanas, é dado por *bushel* e não por saca, kg ou tonelada.

Nos Estados Unidos, a densidade é a principal medida de avaliação da qualidade dos grãos de milho e é utilizada juntamente com a análise de grãos danificados, quebrados e matéria estranha (LEESON e SUMMERS, 1997). A densidade do grão é utilizada comercialmente para estabelecer classificação e preços de mercado. A densidade também pode ser utilizada como critério para avaliação de sua qualidade nutricional.

Segundo Dale (1994), existe um número limitado de relatos na literatura sobre a relação entre densidade e energia metabolizável do milho. Nestes trabalhos não foram estabelecidas relações entre baixas densidades e reduções dos valores de energia metabolizável ou de desempenho dos animais. No entanto, em um trabalho desenvolvido no Canadá (LEESON e SUMMERS, 1997), 26 amostras de milho foram avaliadas, onde foi observado que, para cada libra de redução no peso bushel, havia uma perda de 6 kcal/kg. Segundo Lesson e Summers (1997), estas perdas podem chegar a 15 kcal/kg, para cada libra de redução no peso bushel.

A densidade, no entanto, não apresenta alta correlação com os teores de aminoácidos, não devendo ser utilizada para a avaliação da qualidade dos grãos, com relação ao seu perfil aminoacídico (BARBARINO JR., 2001).

Lilburn e Dale (1989), citados por Dale (1994) avaliaram grãos de milho com densidades normal e baixa e verificaram que os grãos de baixa densidade apresentaram maior

teor de proteína bruta. Este aumento, no entanto, não resultou em aumento do teor de aminoácidos como metionina, cistina e lisina, que levaram os autores a concluir que o teor de aminoácidos de grãos de baixa densidade não deve ser corrigido em função do aumento de proteína bruta.

Baidoo et al. (1991) avaliaram grãos de milho com densidades variando entre 60 e 72 kg/hL e verificaram que os teores de proteína e de fibra bruta aumentaram linear e inversamente à densidade dos grãos. O teor de amido e o valor energético dos grãos diminuíram linear e diretamente à densidade dos grãos. Os autores concluíram, no entanto, que grandes reduções na densidade dos grãos resultam em pequenas reduções em seus valores de energia metabolizável.

Rostagno (1993) argumenta, no entanto, que devido à grande inclusão de milho nas rações de aves, reduções nos seus valores energéticos, mesmo que em pequena porcentagem, como os 4% obtidos por Baidoo et al. (1991), resultam em redução do peso final e na piora da conversão alimentar de modo que as possíveis perdas pela utilização de grãos chochos não podem ser desconsideradas pela indústria de rações.

### **2.3. UTILIZAÇÃO DE TABELAS DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ALIMENTOS**

As informações mais valiosas sobre a composição dos ingredientes são obtidas localmente. No entanto, a análise de cada partida de ingredientes é cara e trabalhosa. Assim, a sumarização de dados em tabelas é de grande utilidade para os nutricionistas.

Para a elaboração de programas nutricionais, os nutricionistas costumam basear-se em tabelas, brasileiras ou estrangeiras, além das recomendações dos manuais de alimentação e manejo de linhagens comerciais, fornecidos pelas empresas de material genético.

O principal problema enfrentado pelos técnicos brasileiros ao utilizarem as tabelas estrangeiras é a grande variação na composição química dos ingredientes disponíveis no Brasil. O investimento das empresas em laboratórios analíticos e o investimento de instituições de ensino e pesquisa na elaboração de tabelas brasileiras de composição de alimentos possibilitaram maiores subsídios às tomadas de decisões e maior segurança na formulação de rações, principalmente quando da utilização de alimentos alternativos (LIMA, 1996).

Os nutricionistas têm à disposição diversas fontes de consulta e múltiplas informações para auxílio na elaboração dos programas nutricionais, cabendo a eles a identificação das mais adequadas a suas condições de trabalho (PENZ JR., 1995). No entanto, estas tabelas apresentam algumas limitações: para possibilitarem a praticidade de uso, são apresentados os principais ingredientes utilizados, não sendo contemplados ingredientes de menor utilização; não refletem informações de dados locais; utilizam dados históricos, característicos de genótipos não mais existentes, reduzindo a acurácia dos valores; a variabilidade dos ingredientes é pobremente refletida, influenciando a precisão da formulação das rações; os dados refletem informações de matérias-primas de boa qualidade, não considerando variações de qualidade decorrentes de diversos fatores, como variações nas condições de cultivo das plantas, problemas fitossanitários ou alterações de processamento dos alimentos (ROSTAGNO, 1993; PENZ JR., 1994; SANCHES, 1997; TRAN e LAPIERRE, 1997).

As tabelas de composição química de alimentos têm maior utilidade quando as variações nos níveis de nutrientes das matérias-primas são pequenas. Em ingredientes que apresentam alta variação em seus níveis de nutrientes, como subprodutos de origem animal ou matérias-primas fora de seu padrão normal, as tabelas de composição química têm sua utilidade reduzida. No entanto, estas tabelas podem ser mais úteis caso apresentem determinadas matérias-primas, de alta variabilidade dos nutrientes, em subdivisões, de acordo com atributos particulares (BATTERHAM, 1990).

## **2.4. UTILIZAÇÃO DA ENERGIA DOS ALIMENTOS PELAS AVES**

A energia liberada da oxidação dos alimentos, assim como a oriunda do metabolismo energético como calor produzido, é expressa em caloria ou joule. A caloria é definida como a quantidade de calor necessária para elevar um grama de água de 14,5°C a 15,5°C, um joule equivale a 0,239 calorias, ou seja, uma caloria é igual a 4,18 joules (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Dentre os constituintes dos alimentos, os carboidratos, os lipídeos, as proteínas e parte da fibra são fornecedores de energia para o organismo animal. No entanto, nem toda energia produzida pela oxidação dos nutrientes pode ser aproveitada pelos animais (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

A energia é dividida em: energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia líquida (EL). A energia bruta é produzida pela oxidação total da matéria orgânica dos alimentos. A energia digestível representa a energia do alimento que é absorvida após o processo de digestão nos animais, e é determinada pela diferença entre a EB do alimento consumido e a energia bruta das fezes. No caso das aves, as particularidades anatômicas (cloaca) impedem uma separação fácil das fezes e da urina e tornam, portanto, muito difícil a mensuração dessa energia. A energia metabolizável é a forma utilizada para aves no Brasil, sendo obtida pela diferença entre a EB do alimento e a EB das excretas (fezes e urina). A EM pode ser determinada e expressa como energia metabolizável aparente (EMA) ou energia metabolizável verdadeira (EMV), que é obtida pela diferença entre a EB do alimento consumido e a EB da excreta, corrigida pelas perdas de energia fecal metabólica e urinária endógena. A energia líquida é obtida da EM menos a energia perdida como incremento calórico, termo prático para juntar várias formas de perda de calor que até hoje ainda não são bem elucidadas (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

De acordo com Leclercq et al. (1999), a energia metabolizável verdadeira é de 5 a 10% superior à aparente, sendo esta diferença influenciada pelo consumo.

Os diferentes métodos para determinar a EM de alimentos utilizando aves, geram valores diferentes de EM para um mesmo alimento em razão das características de cada método. Contudo, surgem dúvidas dos valores energéticos que melhor representam o aproveitamento dos alimentos pela ave. Por isso, a utilização dos resultados de ensaios metabólicos aliados a outros parâmetros, como a classificação e densidade da principal matéria-prima energética da ração, o milho, facilitaria na busca de relações que podem ser verificadas entre esses fatores.

O desempenho das aves sofre ação direta do nível energético das dietas, um dos fatores que mais influenciam o consumo, sendo utilizada nos diferentes processos que envolvem desde a manutenção até o máximo potencial produtivo (AGOSTINI et al., 2004).

O conhecimento da composição química e da energia metabolizável dos ingredientes é fundamental para permitir o correto balanceamento de nutrientes das rações, de maneira a atender às exigências nutricionais dos animais. Uma dieta desbalanceada implica aumento dos custos de produção e comprometimento do desempenho dos animais (BRUM et al., 2000).

O fornecimento adequado de energia garantirá os melhores resultados zootécnicos, porém sendo a energia o componente mais oneroso da ração, o retorno econômico será o principal determinante do nível ótimo de energia para poedeira.

### 2.4.1. Determinação dos valores de energia

A determinação dos valores de energia dos alimentos pode ser feita de modo direto, através de ensaios com animais, ou de modo indireto, por meio de equações de predição, ou por meio de técnicas físico-químicas.

A determinação direta do conteúdo de energia digestível e de energia metabolizável de alimentos, realizada através de ensaios com animais, apesar de bastante acurada, é uma atividade demorada, trabalhosa e cara. Como consequência, apenas um número limitado de amostras pode ser avaliado e os resultados obtidos são extrapolados para rações ou ingredientes similares. Segundo Rostagno (1990), na indústria de rações, nem sempre é possível a utilização de bomba calorimétrica e a execução de metodologias experimentais para a determinação dos valores energéticos dos alimentos. Além disso, sua utilização rotineira, para o controle de qualidade de fábricas de ração, em que as informações sobre o valor nutricional do alimento são requeridas em curto prazo de tempo, é praticamente impossível.

O desenvolvimento de métodos indiretos de determinação de valores energéticos das matérias-primas, usualmente pelo estabelecimento de relações entre um ou mais parâmetros químicos, tem despertado o interesse de pesquisadores, pois embora menos acurados, são bem mais simples e baratos que as metodologias *in vivo*, não requerem a manutenção de animais e de instalações para testes e os dados preditivos podem ser obtidos na maioria dos laboratórios de controle de qualidade (SCOTT et. al., 1982; WISEMAN e COLE, 1985).

A utilização de equações de predição, baseadas em parâmetros físicos e químicos, é uma alternativa rápida e econômica de estimar os valores de energia dos alimentos, e o uso dessas equações pode ser uma ferramenta importante para aumentar a precisão no processo de formulação de rações, de tal forma que os valores energéticos possam ser corrigidos, de acordo com as variações da composição química dos alimentos (ROSTAGNO, 1990).

