

JULIANA COSENDEY TURCI

**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DO VALOR ENERGÉTICO DO MILHO DE
DIFERENTES QUALIDADES PARA SUÍNOS**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal, na Área de Concentração em Nutrição e Produção Animal.

ORIENTADORA: Prof.^a Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares

**Campos dos Goytacazes
2011**

JULIANA COSENDEY TURCI

**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DO VALOR ENERGÉTICO DO MILHO DE
DIFERENTES QUALIDADES PARA SUÍNOS.**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal, na Área de Concentração em Nutrição e Produção Animal.

Aprovada em Abril de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Prof. ^o Julien Chiquieri (Doutor, Zootecnia) – UFES

Prof. Antônio Gesualdi Júnior (Doutor, Zootecnia) - UENF

Prof.^o Humberto Pena Couto (Doutor, Zootecnia) – UENF

Prof.^a Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares (Doutora, Zootecnia) – UENF
(Orientadora)

AGRADECIMENTOS

A Deus , pela sabedoria e serenidade concedidas para a realização de mais essa conquista profissional e pessoal;

À minha mãe Vera, ao meu pai Dorival, à minha irmã Fernanda e à minha sobrinha Lia, por estarem sempre prontos a me aconselhar, compreender, acalantar e serem sempre meu ponto de apoio e amor;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense e ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias pela oportunidade de realização do curso e pela concessão de bolsa de estudos;

À Professora Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares, uma verdadeira mãe para todos os seus orientados, pelos ensinamentos profissionais e por todas as palavras de carinho e atenção dedicadas em momentos tão necessários, pelo exemplo de força e dedicação demonstrado em cada dia de nosso convívio;

Ao Professor Humberto Pena Couto, parceiro deste trabalho como co-orientador, pelas idéias, instruções e interesse em esclarecer sempre minhas dúvidas e contribuir para a melhor execução desta pesquisa;

Aos membros da banca, pela colaboração durante o decorrer do experimento e na conclusão deste;

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, na pessoa do Professor Augusto Vidal e do Laboratorista Felipe Dilelis, pela realização das análises de energia das amostras de alimentos e fezes;

À Universidade Estadual de São Paulo- UNESP, Jaboticabal, na pessoa da Laboratorista Ana Paula Sader, pela realização das análises de energia das amostras de urina;

Ao Sílvio Rogério, da Empresa Guaraves Alimentos, pela realização da classificação dos grãos das frações de milho estudadas;

À Empresa ADISSEO, pelas análises de aminoácidos através do NIRS;

À Empresa RICA, e ao colega Marcos Fábio, pela realização de análises químicas e doação dos milhos utilizados no experimento, sem os quais não teria sido possível a realização deste trabalho;

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da UENF, Sr. José Carlos da Silva, José Maurício da Silva e Jonas Souza Gomes, por todo auxílio, bom-humor e compreensão, sem os quais eu não teria conseguido executar um bom trabalho;

Ao segurança, Sr. Aury, pela atenção, simpatia e ajuda oferecida em todo decorrer do experimento e a todos os funcionários que de alguma forma estiveram presentes auxiliando sempre que necessário;

Ao técnico do laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal, Cláudio Teixeira Lombardi, ao Pós doutorando Tiago Neves e a todos aqueles que me auxiliaram durante as análises feitas no LZNA;

Ao Doutorando Juliano Pelição Molino, à estagiária Jaqueline Gama e ao bolsista Rodrigo Fortunato por estarem sempre presentes e dispostos a ajudar em todas as etapas do experimento, compreendendo meus momentos de mau-humor, desculpem qualquer palavra torta, vocês foram muito importantes para a conclusão deste trabalho e para a melhora do meu humor nos dias mais tensos;

Aos amigos de sempre, por compreenderem minha ausência em momentos importantes e estarem sempre de braços abertos para escutar meus problemas e me trazerem tranqüilidade sempre que precisei;

Ao meu amigo Daniel Antoniol Miranda, o maior incentivador para a conclusão deste curso, obrigada pelo apoio, pelas dicas e pelo companheirismo de todos esses anos;

À minha amiga Marcia de Souza Vieira, por toda ajuda, dicas, troca de experiências e amizade em todo esse tempo;

Às minhas amigas e irmãs de república, Natália Lima e, Andrea Jasper pela compreensão, pelos ensinamentos de vida e pelos momentos felizes passados nestes dois anos de convívio;

Aos amigos que foram companhias essenciais, principalmente nos últimos momentos do mestrado, Andréia Magro, Carolina Medeiros, Leonardo Demier, e Rafaela Screnci;

À amiga e companheira de trabalho, Michelle, pelo apoio, pelas conversas e pela troca de conhecimento sobre nossos projetos;

A Pedro Vianna Tavares, Julieta Vianna e Luiz Paulo Tavares, pelo apoio e carinho que sempre me deram e por toda a ajuda e ensinamentos necessários nestes anos de convívio;

A todos aqueles que fizeram parte desse caminho, meu muito obrigada.