Segundo Penz et. al. (1999), a utilização de equações de predição para a correção dos valores energéticos dos alimentos, em função de variações em sua composição química é uma alternativa prática e viável para nutricionistas que não dispõem de outros meios de determinar os valores de energia dos ingredientes usados em rações, e ajusta-se aos procedimentos de controle de qualidade rotineiros, possibilitando a formulação de rações de maneira mais precisa, se comparada à formulação baseada em valores apresentados em tabelas de composição nutricional de alimentos.

As equações de predição têm sido desenvolvidas com base em mensurações químicas, como as obtidas por meio da análise proximal, de mensurações de digestibilidade dos nutrientes, obtidos *in vitro* ou *in vivo*, e de mensurações de características físicas (CARRÉ, 1991; McNAB, 1991; LEESON e SUMMERS, 1997).

A utilização de medições físicas, como a densidade, tem sido restrita a cereais integrais nas estimativas do valor energético destes ingredientes.

As mensurações físico-químicas, como as espectrofotométricas, têm sido desenvolvidas, nos últimos anos e apresentam enorme potencial de utilização na determinação de valores de energia de ingredientes e rações.

Devido às dificuldades e ao alto custo na obtenção da EM através de ensaios metabólicos, alguns pesquisadores têm buscado novas metodologias para estimar os valores de EMA (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

O sistema *near infrared spectroscopy* (NIRS) para determinar os componentes químicos dos alimentos tem sido utilizado como rotina nos laboratórios. O princípio do NIRS foi desenvolvido por Karl Norris no início da década de 70. Em 1976, Norris e colaboradores aplicaram a técnica pela primeira vez para avaliar a qualidade das forragens. O sistema tornou-se uma técnica de laboratório ideal por ser rápido, de baixo custo, não necessitar de reagentes químicos e não produzir resíduos. Além disso, não há necessidade de preparar as amostras e vários nutrientes podem ser analisados ao mesmo tempo (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

A técnica é uma integração de espectroscopia de luz, estatística e ciência da computação. Modelos matemáticos são construídos para relacionar a composição dos grupos químicos ativos à absorção de energia na região do infravermelho próximo (700-2500 nm). Nessa região, são medidas vibrações de átomos de hidrogênio ligados ao nitrogênio, oxigênio e carbono. A absorção da energia da luz segue a Lei Beer-Lambert, a qual descreve a propriedade de absorção da luz das substâncias em relação à concentração de um constituinte (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

O NIRS tem apresentado potencial como um método alternativo e rápido para avaliar a energia metabolizável em ingredientes e rações para aves. Entretanto, a acurácia do método depende do número de amostras empregadas na calibração do aparelho e na padronização adequada da técnica (VALDES e LEESON, 1994).

## 2.5. UTILIZAÇÃO DE EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO

Uma forma rápida de se determinar os valores energéticos dos alimentos é pelo uso de equações de predição, que são estabelecidas com variáveis físico-químicas dos alimentos, normalmente de fácil e rápida determinação. A diversidade de alimentos e seus subprodutos utilizados na formulação de rações para aves são indicativos da necessidade de se conhecer cada vez mais os seus valores nutritivos e energéticos, objetivando melhor aproveitamento e utilização de forma mais racional, sendo que a precisão dos valores de composição química, energética e digestibilidade de nutrientes, além de necessária, é primordial na busca da redução dos custos e de uma melhor produtividade (AZEVEDO, 1996).

As análises laboratoriais de controle de qualidade das indústrias são pouco usadas para corrigir o valor nutritivo dos ingredientes. Para a indústria de rações o uso de equações é de extrema importância, não somente para determinar o valor energético dos alimentos, mas também para realizar os ajustes necessários de acordo com as variações na composição química e/ou física dos ingredientes. O uso de equações de predição da energia permite maximizar a utilização dos dados de composição obtidos mediante análises laboratoriais de rotina (ROSTAGNO et al., 2007).

Rostagno et al. (2005) publicaram equações para estimar os valores energéticos dos alimentos, para aves, que podem ser usadas para corrigir e ajustar as matrizes de energia pelos nutricionistas da indústria de rações.

De acordo com Albino e Silva (1996), o uso das equações, apesar de ser um método indireto de se estimar os valores de energia metabolizável dos alimentos, pode ser útil para aumentar a precisão na formulação de rações, de tal forma a corrigir os valores energéticos de acordo com as variações na composição química dos alimentos.

Segundo Carré (1990), houve grande melhoria na exatidão das equações de predição da energia metabolizável aparente de alimentos para aves, principalmente devido ao aprimoramento das técnicas *in vivo* de determinação da energia metabolizável, à escolha adequada dos parâmetros a serem incluídos nas equações, à análise em separado de rações e matérias-primas, à utilização de análises de regressão múltipla em substituição às análises de regressão simples, e à melhoria das técnicas e métodos analíticos, especialmente com relação aos carboidratos.

Rostagno et al. (2005) divulgaram uma equação de predição que estima as perdas nutricionais do milho de acordo com sua classificação:

$EM_p = - 0,064 + 1,62 QBR + 6,98 FRIM + 10,06 FUN + 12,28 INS + 5,87 ADC$  onde:

$EM_p$  = energia metabolizável perdida para aves em kcal/kg; QBR = grãos quebrados em %;

FRIM = fragmentos de grãos e impurezas em %; FUN = grãos atacados por fungos em %;

INS = grãos atacados por insetos em % e ADC = grãos atacados por diversas causas em %.

RODRIGUES et al., (2001), verificaram que as variáveis fibra em detergente neutro (FDN) ou fibra bruta (FB) e matéria mineral (MM) podem ser utilizadas para prever os valores energéticos do milho e de seus subprodutos, sendo a EMAn expressa em função da composição destes alimentos (kcal/kg de matéria seca):

$EMAn = 4281,6 - 39,97 FDN(\%) - 72,90 MM(\%)$  ( $R^2 = 0,96$ ) ou

$EMAn = 4354,8 - 112,05 FB(\%) - 151,74 MM(\%)$  ( $R^2 = 0,95$ )

Baidoo et al. (1991) estabeleceram relação entre a densidade do grão e os valores de EMA. Os autores observaram que o decréscimo de 20% da densidade do grão está associado à redução de 4,3% no valor da EMA. Rostagno (1993) afirma que este valor não pode ser desconsiderado, uma vez que a porcentagem média de incorporação do milho nas rações de aves é de 62% e redução de 4% no valor da EMA do milho corresponderá a 85 kcal/kg de ração.

Rostagno et al. (2005), utilizando equações, demonstraram que a redução do conteúdo de 1% da proteína e da gordura do milho, comparado aos valores calculados das Tabelas Brasileiras, resultou no decréscimo de 123 kcal de EM/kg para aves. Entretanto o aumento de 2% da proteína e da gordura da farinha de carne e ossos mostrou valores de 168 kcal de EM/kg superiores para aves. Os ajustes dos valores energéticos das rações, de acordo com a composição dos ingredientes, resultarão em desempenhos mais facilmente previsíveis.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. ENSAIO DE METABOLISMO

Para elaboração das equações de predição, foram utilizados resultados de um ensaio de metabolismo realizado por Corte Real (2010). Este ensaio foi conduzido com 75 poedeiras da linhagem comercial Hy Line W-36 com 15 semanas de idade e  $880 \pm 74$ g de peso, com duração de 10 dias, sendo cinco de adaptação das aves às instalações e às rações experimentais, e cinco de coleta total das excretas.

As aves foram alojadas em gaiolas metálicas medindo 0,50 x 0,40 x 0,50 m. As gaiolas continham comedouro tipo calha e bebedouro tipo nipple e bandejas para coleta das excretas. Foram distribuídas três aves/unidade experimental, com cinco tratamentos e cinco repetições em um delineamento inteiramente casualizado. No ensaio foram utilizados uma ração referência e quatro frações de milho com diferentes densidades e classificações, obtidos através de uma mesa densimétrica, designados por milho de densidade alta (MDA), milho de densidade intermediária (MDI), milho de densidade baixa (MDB) e milho de densidade total (MDT), composto por 30% de MDA, 60% de MDI e 10% de MDB.

Foram utilizadas cinco dietas experimentais, a ração referência foi formulada a base de milho e farelo de soja para atender as exigências nutricionais das aves com base nas recomendações de Rostagno et al., (2005) e o Manual da Linhagem (HY LINE, 2008). As dietas experimentais foram compostas pelas diferentes frações de milho, que substituíram com base na matéria natural, 40% da ração referência conforme metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2007).

T1: Dieta referência;

T2: 60% dieta referência + 40% Milho de densidade total (MDT);

T3: 60% dieta referência + 40% Milho de densidade alta (MDA);

T4: 60% dieta referência + 40% Milho de densidade intermediária (MDI);

T5: 60% dieta referência + 40% Milho de densidade baixa (MDB).

As dietas foram fornecidas à vontade, pesadas no início e final do período de coleta de excretas para quantificar o consumo por unidade experimental.

As excretas foram coletadas em bandejas dispostas sob cada compartimento das gaiolas e revestidas com material plástico, sendo realizadas duas vezes ao dia, às 9 e 17 horas,

evitando fermentações fecais, retirando penas, grânulos de ração dentre outros possíveis contaminantes macroscópicos. O óxido de ferro a 1% foi utilizado como marcador fecal, incluído nas dietas 12 horas antes do início das coletas de excretas e 12 horas antes do término do período experimental.

Após as coletas, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificados por unidade experimental e mantidas congeladas em freezer a -20°C. Posteriormente, descongeladas, pesadas e homogeneizadas para retirada de uma amostra de cada unidade experimental.

As amostras de excretas foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, a fim de promover a pré-secagem e determinar a matéria seca ao ar. As amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 *mash* com crivos de 1 mm. As amostras das rações experimentais também foram moídas.

Ao término do período experimental, foram realizadas, no Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal LZNA/CCTA/UENF, as análises bromatológicas dos ingredientes, rações e excretas para determinação de matéria seca (MS), nitrogênio total (N) e energia bruta (EB), de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2005). As análises de energia bruta foram realizadas na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) utilizando bomba calorimétrica (Modelo Parr 1341) com unidade de ignição acoplada Danon. Soc. IMP. Equip. Cient. Ltda. Com base nos resultados do consumo de ração e produção de excretas foi determinada a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMAEB) utilizando as equações propostas por Matterson et al. (1965).

## **3.2. EXPERIMENTO DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO**

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, no município de Campos dos Goytacazes, RJ, no período de outubro a dezembro de 2009.