“Não sei se a vida é curta ou longa pra nós, mas sei que nada do que vivemos tem sentido, se não tocarmos o coração das pessoas. Muitas vezes basta ser: colo que acolhe, braço que envolve, palavra que conforta, silêncio que respeita, alegria que contagia, lágrima que corre, olhar que acaricia, desejo que sacia, amor que promove. E isso não é coisa de outro mundo, é o que dá sentido à vida. É o que faz com que ela não seja nem curta, nem longa demais, mas que seja intensa, verdadeira, pura enquanto durar. Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

Clarice Lispector.

BIOGRAFIA

Juliana Cosendey Turci, filha de Vera Lúcia Cosendey Coelho e Dorival Turci, nasceu na cidade do Rio de Janeiro, em 13 de julho de 1984.

Em 2008 graduou-se em Zootecnia, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Em março de 2009 ingressou no curso de Pós- graduação em Ciência Animal, na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, submetendo-se à defesa da dissertação, para obtenção do título de mestre, em abril de 2011.

RESUMO

TURCI, JULIANA COSENDEY, MSc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2011. Equações de predição do valor energético do milho de diferentes qualidades para suínos. Professora Orientadora: Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares. Professor conselheiro: Humberto Pena Couto.

O trabalho foi realizado com objetivo de elaborar equações de predição do valor energético de milho selecionado por mesa densimétrica, relacionando os fatores físicos, densidade e índice de classificação dos grãos com a energia metabolizável. As frações de milho estratificadas foram denominadas: MDA (Milho de densidade alta); MDI (Milho de densidade intermediária); MDB (Milho de densidade baixa) e MDT (Milho de densidade total- 33% MDA + 33% MDI + 33% MDB). As frações de milho foram avaliadas quanto à densidade (DEM), classificação do milho (ICM) e quanto aos valores nutricionais, sendo observados maiores valores de DEM, ICM e qualidade nutricional para a fração MDA. Foram realizados ensaios de metabolismo para a fase de crescimento e terminação com o objetivo de determinar a energia metabolizável aparente corrigida de cada fração de milho. Utilizaram-se 20 animais em cada fase, sendo um animal por unidade experimental, no delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os valores de energia metabolizável encontrados foram: 3295, 3183, 3164 e 3092 kcal/kg para MDA, MDT, MDI e MDB, respectivamente na fase de crescimento e 2974, 2938, 2852 e 2687 kcal/kg para MDA, MDT, MDI e MDB respectivamente na fase de terminação. Através do programa SAEG (2005), foram geradas duas equações de predição para cada fase, relacionando o ICM e a densidade com os valores de energia metabolizável aparente. Para a fase de crescimento as equações resultantes foram: $EMAn = 3038,45 + 2,75723 ICM$, $R^2 = 0,992$ e $EMAn = 2550,1 + 0,909613 DEM$, $R^2 = 0,929$. Para a fase de terminação: $EMAn = 2661,20 + 3,82682 ICM$, $R^2 = 0,830$ e $EMAn = 1899,71 + 1,38277 DEM$, $R^2 = 0,933$. De acordo com as equações elaboradas, e através da análise dos coeficientes de determinação, ambas as variáveis, ICM e DEM podem ser utilizadas para a predição do valor energético do

milho, ficando a critério do nutricionista utilizar a que mais lhe convier no momento da formulação de rações.

Palavras-chave: Milho, densidade, classificação, equações de predição, energia metabolizável.

ABSTRACT

TURCI, JULIANA COSENDEY, MSc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. April, 2011. Prediction equations of the energy value of corn with different qualities for swine. Professor Adviser: Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares. Supervisor: Humberto Pena Couto.

The work was accomplished with to estimate prediction equations of the energy value of corn selected by densimetric table, relating the physical factors density and index of grain classification with metabolic energy. The corn fractions selected were called MDA (Maize high density), MDI (maize intermediate density), MDB (maize low density) and MDT (Maize total density-33% + 33% MDA MDI + 33% MDB). The fractions of maize were evaluated for density (DEM), index grain classification (ICM) and according to nutritional values, observed higher values of DEM, ICM and nutritional quality for the fraction of MDA. Metabolism tests were done for the growing and finishing with the objective of determining the metabolizable energy of each fraction of corn. We used 20 animals in each phase, and one animal per experimental unit, in a randomized block design with five treatments and four replications. The metabolizable energy values obtained were 3295, 3183, 3164 and 3092 kcal / kg for MDA, MDT, MDI and MDB respectively in the growth phase and 2974, 2938, 2852 and 2687 kcal / kg for MDA, MDT, MDI and MDB respectively in the finishing phase. Through the program SAEG (2005), we generated two prediction equations for each phase, relating the density and the ICM with metabolizable energy (EMAn). For the growth phase the resulting equations were: $EMAn = 3038,45 + 2,75723 ICM$, $R^2 = 0,992$ and $EMAn = 2550,1 + 0,909613 DEM$, $R^2 = 0,929$. For the finishing phase: $EMAn = 2661,20 + 3,82682 ICM$, $R^2 = 0,830$ and $EMAn = 1899,71 + 1,38277 DEM$, $R^2 = 0,933$. According to the equations generated, and through analysis of correlation coefficients, both variables, DEM and ICM can be safely used to predict the energy value of corn, being at the discretion of the nutritionist to use that suits you at the time of diet formulation.

Keywords: Corn, density, classification, prediction equations, metabolic energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mesa densimétrica.....	24
Figura 2 - Frações de milho estratificadas pela mesa densimétrica.....	29
Figura 3 – Galpão experimental dos ensaios de metabolismo.....	33
Figura 4 – Classificação das frações de milho estudadas.....	38
Figura 5 – Equação de predição da EMAn do milho em função do ICM, para a fase de crescimento.....	54
Figura 6 – Equação de predição da EMAn do milho em função da DEM, para a fase de crescimento.....	54
Figura 7 – Equação de predição da EMAn do milho em função do ICM, para a fase de terminação.....	55
Figura 8 – Equação de predição da EMAn do milho em função da DEM, para a fase de terminação.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição percentual e calculada das rações da fase de crescimento.....	31
Tabela 2 – Composição percentual e calculada das rações da fase de terminação.....	32
Tabela 3 – Temperaturas média , máxima e mínima observadas dentro do galpão experimental durante o ensaio de metabolismo.....	37
Tabela 4 – Classificação das frações de milho estratificado pela mesa densimétrica.....	38
Tabela 5 – Densidade das frações de milho.....	40
Tabela 6 – Proposição para classes de milho em função de defeitos e da densidade (Claudio Bellaver e Gustavo Lima, informação pessoal).....	41
Tabela 7 – Valores de micotoxinas encontrados nas frações de milho.....	43
Tabela 8 – Composição química e energética das diferentes frações de milho.....	45
Tabela 9 - Valores de Proteína Bruta e aminoácidos totais das frações de milho estratificado pela mesa densimétrica.....	50
Tabela 10 – Valores de Proteína Bruta e aminoácidos digestíveis das frações de milho estratificado pela mesa densimétrica.....	51
Tabela 11- Equações de predição e coeficientes de correlação.....	53

SUMÁRIO

1- Introdução.....	13
2- Revisão de literatura.....	16
2.1- Qualidade nutricional do milho	16
2.2- Classificação do milho	17
2.3- Fatores que afetam a composição nutricional do milho.....	19
2.4- Importância econômica do milho	21
2.5- Mesa densimétrica.....	23
2.6- Energia na alimentação animal.....	25
2.7- Equações de predição	27
3- Material e Métodos.....	29
3.1 – Ensaio de metabolismo.....	29
3.2 – Análises laboratoriais.....	34
3.3 - Formulação das equações de predição.....	35
3.4 – Modelo Estatístico.....	36
4- Resultados e Discussão	37
4.1 – Ambiência	37
4.2 - Descrição das frações de milho estudadas	38
4.2.1 – Classificação dos grãos	38
4.2.2 – Densidade das frações de milho.....	40
4.2.3 – Micotoxinas	42
4.3 – Composição nutricional das frações de milho.....	44
4.4 – Equações de predição	53
5 - Conclusões	58
6- Referências bibliográficas.....	59

1- Introdução

A cadeia produtiva de carne suína no Brasil tem passado por inúmeros avanços nesses últimos anos. Tecnologias como a inseminação artificial, melhoramento genético, biossegurança, sanidade, nutrição entre outros, têm sido cada vez mais incorporadas à suinocultura, contribuindo para o crescimento do rebanho e aumento da produtividade (MIELE e WAQUIL, 2007; BARCELLOS, 2008). Observa-se um setor bem organizado, com boa coordenação das agroindústrias, as quais têm cada vez mais se modernizado, equiparando-se às dos países desenvolvidos. Isso tem contribuído para que o Brasil ocupe atualmente o quarto lugar na produção e exportação mundial de carne suína (SAAB e CLAUDIO, 2009).