### **3.2.1. Classificação e densidade dos grãos**

Foram realizadas análises físicas de classificação dos grãos, utilizando-se cinco amostras de cada um dos diferentes tipos de milho, no Laboratório de Análises de Alimentos

da Guaraves alimentos – Guarabira – PB, utilizando como base os padrões de classificação de milho do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Foram quantificados os percentuais de: grãos quebrados, ardidos, carunchados e chochos, impurezas e fragmentos e materiais estranhos. O Índice de Classificação do Milho (ICM) foi calculado utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{ICM} = 100 - [(\% \text{ avariados totais}^*) - (\% \text{ Impurezas} + \text{ fragmentos}) - (\% \text{ materiais estranhos})]$$

\* Avariados totais = (% quebrados + % ardidos + % chochos + % carunchados)

A avaliação da densidade dos milhos (DEM), foi realizada através da metodologia do Peso Hectolitro (PH) utilizando cinco repetições para cada um dos diferentes tipos de milho, milho A, de qualidade superior e milho B, de qualidade inferior, no medidor de peso hectolitro, modelo *The easy-way*, fabricado pela Farm-Tec, utilizando balança Sartorius, modelo BP 4100S, com capacidade máxima de 4100g.

### **3.2.2. Análises bromatológicas**

Para a elaboração da matriz nutricional dos milhos para formulação das rações experimentais, foram realizadas análises químicas no laboratório da FATEC S/A. Quanto ao perfil de aminoácidos totais e digestíveis, as análises foram realizadas pelo NIRs (Espectroscopia de Refletância no Infravermelho Próximo), no laboratório CEAN – ADISSEO, segundo curvas padrões do Rhodimet™ NIRSA.

### **3.2.3. Instalações e manejo**

Foram utilizadas 144 poedeiras da linhagem comercial Hy line W-36, com 59 semanas de idade, 1460 ( $\pm$  12 g) de peso médio, provenientes de granja comercial localizada no município de Santa Maria do Jetibá – ES.

As aves foram alojadas em galpão de postura de alvenaria, medindo 20 metros de comprimento e quatro metros de largura (80 m<sup>2</sup>), cercado por telas, coberto por telhas de barro, contendo dois conjuntos de gaiolas medindo 0,25 x 0,45 x 0,43 m/gaiola separadas por

um corredor central onde foram alojadas seis aves/gaiola. As gaiolas são equipadas com bebedouros tipo nipple e comedouros tipo calha, construídos com chapa galvanizada.

O regime de iluminação seguiu as recomendações do Manual da linhagem (HY LINE, 2008). As rações e água foram fornecidas a vontade durante todo o período experimental.

As condições ambientais do galpão foram monitoradas diariamente em horários predeterminados (8h e 17h), por meio de um termo higrômetro digital da marca Incotherm, modelo AD250 (temperatura e umidade – máxima, mínima e atual) e termômetro de globo negro mantidos em uma gaiola no centro do galpão à meia altura das aves. Estas medidas foram utilizadas para calcular o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), caracterizando o ambiente térmico da instalação, conforme preconizado por Buffington et al. (1981). O ITGU foi calculado pela fórmula  $ITGU = T_{gn} + 0,36 (T_{po}) + 41,5$  (BUFFINGTON et al. 1981), onde:

$T_{gn}$  = termômetro de globo negro;

$T_{po}$  = temperatura no ponto de orvalho.

#### **3.2.4. Tratamentos e rações experimentais**

Foram utilizadas quatro dietas experimentais, formuladas a base de milho e farelo de soja para atender as exigências nutricionais das aves com base nas recomendações de Rostagno et al. (2005) e no Manual da Linhagem (HY LINE, 2008). As rações experimentais foram isonutricionais e formuladas com os valores energéticos dos milhos de diferentes qualidades (A e B) estimados a partir das equações de predição utilizando o ICM e o DEM dos milhos de diferentes qualidades.

Os tratamentos consistiram:

T1 – EMAn da equação ICM do milho de qualidade superior (ICMA)

T2 – EMAn da equação do ICM do milho de qualidade inferior (ICMB)

T3 – EMAn da equação do DEM do milho de qualidade superior (DEMA)

T4 – EMAn da equação do DEM do milho de qualidade inferior (DEMB)

A composição nutricional das rações experimentais é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição percentual calculada das rações experimentais

Ingredientes (%)	ICMA	ICMB	DEMA	DEMB
Milho	62,93	61,46	62,82	61,15
Farelo de soja	21,51	21,55	21,52	21,58
Calcário calcítico	9,63	9,62	9,63	9,62
Farelo de trigo	2,50	2,50	2,50	2,50
Fosfato bicálcico	1,74	1,75	1,74	1,75
Óleo de soja	0,55	1,96	0,64	2,25
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum	0,42	0,42	0,42	0,42
DL-Metionina 99%	0,19	0,20	0,19	0,20
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Composição Calculada<sup>2</sup></b>				
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800
Proteína Bruta (%)	15,30	15,24	15,30	15,23
Lisina Digestível (%)	0,680	0,680	0,680	0,680
Metionina Digestível (%)	0,409	0,419	0,409	0,419
Metionina + Cistina Digestível (%)	0,620	0,620	0,620	0,620
Treonina Digestível (%)	0,479	0,481	0,479	0,480
Triptofano Digestível (%)	0,154	0,157	0,154	0,157
Cálcio (%)	4,20	4,20	4,20	4,20
Fósforo disponível (%)	0,42	0,42	0,42	0,42
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18
Ácido Linoléico (%)	1,632	2,370	1,682	2,520

<sup>2</sup>Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005).

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg do produto: vitamina A – 3.200.000,00 UI; vitamina D<sub>3</sub> – 1.000.000,00 UI; vitamina E – 4.000,00 mg; vitamina K – 800,00 mg; vitamina B<sub>1</sub> (Tiamina) – 400,00 mg; vitamina B<sub>2</sub> (Riboflavina) – 1.200,00 mg; vitamina B<sub>6</sub> (Piridoxina) – 280,00 mg; vitamina B<sub>12</sub> (cobalamina) – 2.400,00 mcg; ácido fólico – 40,00 mg; biotina – 4,00 mg; niacina – 8.000,00 mg; ácido pantotênico – 4.000,00 mg; cobre – 16.000,00 mg; ferro – 20.000,00 mg; iodo – 400,00 mg; manganês – 36.000,00 mg; selênio – 80,00 mg; zinco – 24.000,00 mg; colina – 112.000,00 mg; antioxidante – 500,00 mg.

### 3.2.5. Variáveis zootécnicas

Na fase experimental, de 59<sup>a</sup> a 69<sup>a</sup> semanas de idade, foram avaliados os resultados de desempenho produtivo: consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%), peso médio de ovos (g); massa de ovos (g); conversão alimentar (kg de ração/dúzia de ovos e kg de ração/kg de ovos produzidos) e as seguintes características de qualidade de ovos: gravidade específica, percentagem de casca (%) e cor da gema.

### **3.2.5.1. Consumo de ração (CR)**

A ração destinada a cada unidade experimental foi pesada e acondicionada em baldes plásticos com tampa, identificados de acordo com os tratamentos. O consumo de ração, em g/ave/dia, foi calculado por diferença entre o peso da ração fornecida e o peso da sobra de ração nos comedouros e baldes a cada sete dias.

### **3.2.5.2. Peso corporal (PC)**

Uma poedeira de cada repetição (a primeira ave de cada gaiola) foi pesada no início do experimento, com 59 semanas de idade e semanalmente até o final do período experimental, com 69 semanas de idade. O peso médio corporal do período foi obtido pela média das pesagens das semanas.

### **3.2.5.3. Produção de ovos (PDO)**

A produção média de ovos no período de 10 semanas, em percentagem por ave-dia foi obtida registrando-se diariamente, o número de ovos produzidos por unidade experimental, incluindo os trincados, quebrados, casca mole e anormais. A coleta de ovos foi realizada duas vezes ao dia, às 10 horas e 16 horas.

### **3.2.5.4. Peso médio dos ovos e massa de ovo (PMO) e (MO)**

A cada duas semanas, nos últimos dois dias, foram pesados em balança de precisão de 0,01g os ovos produzidos de cada unidade experimental para a obtenção do peso médio (g). O peso médio do período foi obtido pela média das pesagens das 10 semanas.

A massa de ovo foi obtida multiplicando-se a produção pelo peso médio dos ovos, sendo expressa em g/ave/dia.

### **3.2.5.5. Conversão alimentar (CA)**

A conversão alimentar foi medida de duas formas. A 1ª relacionando o consumo total de ração (kg) pelo total de dúzias de ovos produzidos (dz). A 2ª foi obtida pela relação do consumo médio de ração (g) pela massa de ovos (g) produzida.

### **3.2.6. Características de qualidade de ovos**

#### **3.2.6.1. Gravidade específica (GE)**

Para avaliar os parâmetros de qualidade dos ovos foram retirados quatro ovos por unidade experimental nos dois últimos dias de cada período de duas semanas. Na avaliação da gravidade específica (qualidade da casca) foi utilizado o método indireto de determinação rápida ou de Arquimedes.

O método é realizado pela pesagem do ovo seco no ar e imerso em água destilada com controle de temperatura (KELL, 1975), em balança de precisão de 0,01g e capacidade máxima suficiente para suportar o peso conjunto, segundo metodologia descrita por Hempe et al.(1988). O método utiliza a seguinte fórmula para estimar a gravidade específica:

$$GE = \frac{\text{Peso do ovo seco no ar (g)}}{\text{Peso do ovo na água (g) x Fator de correção (°C)}}$$

### **3.2.6.2. Peso das cascas (PCA)**

Os quatro ovos amostrados em cada unidade experimental ao final de cada período de duas semanas, depois de quebrados, tiveram suas cascas lavadas em água e secas em estufas a 65° C por 72 horas. As cascas, devidamente identificadas, foram pesadas utilizando a balança com aproximação de 0,01 g.

### **3.2.6.3. Espessura da casca (EC)**

A espessura da casca dos quatro ovos, amostrados em cada unidade experimental, foi determinada segundo a metodologia descrita por Nordstrom e Ousterhout (1982), onde três partes da casca seca foram retiradas da região equatorial do ovo e tiveram sua espessura medida com micrômetro externo Mitutoyo®, modelo 103-137, com curso de 25mm, leitura de 0,01 mm e exatidão de  $\pm 0,002$  mm. A espessura média da casca foi obtida a partir da média das três medidas obtidas, como descrito por Barbosa Filho et al. (2005).

### **3.2.6.4. Cor da gema (CG)**

Nos quatro ovos amostrados, a pigmentação da gema dos ovos foi avaliada por meio do ábaco colorimétrico HOFFMAN-LaROCHE® 15-point colour fan, com escala de cores variando de 1 a 15 como descrito por Fredriksson et al. (2006) em superfície branca.

## **3.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS**

Para a elaboração das equações de predição da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), foram realizadas análises de regressão múltipla e linear a 5% de significância nos dados obtidos do ensaio de metabolismo realizado por Corte Real (2010),



que utilizou frações de milhos estratificados através da mesa densimétrica, correlacionando com o índice de classificação (ICM) e a densidade (DEM) dos grãos com a EMAn.

Para o ensaio de desempenho, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva (ANOVA) para cálculo e comparação de médias. As diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de significância, utilizando o programa estatístico SAEG 9.1 (UFV, 2007).

Sendo o modelo apresentado abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

em que,

$Y_{ij}$  = valor observado

$\mu$  = constante inerente ao modelo

$t_i$  = efeito do tratamento

$e_{ij}$  = erro experimental

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO

As equações que utilizam o Índice de classificação do milho (ICM) e a densidade do milho (DEM) obtida através das regressões linear e múltipla para a fase de produção de poedeiras comerciais são apresentadas a seguir:

$$EMAn = 3239,26 - 1,58092 ICM + 0,0504687 ICM^2, (R^2 = 0,85)$$

$$EMAn = 2199,99 + 1,57457 DEM, (R^2 = 0,73)$$

Onde: EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio em kcal/kg; ICM = índice de classificação do milho (%) e DEM = densidade do milho (kg/m<sup>3</sup>).

As Figuras 1 e 2 apresentam a estimativa da EMAn em relação aos valores de ICM e DEM do grão de milho para as poedeiras comerciais na fase de produção.

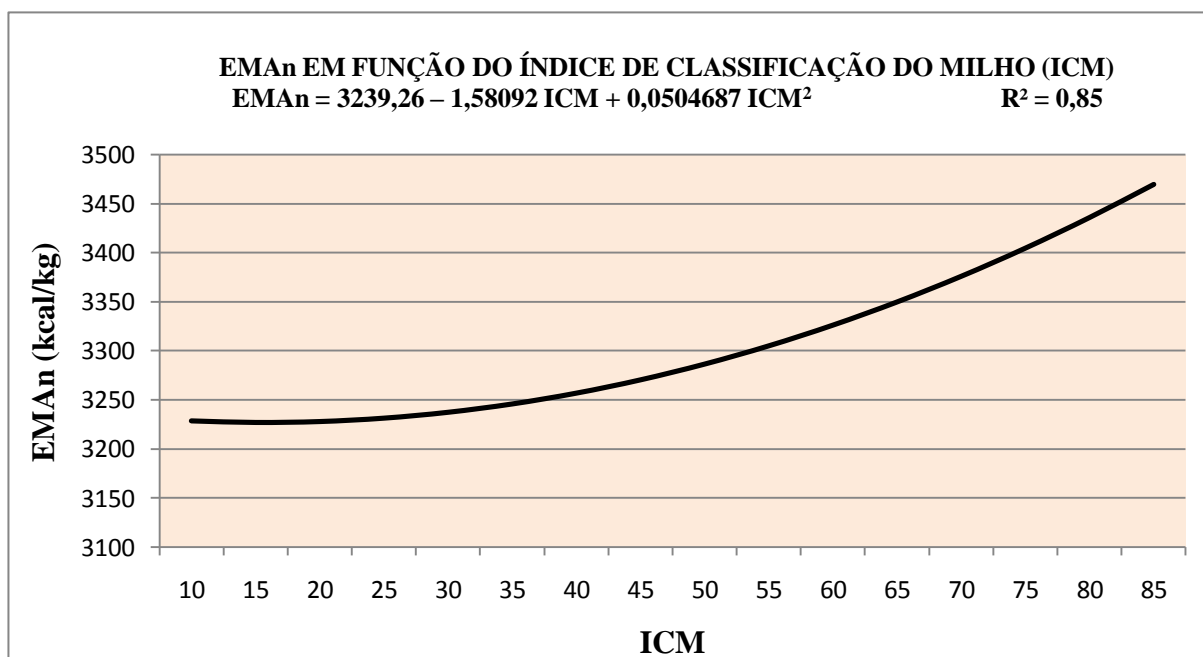


Figura 1. Estimativa da EMAn em função do ICM para poedeiras comerciais em produção

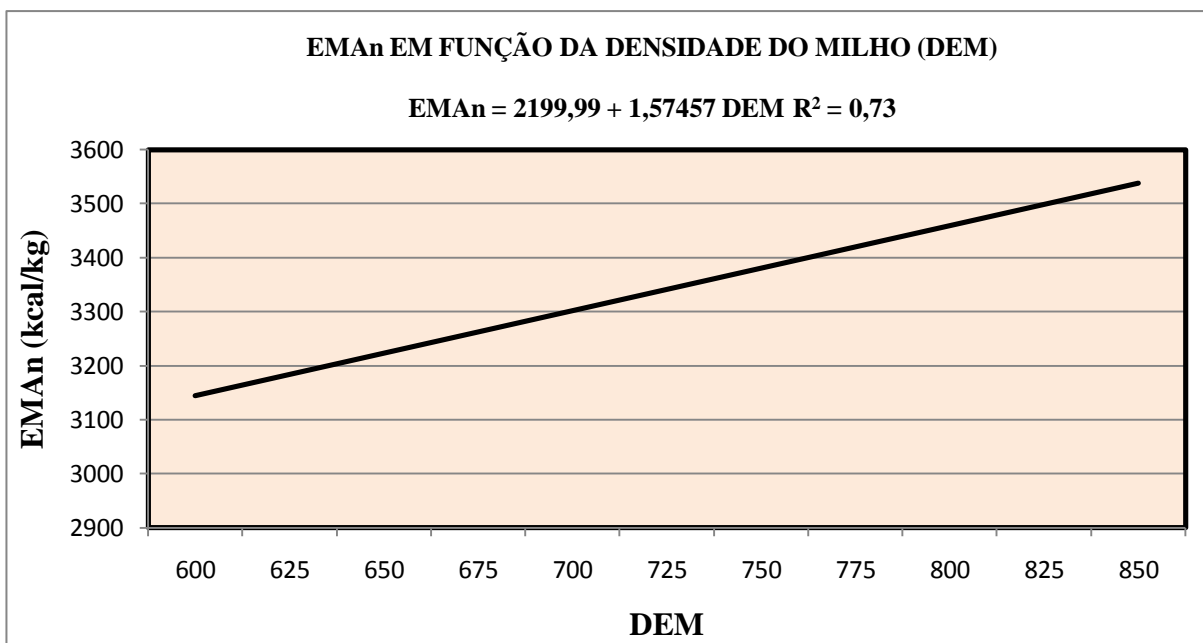


Figura 2. Estimativa da EMAn em função do DEM para poedeiras comerciais em produção

#### 4.2. CLASSIFICAÇÃO, DENSIDADE E ENERGIA METABOLIZÁVEL

Na Tabela 2 são apresentadas as análises de umidade, classificação, densidade e EMAn calculada dos milhos de qualidades diferentes utilizados no experimento.

Tabela 2. Resultados da classificação, densidade e EMAn dos milhos utilizados no experimento

Classificação	Milho A	Milho B
Umidade (%)	14,00	11,08
Quebrados (%)	6,20	12,38
Ardidos (%)	1,00	1,33
Carunchados (%)	0,53	1,68
Chochos (%)	0,49	2,11
Avariados Totais (%)	8,13	17,50
Impurezas/Fragmentos (%)	0,92	8,05
Material Estranho (%)	0,00	1,59
Índice de Classificação do Milho (%)	90,95	72,86
Densidade do Milho (kg/m <sup>3</sup> )	830	743
<b>Energia Calculada</b>		
<sup>1</sup> EMAn (kcal/kg)	3513	3392
<sup>2</sup> EMAn (kcal/kg)	3505	3367

<sup>1</sup> Energia estimada pela equação do ICM

<sup>2</sup> Energia estimada pela equação do DEM

Os resultados da EMAn dos milhos estimados pelas equações de predição foram utilizados na elaboração da composição da matriz nutricional das rações experimentais.

A EMAn estimada pela equação do ICM do milho A, foi 3,44% superior à do milho B, com uma variação de 121 kcal/kg entre os milhos. Já para a EMAn estimada pela equação do DEM, a do milho A foi 4% superior em relação à do milho B com uma variação de 138 kcal/kg entre os milhos de diferentes qualidades.

Somente a EMAn calculada pela equação DEM do milho B é inferior aos dados reportados por ROSTAGNO et al. (2005), 3381 kcal/kg. Os valores observados para o milho A são em média 3,75 e 3,54% superiores ao tabelado para a EMAn calculada pelo ICM e DEM, respectivamente.

Quanto ao percentual de umidade, tanto o milho A quanto o B, se mantiveram dentro dos níveis máximos indicados, 14,5%, para os tipos 1, 2 e 3 da classificação do MAPA.

A diferença entre os milhos A e B, principalmente, com relação aos percentuais de grãos quebrados, avariados totais e impurezas/fragmentos, que foi de 6,18, 9,37 e 7,13%, respectivamente.

A classificação mostrou maior incidência de grãos quebrados, avariados totais e impurezas/fragmentos no milho B, indicando um produto de pior qualidade nutricional, explicando assim, a grande variação de EMAn entre os milhos, já que esses parâmetros possuem relação direta com a densidade dos grãos, e conseqüentemente, com o conteúdo de energia.

Segundo Lima (2010), os valores de energia metabolizável dos grãos quebrados são em geral 2,5% menores em comparação com os grãos inteiros. A presença de matérias estranhas junto com os grãos de milho reduz o teor de energia do milho, tendo sido observados resultados variados, que chegam a uma diminuição de até 11% no valor de energia metabolizável, quando comparado aos grãos inteiros e limpos.