A produção brasileira da carne suína aumentou 21,8% nos últimos cinco anos, isso se deve principalmente a fatores como o aumento da renda interna, o crescimento da população e das exportações. A produção industrial de suínos foi a que mais cresceu no período (36,7%), ao contrário da produção de subsistência que apresentou queda (- 34,1%), fato esse que comprova o crescimento do processo de profissionalização neste ramo (ABIPECS, 2010).

Os abates totais, de 2004 a 2009, aumentaram 27,6%. Os abates sob SIF passaram de 77,7% para 83,1% dos abates totais, confirmando o aumento da confiabilidade da carne suína brasileira. No mesmo período houve diminuição da produção de subsistência (-17,6%). Como esta parcela não tem garantias de rastreabilidade, sua diminuição também reduz os riscos sanitários oriundos de sua comercialização (ABIPECS, 2010).

As exportações, de 2004 para 2009, aumentaram 19,0%. Mesmo com as barreiras sanitárias, com o aumento dos subsídios europeus e o crescimento da concorrência internacional, as exportações brasileiras cresceram acima da média dos competidores. O mercado interno brasileiro cresceu, no mesmo período, 22,4% (ABIPECS, 2010).

O aumento da produção de industrializados, de cortes frescos e o aumento do preço da carne bovina foram os principais fatores responsáveis pela elevação do consumo, já que o consumidor nacional prefere os produtos processados.

Atualmente, o consumo interno de carne suína é de 14 quilos por habitante por ano (ABIPECS, 2010).

A suinocultura tem se mostrado como uma atividade que demanda altos custos de produção e, dentre estes, os custos com alimentação representam a maior parte (POZZA *et al.*, 2008). A dieta dos suínos tem como principais ingredientes o milho e a soja, grãos de alto valor econômico e utilizados em percentuais elevados nas rações, o milho participa em cerca de 80% da composição da dieta.

O milho é, então, a principal fonte de energia na alimentação de aves e suínos e uma importante fonte de aminoácidos. Sua maior limitação como fonte de nutrientes é o baixo teor dos aminoácidos lisina e triptofano. A qualidade do milho é fator importante a ser observado na nutrição de aves e suínos, para assegurar os teores de nutrientes e a ausência de substâncias tóxicas (LIMA, 2001).

Com o crescente aumento no consumo das fontes clássicas de combustíveis, os derivados de petróleo começaram a subir de preços vertiginosamente. Na intenção de racionalizar o uso de combustíveis menos poluentes, inúmeros países têm procurado alternativas à dependência de petróleo. Entre estas alternativas tecnológicas está a produção de biocombustíveis a partir da transformação do milho em etanol (COSTA, 2008).

Com o incentivo da produção do milho para produção de etanol houve uma diminuição dos estoques mundiais e um incremento no preço destes grãos. A alimentação na produção suinícola contribui com 70% do custo total de produção, esse fato, aliado às alterações do preço da matéria-prima das rações, exige que sejam conhecidos e fornecidos os nutrientes exigidos pelo animal (HENN, 1997). Assim, é constante a preocupação em melhorar a produtividade, buscando sempre reduzir os custos com alimentação, tornando as rações mais eficientes e resultando em um produto final de menor custo e melhor qualidade (ALBINO e SILVA, 1996).

As variações nos valores de composição química dos alimentos são sempre esperadas, uma vez que, variedades melhoradas geneticamente estão sempre sendo apresentadas ao mercado. Além das variações provenientes dos ingredientes, as várias técnicas de processamento originam subprodutos com uma composição química bastante variada (SANTOS, 2005).

O conhecimento do conteúdo energético dos alimentos é de suma importância para os nutricionistas, uma vez que os ingredientes são incluídos ou rejeitados nas formulações de mínimo custo, em função, principalmente de seu conteúdo relativo de energia (LIMA, 1996).

Com o mercado competitivo e os altos preços de insumos, a precisão energética nas formulações deve ser a máxima possível. A utilização mais exata dos valores energéticos dos alimentos otimiza a produtividade e maximiza a rentabilidade suinícola.

Na prática torna-se inviável e onerosa a realização freqüente de análises e ensaios metabólicos que forneçam os valores dos componentes nutricionais dos grãos e suas respectivas digestibilidades.

Diante dessa questão, equações de predição que utilizam parâmetros físicos e químicos dos alimentos têm sido elaboradas por pesquisadores da área de nutrição. Estas equações podem aumentar a acurácia no processo de formulação de rações, por meio da correção dos valores energéticos; conseqüentemente, a sua utilização é mais adequada, quando a composição química dos alimentos tem grande variabilidade (ALBINO e SILVA, 1996).