Os resultados obtidos, tanto do Índice de Classificação do Milho, quanto a Densidade dos Grãos apresentados na Tabela 2, foram utilizados para caracterizar os milhos A (qualidade superior) e B (qualidade inferior).

O milho B apresentou valores de ICM e DEM, inferiores ao milho A, 18,09% e 87 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente.

Silva (2009), em seu experimento, verificou que, à medida que a densidade do milho diminui, aumentam as proporções de milho quebrado, ardido, chocho, impurezas, fragmentos e material estranho. Corte Real (2010) também verificou aumento do percentual de imperfeições de acordo com a diminuição da densidade dos grãos.

Dados de Baidoo et al. (1991) mostraram que há redução linear no conteúdo de amido e no valor energético (EMAn) do milho, associada a uma variação na sua densidade. Os autores observaram que o decréscimo de 20% da densidade do grão está associado à redução de 4,3% no valor da EMA. Rostagno (1993) afirma que este valor não pode ser desconsiderado, uma vez que a porcentagem média de incorporação do milho nas rações de aves é de 62% e redução de 4% no valor da EMA do milho corresponderá a 85 kcal/kg de ração.

A partir dos resultados de classificação obtidos neste trabalho, foram estimados os valores de EMAn utilizando as equações  $EMA = - 0,06407 + 1,6151 QBR + 6,9843 FRIM + 10,0649 FUN + 12,2854 INS + 5,8688 ADC$  (Equação Geral);  $EMA = 4,88214 + 1,5340 QBR + 7,0538 FRIM + 9,7984 FUN + 11,6640 INS + 4,6073 ADC$  (Equação de Baixa Energia Metabolizável),  $EMA = 0,80983 + 1,5053 QBR + 6,6238 FRIM + 10,0409 FUN + 12,5565 INS + 6,2759 ADC$  (Equação de Alta Energia Metabolizável) propostas por Barbarino Jr. (2001). Em que:

EMA = Energia metabolizável aparente (kcal/kg)

QBR = Grãos quebrados (%)

FRIM = Fragmentos de grãos e impurezas (%)

FUN = Grãos atacados por fungos (%)

INS = Grãos atacados por insetos (%)

ADC = Grãos atacados por diversas causas (%)

A EMAn estimada por essas equações, as equações de ICM e DEM, e pelo NIRS são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. EMAn dos milhos de qualidade superior e inferior obtidas por diferentes equações de predição e pelo NIRS

Milho	BARBARINO JR. (2001)			DESEMPENHO		NIRS <sup>6</sup>	
				EMAn (kcal/kg)			
A	3396 <sup>1</sup>	3377 <sup>2</sup>	3318 <sup>3</sup>	3513 <sup>4</sup>	3505 <sup>5</sup>	3451	3416
B	3300 <sup>1</sup>	3292 <sup>2</sup>	3137 <sup>3</sup>	3392 <sup>4</sup>	3367 <sup>5</sup>	3409	3392

<sup>1</sup> Equação Geral

<sup>2</sup> Equação de Baixa Energia

<sup>3</sup> Equação de Alta Energia

<sup>4</sup> Equação do ICM

<sup>5</sup> Equação do DEM

<sup>6</sup> Resultados obtidos pelo NIRS para os milhos utilizados nesse experimento

Foi observado que os valores energéticos obtidos a partir das equações de predição propostas por Barbarino Jr. (2001) foram inferiores aos obtidos tanto pelas equações avaliadas neste experimento, quanto pelo NIRS.

Verificou-se uma perda de 117, 136 e 195 kcal/kg de EMAn entre as equações de ICM e as Geral, de Baixa EM e de Alta EM, respectivamente, propostas por Barbarino Jr. (2001) para o milho A. Entre a equação de DEM e as propostas pelo mesmo autor, houve perda de 109, 128 e 187 kcal/kg de EMAn para o mesmo milho. Já para o milho B, as perdas de EMAn entre a equação de ICM e as propostas por Barbarino Jr. (2001) foram de 92, 100 e 255 kcal/kg e de 67, 75 e 230 kcal/kg entre a equação de DEM e as propostas pelo mesmo autor.

As perdas de EMAn entre os resultados obtidos pelo NIRS e pelas equações de Barbarino Jr. (2001) foram de 55, 74 e 133 kcal/kg para o milho A, e 109, 117 e 272 kcal/kg para o milho B.

A variação observada entre os resultados obtidos tanto pelo NIRS, equação de ICM e DEM, foi maior, principalmente, com relação à equação de Alta EM (BARBARINO JR., 2001) para o milho B.

Os parâmetros utilizados nas equações propostas por Barbarino Jr. (2001) são complexos, uma vez que não seguem os padrões do MAPA, sendo necessária uma análise mais elaborada do milho, para se obter os parâmetros da equação.

É comum na literatura equações de predição que utilizam parâmetros de composição química para estimar a EMAn do milho ou de outros alimentos, porém Oliveira E Warpechowski (2009) avaliando cinco modelos de predição da EMAn do milho e de outros cereais, constataram que nenhum dos cinco modelos estudados permite estimar com precisão e acurácia os valores de energia metabolizável aparente corrigida do milho para aves.

Os grãos com qualidades diferenciadas, atendendo as demandas específicas de setores compradores, como a indústria de rações, têm promovido alteração nas relações comerciais. Esses grãos estão deixando de ser apenas *commodities* comercializadas em grandes lotes, para se tornarem ingredientes especializados com características desejadas pelos processadores e fabricantes de rações.

#### **4.3. COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA**

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da composição bromatológica dos milhos de diferentes qualidades utilizados no experimento de desempenho, realizados pelo NIRS e por análise química.

Tabela 4. Composição bromatológica média dos milhos de qualidades diferenciadas obtidas pelo NIRS e análise química

Valor Nutricional	Unidade	Milho A <sup>1</sup>	Milho B <sup>1</sup>	Milho A <sup>2</sup>	Milho B <sup>2</sup>
EMAn	kcal/kg	3451	3409	-	-
Umidade	%	14,00	12,00	13,70	11,86
Matéria Seca	%	86,47	87,76	-	-
Extrato Etéreo	%	4,13	4,08	3,98	4,34
Fibra Bruta	%	1,71	1,89	2,14	2,21
Amido	%	58,01	62,55	-	-
Proteína Bruta	%	8,03	8,09	8,13	7,87
Aminoácidos Totais		Milho A <sup>1</sup>	Milho B <sup>1</sup>	CDA <sup>3</sup>	CDB <sup>4</sup>
Lisina	%	0,220	0,230	85,92	83,04
Metionina	%	0,153	0,150	94,77	93,49
Cistina	%	0,163	0,157	87,18	82,63
Met+Cis	%	0,317	0,307	85,61	82,86
Treonina	%	0,243	0,263	86,47	85,36
Triptofano	%	0,053	0,063	86,23	85,65
Valina	%	0,350	0,350	91,69	90,89
Isoleucina	%	0,230	0,223	92,52	92,26
Leucina	%	0,740	0,723	92,17	91,79
Fenilalanina	%	0,340	0,317	89,40	87,19
Histidina	%	0,220	0,210	90,06	89,97
Arginina	%	0,347	0,353	85,92	83,04
Aminoácidos Digestíveis		Milho A <sup>1</sup>		Milho B <sup>1</sup>	
Lisina	%	0,190		0,193	
Metionina	%	0,147		0,143	
Cistina	%	0,143		0,130	
Met+Cis	%	0,290		0,273	
Treonina	%	0,210		0,217	
Triptofano	%	0,047		0,053	
Valina	%	0,300		0,303	
Isoleucina	%	0,213		0,203	
Leucina	%	0,687		0,670	
Fenilalanina	%	0,310		0,290	
Histidina	%	0,200		0,183	
Arginina	%	0,310		0,317	

<sup>1</sup> NIRS – Laboratório Adisseo

<sup>2</sup> Análise Química – Laboratório FATEC

<sup>3</sup> Coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do milho A obtidos pelo NIRS

<sup>4</sup> Coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do milho B obtidos pelo NIRS

A média de EMAn para o milho A foi 1,22% superior à do B, que não pode ser desconsiderada ao se levar em conta a porcentagem média de incorporação do milho nas rações de aves.

Os resultados obtidos para EMAn foram superiores aos das Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2005), apresentando uma diferença de 70 kcal/kg e 28 kcal/kg em comparação com os milhos de alta (A) e baixa (B) qualidade, respectivamente.

O teor de amido do milho A obtido pelo NIRS, foi 7,26% inferior ao B, discordando dos dados encontrados por Baidoo et al. (1991), que observaram uma diminuição linear e direta à densidade dos grãos no teor de amido e valor energético.

A grande quantidade de grãos quebrados observados no milho B, pode ter influenciado a leitura pelo NIRS, promovendo esse resultado.

O valor de proteína bruta do milho A obtido por análise química, foi 3,19% superior ao do milho B. Esse resultado discorda dos obtidos por Corte Real (2010) e Lilburn e Dale, 1989, citados por Dale (1994), que avaliaram grãos de milho com densidades normal e baixa e verificaram que os grãos de baixa densidade apresentaram maior teor de proteína bruta. Este aumento, no entanto, não resultou em aumento do teor de aminoácidos como metionina, cistina e lisina, que levaram os autores a concluir que o teor de aminoácidos de grãos de baixa densidade não deve ser corrigido em função do aumento de proteína bruta.

Todos os valores de proteína bruta encontrados, são inferiores aos reportados nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2005), evidenciando o problema da utilização de dados tabelados.

Segundo Barbarino Jr. (2001) a densidade não apresenta alta correlação com os teores de aminoácidos, portanto, não deve ser utilizada para a avaliação da qualidade dos grãos, com relação à qualidade de seu perfil aminoacídico.

O uso do NIRS para estimar o conteúdo de aminoácidos dos alimentos é uma ferramenta importante para a indústria de rações, pois é rápida e de baixo custo, tornando a formulação mais precisa em termos de conteúdo de aminoácidos totais. A digestibilidade dos aminoácidos do milho é particularmente importante na formulação de rações, dispensando a utilização de margem de segurança, que muitas vezes não é suficiente para garantir máximo desempenho (ALBINO e SILVA, 1996).