Sendo assim, a utilização das equações de predição, principalmente para a energia, torna-se uma ferramenta muito útil aos nutricionistas na formulação de rações que atendam perfeitamente as necessidades dos animais com um menor custo de produção.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de elaborar equações de predição para estimar a energia metabolizável de frações de milho estratificadas através da mesa densimétrica, utilizando parâmetros físicos, como densidade e classificação dos grãos, que serão empregados na formulação de rações de custo mínimo para suínos nas fases de crescimento e terminação.

2- Revisão de literatura

2.1- Qualidade nutricional do milho

Considera-se o milho como uma das culturas mais importantes do mundo não só pelo fato de ser produzido em grande volume, ou de ocupar imensa área cultivada, mas, principalmente, pelo seu papel socioeconômico. O milho constitui-se em matéria-prima básica para uma ampla gama de aplicações, tais como: produção de amido, óleo, farinha, glicose, e outros, entretanto, a sua maior utilização é na produção de rações, principalmente para as atividades de avicultura e suinocultura (FIALHO, 2005).

O milho é utilizado como fonte de energia e aminoácidos na formulação de rações. Participa em até 80% da composição das dietas. Sua maior limitação como fonte de nutrientes é o baixo teor dos aminoácidos lisina e triptofano. A qualidade do milho é fator importante a ser observado na nutrição de aves e suínos, para assegurar os teores de nutrientes e a ausência de substâncias tóxicas (LIMA, 2001).

Como os demais cereais, o milho é composto basicamente de três partes: pericarpo (5%), endosperma (82%) e germe (13%). As principais proteínas presentes no milho são representadas pelas zeínas (endosperma) e a gluteína (germe), ambas, entretanto, são consideradas proteínas incompletas ou de baixo valor nutricional, em função de apresentarem baixos teores em aminoácidos essenciais. A zeína, contida no endosperma do grão, tem reduzido valor biológico, devido ao desequilíbrio causado pelo alto teor de leucina e pela deficiência de lisina e de triptofano (REGINA E SOLFERINI, 2002). Nutricionalmente, a gluteína por ser mais solúvel é mais digestível do que a zeína (FIALHO, 2005).

O endosperma do grão de milho é composto por 86% de amido e 19% de proteína. O grão de amido do milho apresenta dois tipos de moléculas: a amilose e a amilopectina, na proporção de 27 e 73% respectivamente, conferindo a esse ingrediente um alto valor energético, pois seu alto conteúdo de amido encontra-se na forma facilmente digerível (BUTOLO, 2002). As proteínas do endosperma do milho podem ser separadas em quatro frações maiores: albuminas, globulinas,

zeínas e glutelinas, que constituem aproximadamente 3, 3, 60 e 34% respectivamente do total de proteínas do endosperma (COELHO, 1997 citado por FIALHO, 2005).

Os lipídeos do milho estão representados pelos ácidos graxos, palmítico (12%), esteárico (2%), oléico (27%), linoléico (55%), e linolênico (0,8%), sendo o ácido linoléico de suma importância na alimentação de suínos (BUTOLO, 2002).

2.2- Classificação do milho

De acordo com a Portaria Ministerial nº 845 de 08 de novembro de 1976, o milho sob a forma de grãos, destinado à comercialização interna, é classificado em grupos, classes, tipos, segundo a consistência, coloração e qualidade.

De acordo com a consistência o milho é classificado em quatro grupos:

- a) DURO - quando apresenta 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 o amiláceo (farináceo), oferecendo forte resistência ao corte e exibindo, ao ser cortado, aspecto vítreo;
- b) MOLE - quando apresenta o mínimo de 90% (noventa por cento), em peso, com as características de mole, que é o que 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;
- c) SEMIDURO - quando apresenta o mínimo de 75% (setenta e cinco por cento) em peso, de consistência semidura, intermediária entre duro e mole;
- d) MISTURADO - quando não estiver compreendido nos grupos anteriores, especificando-se no “certificado de classificação” as porcentagens das misturas dos outros grupos.

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

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

b) 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;

c) MESCLADO - constituído de milho que não se enquadre nas exigências das classes de milho branco e do amarelo mencionando-se no “certificado de classificação” a percentagem das classes que o compõe.

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

TIPO 1 - constituído de milho seco, com grãos regulares e com umidade máxima de 14,5%;

Tolerância - máxima de 1,5 % de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; 11 % de grãos avariados, com máximo de 3% de grãos ardidos e brotados (percentagem em peso);

TIPO 2 - constituído de milho seco, com grãos regulares e com umidade máxima de 14,5%;

Tolerância - máximo de 2% de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; 18% de grãos avariados, com máximo de 6% de grãos ardidos e brotados (percentagem em peso);

TIPO 3 - constituído de milho seco, com grãos regulares e com umidade máxima de 14,5%.