Com relação aos teores de aminoácidos totais e digestíveis obtidos pelo NIRS, foram bastante semelhantes entre os milhos de diferentes qualidades, porém observou-se um ligeiro aumento nos valores de lisina, treonina, triptofano e arginina total e digestível para o milho B. Esses resultados concordam com os obtidos por Corte Real (2010), que também observou valores superiores para esses aminoácidos no milho de pior qualidade.

A metionina é o primeiro aminoácido limitante em rações avícolas, e sua suplementação em dietas de poedeiras resulta em aumento na eficiência da utilização da



proteína. Segundo Norváez-Solarte (1996), níveis de metionina + cistina influenciam o peso dos ovos, ocorrendo aumento no peso com aumento dos níveis de metionina + cistina na ração.

A lisina é o segundo aminoácido limitante e seu interesse na alimentação de poedeiras se justifica principalmente pelo fato de que a lisina apresenta baixo custo de suplementação e pode afetar a deposição de proteína corporal (VALÉRIO et al., 2003) e dos ovos (RIBEIRO et al., 2002), além do teor de sólidos totais (NOVAK et al., 2004), e, possivelmente, melhorar as propriedades funcionais do ovo como matéria-prima para a indústria alimentícia.

Os valores médios de extrato etéreo obtidos tanto pelo NIRS como por análise química, foram superiores aos obtidos por Rostagno et al. (2005), 3,61%, o que também poderia explicar os valores superiores de EMAn estimadas pelas equações de predição avaliadas neste experimento, em relação às indicadas nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., (2005).

#### 4.4. MICOTOXINAS

Na Tabela 5 são apresentadas as análises de tricotecenos (T-2), fumonisinas e aflatoxinas realizadas para os milhos de diferentes qualidades utilizados no experimento.

Tabela 5. Análise de micotoxinas dos milhos de qualidade superior (A) e inferior (B)

Milhos	Tricotecenos T-2 (ppb)	Fumonisina (ppm)	Aflatoxinas (ppb)
A	1,05	1,23	0,53
B	4,08	3,58	1,30

As análises de micotoxinas mostraram a presença de baixos níveis de tricotecenos T-2, fumonisina e aflatoxinas. Recomendações do Laboratório de Análises de Micotoxinas (LAMIC, 2007), apresentam limites máximos permitidos na alimentação de poedeiras de 10 ppb para aflatoxina, valor superior ao encontrado para os milhos A e B.

No Brasil, as aflatoxinas são as únicas micotoxinas cujos níveis máximos em alimentos estão previstos na legislação.

Pereira et al. (2009) verificaram valores maiores de aflatoxinas no milho de menor densidade ( $< 650 \text{ kg/m}^3$ ) em relação ao de maior densidade ( $> 750 \text{ kg/m}^3$ ), 41,1 e 5,5 ppb, respectivamente. Segundo os autores, separando o milho de baixa densidade é possível minimizar o risco de fornecimento de micotoxinas.

Madhyastha et al. (1994) demonstraram que entre os 16 tricotecenos estudados, T-2 apresentou a maior toxicidade relativa. Os efeitos tóxicos da toxina T-2 têm sido relatados em seres humanos, animais de produção e espécies de animais de laboratório.

O Brasil não possui legislação para controle da toxina T-2 em grãos e rações para alimentação animal, porém LAMIC (2007) apresenta como limites máximos permitidos na alimentação de poedeiras 100 ppb, resultados estes superiores aos observados para os milhos utilizados nesse experimento.

#### 4.5. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Na Tabela 6 são apresentadas as médias dos elementos climáticos e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) observados durante as 10 semanas de experimento.

Tabela 6. Médias e desvio padrão dos elementos climáticos no período experimental.

Variáveis Climáticas	Período Experimental
	10 semanas
Temperatura do ar (°C)	$28,8 \pm 2,9$
Temperatura máxima (°C)	$33,1 \pm 3,3$
Temperatura mínima (°C)	$23,8 \pm 1,4$
Umidade relativa (%)	$72,1 \pm 12,6$
Temperatura de globo negro (°C)	$27,9 \pm 2,6$
Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)	$77,5 \pm 2,7$

A temperatura do ar, umidade relativa e ITGU permaneceram acima do recomendado, que de acordo com manual da linhagem, devem estar próximas de 18-27 °C, 40-60 % e  $< 72$  respectivamente.

De acordo com Buffington et al. (1981), a escala de ITGU  $< 72$  é considerada confortável; de 72 a 76 as aves precisam aumentar a frequência respiratória sem afetar a homeostase; de 77 a 82 ocorre aumento da frequência respiratória e da temperatura corporal,

tendo assim, a necessidade de manejo diário mais cuidadoso para se obter sucesso; de 83 a 86 as aves demonstram seu potencial genético somente com o auxílio de equipamentos que diminuam a temperatura do ambiente e  $> 86$  o ambiente fica insuportável para as aves.

As médias semanais das temperaturas máximas e mínimas são apresentadas na Figura 3.

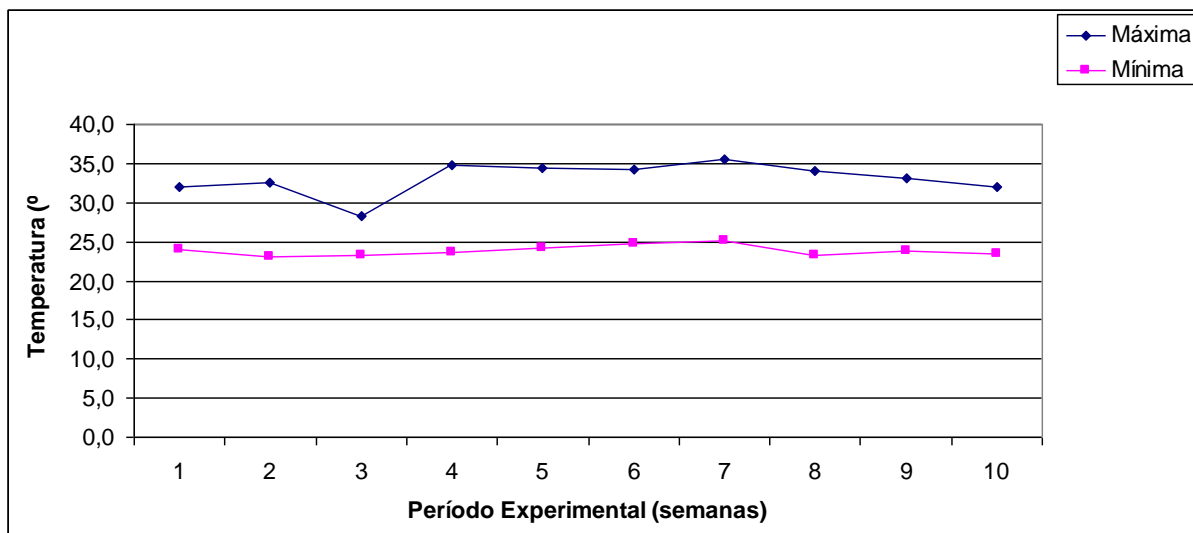


Figura 3. Médias semanais das temperaturas máximas e mínimas durante o período experimental.

A temperatura ambiente é um fator determinante no desempenho das aves. De acordo com Plavnik (2003), o consumo de ração é alterado em aproximadamente 1,72% para cada 1°C de variação na temperatura ambiental entre 18 e 32°C, e, a queda é muito mais rápida (5% para cada 1°C) em temperaturas de 32-38°C.

A habilidade das aves em direcionar a energia consumida para manutenção, peso e número de ovos está diretamente relacionada com as condições ambientais em que elas estão alojadas. Pesquisas com poedeiras alojadas em temperatura termoneutra (21,1°C) indicam que primeiramente as aves utilizam a energia metabolizável para produção de ovos e não para aumentar o peso dos ovos (GARCIA, 2004).

#### 4.6. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Os resultados de desempenho zootécnico das poedeiras comerciais em produção da 59ª a 69ª semanas são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Média das variáveis de desempenho zootécnico de poedeiras comerciais

Variáveis	Tratamentos				CV (%)
	ICMA	ICMB	DEMA	DEMB	
Peso inicial (g)	1478	1452	1464	1453	0,8
Peso final (g)	1573	1576	1536	1568	1,1
Ganho de peso (g)	95,00	124,00	72,00	116,00	23,0
Consumo de ração (g/ave/dia)	112,0	112,5	111,7	110,0	0,9
Produção de ovos (%)	90,00	88,01	89,88	91,23	1,4
Peso médio dos ovos (g)	65,28	65,94	64,95	65,55	0,6
Massa de ovo (g)	58,76	57,99	58,37	59,78	1,3
Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg ração/dz ovos)	1,48	1,52	1,48	1,44	2,1
Conversão alimentar por massa de ovo (kg ração/g de ovos)	1,90	1,94	1,91	1,84	2,2

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para as variáveis avaliadas com a utilização das rações, cuja energia foi estimada através das equações já apresentadas neste trabalho. Este resultado evidencia que as rações fornecidas tiveram o valor de energia próximo do real, já que o desempenho das aves não foi prejudicado.

O peso médio dos ovos para o período de 59 a 69 semanas de idade, alcançou níveis superiores às metas recomendadas pelo manual da linhagem (HY LINE, 2008) que é de 62 gramas. Isso poderia ser explicado, pois alguns nutrientes como a metionina e metionina + cistina, que estão diretamente relacionados com o peso dos ovos, tiveram seus níveis na ração um pouco acima do que é recomendado para a linhagem nesta idade, 0,32 e 0,55%, respectivamente. A produção de ovos e consumo de ração na idade das aves, também foi maior que os valores indicados pelo manual que são de 82% e 94 g/ave/dia, respectivamente.

Os resultados apresentados corroboram com os obtidos por Corte Real (2010), que avaliando o efeito de milhos de diferentes densidades e classificação no desempenho de poedeiras, não verificou efeito significativo ( $P>0,05$ ) para peso inicial e final (g), ganho de peso (g), produção de ovos (%), massa de ovos (g), conversão alimentar (g ração/dz de ovos) e conversão alimentar (g ração/g de ovos). Porém, observou efeito significativo ( $P<0,05$ ) para as variáveis: peso médio dos ovos (g) e consumo de ração (g/ave/dia) que foi maior para o milho de menor densidade, visto que os animais desse tratamento consumiram em média 6,66 e 5,11% a mais de ração quando comparado com os tratamentos contendo milho de alta densidade e de densidade intermediária, respectivamente.