Tolerância - máximo de 3% de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; 27% de grãos avariados, com máximo de 10% de grãos ardidos e brotados (percentagem em peso).

As bases, normas e termos usados nas especificações, assim como as características relacionadas com a qualidade do milho, deverão ser observadas e interpretadas do seguinte modo:

GRÃOS ARDIDOS - são os grãos ou pedaços de grãos que perderam 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 e 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 uma peneira de crivos circulares de 5 mm (cinco milímetros) de diâmetro ou 12/64”;

MATÉRIAS ESTRANHAS - são considerados os grãos ou semente de outras espécies, bem como os detritos vegetais, sujidades e corpos estranhos de qualquer natureza, não oriundos do produto;

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

2.3- Fatores que afetam a composição nutricional do milho

São escassas as informações publicadas sobre a composição química do milho brasileiro baseada em um número representativo de amostras. A Tabela da Embrapa (1991), ainda é a fonte de dados com maior detalhamento nas informações, especialmente quanto a número de amostras e desvios. Esta tabela apresenta estimativas de variabilidade que requerem discussão. Por exemplo, os teores de óleo no milho variaram de 1,41% a 6,09%, com média de 3,67%. Estes dados indicam que desde aquela época já se utilizava milho com alto teor de óleo no preparo das rações, representando a grande variabilidade de milho utilizado na produção animal (LIMA, 2011).

A classificação do MAPA não contempla características nutricionais dos grãos, admitindo que todas as cargas apresentam composição química similar. O

atual sistema de classificação de grãos está sendo discutido pelos membros da cadeia produtiva do milho no sentido de melhor atender o mercado. Enquanto não houver investimentos na análise rápida do valor nutricional do milho haverá sempre perda de eficiência, pois não estarão sendo levadas em consideração as variações na composição química deste grão, que certamente influenciam no seu valor nutricional. (LIMA, 2011).

Nas safras de 1998/1999 e 1999/2000, por exemplo, houve variação nos valores de óleo, de 2,87 a 6,87%, e nos valores de proteína, 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).

De acordo com Bath *et al.*, (1999), os valores apresentados nas tabelas devem ser utilizados apenas como guias para obtenção da composição dos alimentos, e não como um valor preciso.

Segundo Hruby (2005), há uma grande variabilidade de nutrientes encontradas em amostras de milhos utilizadas na alimentação animal. De acordo com o autor as causas dessa variação são diversas, incluindo a genética do milho, local de plantio, variações climáticas, condições de plantio e colheita e tratamento pós-colheita como secagem e armazenamento.

Devido à grande variação climática encontrada no Brasil, há uma grande quantidade de híbridos de milho cultivados, o que ocasiona grande variação nos valores nutricionais, principalmente nos teores de óleo, que influencia diretamente os valores energéticos (LIMA, 2001).

Além das variações ocasionadas pelos cultivares de milho, outros fatores influenciam diretamente os valores energéticos do milho. Comparando partidas de milhos com densidade variável, Baidoo *et al.*, (1991) observaram que há uma relação linear positiva entre a densidade do grão e sua energia metabolizável verdadeira.

Devido à presença de componentes, como grãos quebrados, brotados, carunchados, chochos, impurezas e matérias estranhas é importante quantificar a energia dos milhos de acordo com seu grau de impureza (DUDDLEY-CASH, 1995). De acordo com este autor, os pesquisadores comumente encontram uma gama de valores acima ou abaixo do valor médio contido em tabelas. Essa variação é provavelmente o resultado tanto das diferenças de energia do milho quanto nas

variações nos parâmetros de qualidade, o que inclui grãos quebrados e matérias estranhas contidas nas partidas.

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, o que tanto auxilia na diminuição de custos, quanto na excreção de nutrientes no ambiente (ROSTAGNO *et al.*, 2007).

De acordo com o Compêndio Brasileiro de Alimentação (BRASIL, 2005), 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 (BRASIL, 2002).

Segundo Rostagno e Silva (1997), os nutricionistas devem estar atentos às variações na composição nutricional dos alimentos, fazendo as modificações necessárias e garantindo assim uma formulação mais adequada aos produtos utilizados em relação às necessidades dos animais.

2.4- Importância econômica do milho

Considera-se o milho como uma das culturas mais importantes do mundo, não só pelo volume que ocupa, mas principalmente pelo seu papel socioeconômico. O milho constitui-se em matéria-prima básica de ampla aplicação, entretanto, a sua maior utilização é na produção de rações, principalmente para as atividades de suinocultura e avicultura (FIALHO, 2005).

A Produção Animal é responsável pelo consumo de cerca de 80% da produção nacional de milho, a indústria consome 13%, sendo o consumo humano apenas de 0,5 a 1%. A suinocultura é responsável por 36% do consumo total do grão no País (STEFANELO, 2007).

Na intenção de diminuir a dependência de petróleo, e relativamente motivados à utilização de combustíveis menos poluentes, os governos americano e

brasileiro estão estimulando, financiando e subsidiando a transformação de grãos em etanol (COSTA, 2008).

A agroenergia está mudando o perfil internacional de *commodities* através, principalmente, da demanda crescente por milho para a produção de etanol que vem provocando aumentos significativos dos preços do grão nas bolsas internacionais. O desvio de parte da produção de milho dos Estados Unidos para a produção de etanol e o crescente aumento das importações deste grão por parte da China explicam o fato de os preços do milho registrarem altos valores na Bolsa de Chicago (Chicago Board of Trade – CBOT), nos últimos anos (PEREZ, 2007).

A iminente possibilidade de um grande desabastecimento em nível mundial dos clássicos alimentos utilizados na alimentação humana e animal devido ao desvio para produção de etanol, poderá provocar um expressivo aumento de preço nos grãos e uma exportação maciça e desordenada causando um desequilíbrio no binômio oferta x demanda (COSTA, 2008).

O aumento acentuado nos preços do milho ocasionará grandes modificações no perfil de produção de suínos, aumentando o custo de produção e, conseqüentemente, o preço final para exportação assim como para o consumo interno.

O quadro mundial para 2011 é de estoques mais ajustados e maiores riscos devido à presença do fenômeno climático La niña. Isto indica, pelo menos, mais volatilidade nos preços. O ano de 2010 apresentou dois quadros plenamente distintos. O primeiro semestre apresentou um perfil de acomodação nos preços do milho na bolsa de Chicago e certo reequilíbrio a patamares mais baixos. O milho chegou a retomar preços de US\$ 3,50/bushel, patamares bem inferiores a 2009. Porém, esta era uma curva normal refletindo a ótima safra da América do Sul, após a boa safra norte-americana de 2009. Duas boas produções que recuperaram os estoques mundiais e frearam os preços (MOLINARI, 2010).

Portanto, são muitas as variáveis para um ano de volatilidade nos preços alavancados por baixos estoques e fatores de clima incertos. Para o setor de carnes brasileiro, as preocupações se concentram nos custos de produção e, por isso, uma atenção maior à formação do preço final e no tamanho da produção em segmentos como a suinocultura (MOLINARI, 2010).

2.5- Mesa densimétrica

A utilização de sementes de qualidade é uma das primeiras etapas para uma produção agrícola rentável e produtiva. A qualidade das sementes para comercialização se inicia no campo de produção e para evitar a perda de todo esse processo é necessário a realização de um beneficiamento de sementes bem feito após a colheita (FESSEL *et al.*, 2003).

O beneficiamento de sementes é uma alternativa viável para a separação de materiais indesejáveis em um lote de sementes. A identificação de características físicas, correlacionadas com a qualidade fisiológica, permite a eliminação de sementes indesejáveis, o que faz aprimorar a qualidade de um lote (MENEZES *et al.*, 2002).

Uma das etapas do beneficiamento de sementes que pode ser amplamente utilizada é o uso da mesa densimétrica, uma vez que lotes de sementes comerciais beneficiados com outros tipos de equipamento muitas vezes não são classificados eficientemente. Este equipamento tem sido rotineiramente empregado para separar as sementes por densidade, com eficiência para várias espécies (ALEXANDRE; SILVA, 2000).

A mesa densimétrica ou gravimétrica é uma máquina selecionadora e classificadora de grãos ou sementes que separa os produtos por peso específico, onde os elementos mais leves flutuam em uma camada de ar proporcionada por ventiladores combinados com movimento vibratório da mesa. Sua função é eliminar impurezas, grãos danificados, mal formados, não maduros ou partidos (GREGG e FAGUNDES, 2005).