As demais variáveis se mantiveram bem próximas do desempenho indicado no manual.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados das variáveis de qualidade de ovos.

Tabela 8. Média das variáveis de qualidade dos ovos de poedeiras comerciais.

Variáveis	Tratamentos				CV (%)
	ICMA	ICMB	DEMA	DEMB	
Peso de Gema (g)	18,49	18,50	18,79	18,33	1,03
Peso da Casca (g)	5,83	5,85	5,69	5,75	1,27
% Casca	8,72	8,69	8,52	8,61	1,02
Espessura da Casca ( $\mu\text{m}$ )	0,387	0,385	0,377	0,383	1,12
Gravidade Específica	1,081	1,079	1,077	1,079	0,15
Cor da Gema**	6a	4b	7a	4b	9,78

Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) \*\* efeito significativo

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para as características de qualidade dos ovos, exceto para cor da gema. A EMAN estimada pelas equações de predição estudadas neste experimento foi suficiente para manter as características de qualidade dos ovos.

Com relação à cor da gema, maiores valores foram encontrados nos tratamentos ICMA e DEMA que constituem dos milhos de melhor qualidade nutricional. Os tratamentos ICMB e DEMB, com os milhos de pior classificação e menor densidade, promoveram redução na pigmentação da gema possivelmente pela deficiência em carotenóides xantofílicos.

A qualidade dos ovos abrange a avaliação da casca e dos componentes internos do ovo. Diversos são os fatores que podem alterar a qualidade dos ovos como nutrição, genética, idade da ave, ambiência, além das condições sanitárias e de manejo.

A qualidade externa do ovo pode ser avaliada através das características da espessura da casca e do peso específico do ovo. O monitoramento da qualidade da casca do ovo por meio de procedimentos tradicionais auxilia na identificação dos problemas de casca, ou seja, permite verificar se os problemas são devidos às características intrínsecas da casca ou no manuseio inadequado dos ovos (BAIÃO e LÚCIO, 2005).

Segundo Voisey e Hamilton (1976), os métodos e técnicas utilizados para avaliação da qualidade da casca podem ser divididos em métodos diretos e indiretos. Os diretos têm maior precisão, mas são mais trabalhosos que os indiretos. São definidos como métodos diretos: a

espessura da casca, a porcentagem da casca em relação ao peso do ovo e o peso da casca por unidade de área. Como métodos indiretos: o peso específico do ovo e a pressão *quase-static*.

Corte Real (2010) comparando o efeito de milhos de diferentes densidades e classificação sob o desempenho produtivo de poedeiras, também não observou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para qualidade dos ovos, exceto para cor da gema, que foi maior nos tratamentos com milho de maior densidade. O mesmo autor relatou que a intensidade de coloração da gema é um critério de decisão em relação à preferência do consumidor, pois, normalmente, associa-se a cor da gema à sua quantidade de vitaminas, embora estes pigmentos não signifiquem garantia de maior valor nutritivo. A pigmentação resulta da deposição de xantofilas (grupo de pigmentos carotenóides) na gema do ovo.

A utilização do milho de menor densidade e pior classificação, reduz a pigmentação da gema fator importante para comercialização de ovos.

Com os resultados obtidos nesse experimento, verificou-se o alto poder preditivo dessas equações, uma vez que foi observado desempenho bem próximo do esperado pelas metas do manual da linhagem. Caso fosse verificado desempenho melhor ou pior, as equações poderiam estar subestimando ou superestimando a energia do milho, respectivamente. Isso ressalta a importância de se buscar o equilíbrio para que o balanceamento da ração esteja dentro dos custos mínimos.

## **5. CONCLUSÃO**

A utilização de equações de predição da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), utilizando resultados de classificação e densidade de lotes de milho de qualidades nutricionais diferentes, são métodos rápidos, práticos e com elevado poder preditivo, para melhor acurácia da formulação de rações de custo mínimo para poedeiras comerciais na fase de produção.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINI, P., GOMES, P. C., ALBINO, L. F. T., ROSTAGNO, H. S., SÁ, L. M. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p. 128-134, 2004.
- 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. Viçosa, **Anais...** Viçosa: UFV, p.303-318, 1996.
- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulações de rações para frango de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- ALBINO, L.F.T., COELHO, M.G.R., RUTZ, F. et al. Valores energéticos e de triptofano de alguns alimentos determinados, em aves jovens e adultas. **Pesq. Agropec. Bras**, 22(11/12):1301-1306, 1987.
- ANUÁRIO. **União Brasileira de Avicultura**. Brasília, paginação irregular, 2009/2010.
- ÁVILA, R. P. **Sorgo em rações com diferentes níveis de proteína para poedeiras comerciais**. Tese (Doutorado) Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, 68 p., 2007.
- AZEVEDO, D. M. S. **Fatores que afetam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves**. Dissertação (Mestrado na área de Agronomia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p.68, 1996.
- BAIÃO, N. C., LÚCIO, C. G. Nutrição de matrizes pesadas. In: MACARI, M., GONZÁLEZ, E. Manejo de matrizes de corte. Campinas: **Facta**, p. 197-216, 2005.
- BAIDOO, S. K.; SHIRES, A.; ROBBLEE A. R. Effect of Kernel density on the apparent and true metabolizable energy value of corn for chickens. **Poultry science**, 32(10):2102-2107, 1991.
- BAKKER-ARKEMA, F. W. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Volume 4. **Agro-Processing Engineering**, published by: American-Society of Agricultural Engineers, 1999.
- BALNAVE, D., FARRELL, D. J., CUMMING, R. B. The minimum metabolizable energy requirement og laying hens. **World's Poultry Science Journal**. v.34, n.3, p. 149-154, 1987.
- BARBARINO JR., P. **Avaliação da qualidade nutricional do milho pela utilização de técnicas de análise uni e multivariadas**. 2001.158p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa. 2001.



- BARBOSA FILHO, J. A. D., SILVA, M. A. N., SILVA, I. J. O., COELHO, A. A. D. Egg quality in layers housed in different production systems and submitted to two environmental conditions. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v.8, n.1, p.23-28, 2005.
- BATH, D., DUNBAR, J., KING, J. et al. Byproducts and unusual feedstuffs. *Feedstuffs*, 71(31), 1999.
- BATTERHAM, E.S. Prediction of the dietary energy value of diets and raw materials for pigs. In: **FEEDSTUFF EVALUATION**. Editado por WISEMAN, J., COLE, D.J.A. London: Butterworths, p.267-281, 1990.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 09**, de 08 de novembro de 1976. Aprova as especificações para padronização, classificação e comercialização interna do milho (*Zea Mays L.*). Brasília, seção 1. p.1787, novembro, 1976.
- BRUM, P. A. R., ZANOTTO, D. L., LIMA, G. J. M., VIOLA, E. S. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p. 995-1002, maio 2000.
- BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; et al. Black globe humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v.24, p.711 – 714, 1981.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 430 p., p.157-179. Campinas, 2002.
- CARRÉ, B. Prediction of the dietary energy value of poultry feeds. In: **FEEDSTUFF EVALUATION**. Editado por WISEMAN, J., COLE, D.J.A. London: Butterworths, p.283-300, 1990.
- CARRÉ, B. The chemical and biological bases of a calculation system developed for predicting dietary energy values: a poultry model. In: **IN VITRO DIGESTION FOR PIGS AND POULTRY**. Editado por FULLER, M.F. Wallingford: CAB International, p.67-85, 1991.
- COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL**. São Paulo: SINDIRAÇÕES/ANFAL; Campinas: CBNA/SDR/MA, 371p., 1988.
- CORTE REAL, G. S. C. P. C. **Milho selecionado por densimetria na alimentação de poedeiras comerciais**. 2010. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF. 2010.
- DALE, N. Efeitos da qualidade no valor nutritivo do milho. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, SP. **Anais...** Santos: FACTA, p.67-72, 1994.
- FANCELLI, A. L., DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba Livraria e Editora Agropecuária Ltda, 360p., 2000.

- FIALHO, E. T., Barbosa, H. P. **Alimentos Alternativos para Suínos**. Lavras – MG, FAEPE 175 p. 2005.
- FISCHER JR., A.A., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **R. Soc. Bras. Zootec.**, 27(2):314-318, 1998.
- FREDRIKSSON, S., ELWINGER, K., PICKOVA, J. Fatty acid and carotenoid composition of egg yolk as an effect of microalgae addition to feed formula for laying hens. **Food Chemistry**, n.99, p.530-537, 2006.
- GARCIA, J. R. M. **Avanços na nutrição da poedeira moderna**, 2004. Disponível em:<[http://www.hylinedobrasil.com.br/files/6\\_palestra-CBNA.pdf](http://www.hylinedobrasil.com.br/files/6_palestra-CBNA.pdf). Acesso em dezembro de 2010.
- HEMPE, J. K.; Lauxen, R. C.; Savage, J. E. Rapid determination of egg weight and specific gravity using a computerized data collection system. **Poultry Science**, v. 67, n°6, p. 902-907, 1988.
- HILL, F.W., ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. **J. Nutrition**, Davis, v.64, n.3, p.587-604, 1958.
- HRUBY, M. Challenge of corn variability. **Feed International**, p.5-12, september 2005.
- HY LINE. **Guia de Manejo de Poedeiras Hy Line W-36** (2008). Disponível em:[http://www.hyline.com/w98s\\_01.pdf](http://www.hyline.com/w98s_01.pdf). Acesso em: Maio de 2009.
- KELL, G. S. Density, thermal expansivity, and compressibility of liquid water from 0° C to 150°C: correlations and tables for atmospheric pressure and saturation reviewed and expressed on 1968 temperature scale. **Journal of Chemical and Engineering Data**, v. 20,n° 1, p. 97-105, 1975.
- LAMIC – LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICOTOXICOLÓGICAS – Universidade Federal de Santa Maria – RS, Brasil. **Tabelas de Resultados, 2007 e Legislação sobre micotoxinas**. Disponível em:<http://www.lamic.ufsm.br>. Acesso em março de 2011.
- LECLERCQ, B., HENRY, Y., PEREZ, J.M. Valor energético dos alimentos destinados aos animais monogástricos In: **Institut National de la Recherche Agronomique - INRA**. Alimentação dos animais monogástricos; suínos, coelhos e aves. Tradução de Paulo Marcos Agria de Oliveira. 2.ed. São Paulo: Roca, 1999. Cap.2, p. 9-15. Tradução de L'alimentation des animaux monogastriques.
- LEESON, S., SUMMERS, J.D. **Comercial poultry nutrition**. 2. ed. Guelph: University Books, 355p., 1997.
- LESSON, S., YERSIN, A., VOLKER, L. Nutritive value of the 1992 corn grop. **J. Applied Poult. Res.**, 2:208-213, 1993.

- LIMA, G.J.M.M. Grãos de Alto Valor Nutricional para a produção de Aves e Suínos: oportunidades e perspectivas. In: A Produção Animal na Visão dos Brasileiros. Piracicaba, SP. **Anais...**, SBZ, p.178-194; 2001.
- LIMA, G.J.M.M.; SINGER, J.M.; GUINONI, A.L. et al. Classificação do milho, quanto à composição em alguns nutrientes através do emprego de análises e conglomerados. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2000, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: ABMS, 2000.
- LIMA, I.L. Níveis nutricionais utilizados nas rações pela indústria avícola. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, p.389-402, 1996.
- LIMA, G.J.M.M. **Milho: o grão que vale ouro.** Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/revista>>, 2010. Acesso em: janeiro de 2011.
- MADHYASTHA, M. S.; MARQUARDT, R. R. e ABRAMSON, D. Structure-activity relationships and interations among trichothecene mycotoxins as assessed by yeast bioassay. **Toxicon.**, v. 32, p. 1147-1152, 1994.
- MAPA – **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> Acesso em: fevereiro de 2011.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs: The University of Connecticut, **Agricultural Experiment Station**, p.11, 1965.
- McNAB, J.M. The scientific challenge. In: **IN VITRO DIGESTION FOR PIGS AND POULTRY.** Editado por FULLER, M.F. Wallingford: CAB International, p.193-198, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of poultry.** 9. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 155p., 1994.
- NOGUEIRA JR., S., NEGRI NETO, A., TSUNECHIRO, A., OKANO, C., SATO, G.S., GIULIETTI, N., TAKAHASHI, N.S., TANAKA, R.T., DIEHL, S.R.L. Alimentação animal: realidade e perspectivas. Coleção: **Cadeias de produção da agricultura**, 4, São Paulo, SAA, 95p., 1997.
- NORDSTROM, J. O., OUTERHOUT, L. E. Estimation of shell weight and shell thickness form egg specific gravity and egg weight. **Poultry Science**, Champaign, v.61, p.1991-1995, 1982.
- NORVÁEZ-SOLARTE, W. V. **Exigências em metionina + cistina para poedeiras leves e semipesadas.** Universidade Federal de Viçosa – UFV, p. 57, Dissertação (Mestrado em Zootecnia), 1996.
- NOVAK, C. L.; YAKOUT, H. S.; SCHEIDELER, S. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on eggs production parameters and eggs components in dekalb delta laying hens. **Poultry Science**, v. 83, p. 977-984, 2004.

- OLIVEIRA, V.; WARPECHOWSKI, M. Avaliação de modelos para predição da energia metabolizável do milho para aves. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1514-1520, 2009.
- PEARSON, R. A., HERRON, K. M. Effects of maternal energy and protein intakes on the incidence of malformation and time of death during incubation. **British Poultry Science**. v.23, p. 71-77, 1982.
- PENZ JR., A.M. Importância do equilíbrio nutricional da ração. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA. Goiânia. **Anais...** Goiânia: AGA, 1995. p.23-32, 1995.
- PENZ JR., A.M. Qualidade dos ingredientes e seu reflexo no desempenho de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, Campinas, 1994. **Anais...** Campinas: CBNA, p.95-105, 1994.
- PENZ JR., A.M.P., KESSLER, A.M., BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas, 1999. **Anais...** Campinas: FACTA, p.1-24, 1999.
- PEREIRA, C.E. Peso específico do milho e sua relação com ergosterol, micotoxinas e energia. **Rev. Ciên. Vida. Seropédica**, RJ, EDUR, v. 28, suplemento, p.186-188, 2008.
- PEREIRA, C. E. **Interação entre densidade específica do milho e aflatoxinas no desempenho de frangos de corte**. Universidade Federal de Santa Maria, RS. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária), p.56, 2009.
- PLAVNIK, I. Nutrição de aves em climas quentes. In: CONFERÊNCIA APINCO 2003 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Anais...**, Campinas, p. 235-245, 2003.
- RIBEIRO, M. L. G.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. Efeito dos níveis de lisina e de proteína sobre os parâmetros de carcaça e teor de proteína dos ovos de codornas. **Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, p. 68, 2002.
- RODRIGUES, P. B., ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T. Valores energéticos do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.64, p.1767-1778, 2001.
- ROSTAGNO, H. S., BÜNZEN, S., SAKOMURA, N. K. e ALBINO, L. F. T. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.36, suplemento especial, p.295-304, 2007.
- ROSTAGNO, H.S. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade. In: CONFERÊNCIA APINCO 1993 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, p.129-139, 1993.
- ROSTAGNO, H.S. Valores de composição de alimentos e de exigências nutricionais na formulação de rações para aves. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Avicultura...** Piracicaba, p.11-30, 1990.

- ROSTAGNO, H.S., SILVA, M.A. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade. In: Seminário Internacional em Ciências Avícolas – Conferências Empresariais Expo Avícola'97. **Anais...** Santa Cruz: Amevea, p.155-166, 1997.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. Viçosa, MG: UFV, 186 p. 2005.
- SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa: UFV, versão 9.1, 2007.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal - SP. FUNEP, p.283, 2007.
- SANCHES, R.L. Controle de qualidade laboratorial. In: WORKSHOP “BANCO DE DADOS BRASILEIRO SOBRE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS”, Campinas, 1997. **Anais...** Campinas: CBNA, p.77-88, 1997.
- SCHMIDT, A., LIMA, G. J. M. M., KLEIN, C. H. **Composição química de híbridos de milho produzidos na safrinha em Marechal Cândido Rondon, Paraná**. 2003.
- SCOTT, M.L., NESHEIN, M.C., YOUNG, R.J. **Nutrition of the chicken**. 3. ed. Ithaca: SCOTT, M.L. & Associates, p.562, 1982.
- SILVA, C. S.; COUTO, H. P.; FERREIRA, R. A.; FONSECA, J. B.; GOMES, A. V. C.; SOARES, R. T. R. N. Valores Nutricionais de Milho de Diferentes Qualidades para Frangos de Corte. **R. Bras. Zootec.** v.37, n°.5, 2008.
- SILVA, C.S. **Composição química e energia metabolizável de milho segregado pela mesa gravimétrica e sua utilização na formulação de ração para frangos de corte**. 2009.102 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens). – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, p.235, 2005
- TRAN, G., LAPIERRE, O. Development, management and prospect of the french feed database. In: In: WORKSHOP “BANCO DE DADOS BRASILEIRO SOBRE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS”, Campinas, 1997. **Anais...** Campinas: CBNA, p.39-52, 1997.
- VALDES, E. V.; LEESON, S. Near infrared reflectance analysis as a method to measure metabolizable energy in complete poultry feeds. **Poultry Science**, v.71, p. 1179-1187, 1992.
- VALÉRIO, S. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L. Níveis de lisina digestível em rações mantendo-se ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, sob condições de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 361-371, 2003.
- VOISEY, P. W., HAMILTON, R. M. Factors affecting the non – destructive and no destructive methods of measuring eggshell strength by the quasi – static compression test. **Bristh Poultry Science**. V.17, n. 1, p. 103 – 124, 1976.

WISEMAN, J., COLE, D.J.A. Predicting the energy of pig feeds. In: **RECENT DEVELOPMENTS IN PIG NUTRITION**. Editado por COLE, D.J.A., HARESIGN, W. London: Butterworths, p.59-70, 1985.

ZHANG, B.; COON, N.C. The relationship of calcium intake, source, size, solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. **Poult. Sci**, v. 76 (12), p. 1627-1840, 1997.

## 7. ANEXO

Tabela 9. Características da Hy line W36

<b>PERÍODO DE CRESCIMENTO (até 17 semanas):</b>	
Viabilidade	97%
Alimento Consumido	5,21 Kg
Peso Corporal às 17 semanas	1,24 Kg
<b>PERÍODO DE POSTURA (até 110 semanas):</b>	
Porcentagem de Produção Máxima	93-94%
Ovos/Ave/Dia às 60 semanas	240-250
Ovos/Ave/Dia às 80 semanas	345-361
Ovos/Ave/Dia às 110 semanas	472-482
Ovos/Ave Alojada às 60 semanas	236-246
Ovos/Ave Alojada às 80 semanas	336-352
Ovos/Ave Alojada às 110 semanas	450-460
Viabilidade às 60 semanas	96%
Viabilidade às 80 semanas	94%
Dias a 50% de Produção (desde o nascimento)	146 dias
Peso do Ovo às 26 semanas	54,9 g/ovo
Peso do Ovo às 38 semanas	60,1 g/ovo
Peso do Ovo às 56 semanas	62,0 g/ovo
Peso do Ovo às 84 semanas	63,5 g/ovo
Massa Total do Ovo por Ave Alojada (18-80 semanas)	20,2 Kg
Peso Corporal às 32 semanas	1,52 Kg
Peso Corporal às 70 semanas	1,54 Kg
Resistência da Casca	Excelente
Unidade Haugh às 38 semanas	91
Unidade Haugh às 56 semanas	88
Unidade Haugh às 84 semanas	86
Consumo Médio Diário de Ração (18-80 semanas)	91 g/Ave/Dia
% de Sólidos às 38 Semanas	24,6
% de Sólidos às 56 Semanas	24,7
% de Sólidos às 84 Semanas	24,7
Quantidade de Alimento por Kg de Ovo (21-60 semanas)	1,82 Kg
Quantidade de Alimento por Kg de Ovo (21-80 semanas)	1,86 Kg
Quantidade de Alimento por Dúzia de Ovo (21-60 semanas)	1,29 Kg
Quantidade de Alimento por Dúzia de Ovo (21-80 semanas)	1,35 Kg
Condições do Esterco	Seco

Fonte: (HY LINE, 2008)