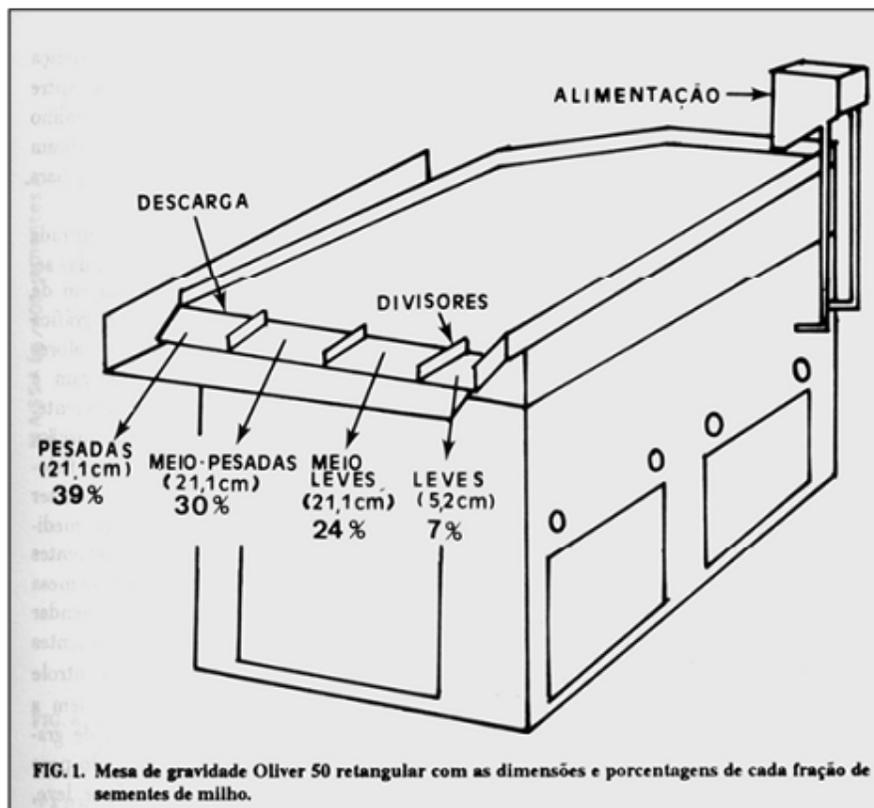


Figura 1- Mesa densimétrica (BAUDET e MISRA, 1991).

Segundo Vaughan *et al* (1968), ocorre uma estratificação em camadas, na primeira etapa do processo, no sentido vertical, devido ao fluxo de ar que atravessa as sementes, sendo que as mais pesadas ficam em contato com a mesa, e os grãos mais leves nas camadas superiores. Também ocorre uma estratificação no plano vertical, em camadas de peso específico variável. Os grãos então se movem sobre a superfície em direção à descarga devido à vibração, enquanto a inclinação lateral força-as a fluir sobre a superfície inclinada.

As sementes mais leves tendem a sair nas descargas mais baixas, e as mais pesadas nas bicas de descarga mais altas, possibilitando assim a eliminação de defeitos e obtenção de um produto final de melhor qualidade.

Baudet e Misra (1991), utilizando a mesa densimétrica constataram que as frações pesadas foram significativamente melhores em pureza, danos mecânicos e densidade. As sementes das frações mais leves apresentaram os piores resultados em peso volumétrico, pureza, danos mecânicos, injúrias no pericarpo das sementes, germinação padrão, germinação a frio, emergência a campo. As sementes meio-

leves apresentaram, em todos os atributos, serem similares às sementes que não foram beneficiadas na mesa de gravidade. Já a fração leve não atingiu os requisitos mínimos de qualidade para ser considerada semente, devendo ser descartada para esse propósito.

2.6- Energia na alimentação animal

A energia é um dos fatores nutricionais mais importantes na formulação de rações para aves e suínos, não sendo, na verdade, um nutriente, mas sim a propriedade dos nutrientes transformarem-se em energia química (ALBINO e SILVA, 1996).

Quando as moléculas orgânicas são oxidadas, a energia é produzida como calor e usada nos processos metabólicos dos animais. A energia liberada da oxidação dos alimentos, assim como a oriunda do metabolismo energético como calor produzido, é expressa em caloria ou joule. Uma caloria é definida como a quantidade de calor necessária para elevar um grama de água de 14,5 a 15,5 °C, um joule equivale a 0,239 cal, 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 (aminoácidos) e parte da fibra são fornecedores de energia para o organismo animal. A energia dos alimentos pode ser expressa como energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL). A energia bruta é produzida pela oxidação total da matéria orgânica dos alimentos e medida em bomba calorimétrica. A energia digestível representa a energia que é absorvida após o processo de digestão dos animais, é determinada pela diferença entre a EB do alimento consumido e a energia bruta das fezes. A energia metabolizável (EM) é a forma normalmente utilizada para suínos no Brasil, sendo obtida pela diferença entre a EB do alimento e a EB das excretas (fezes e urina) e dos gases oriundos da digestão. Considerando que a energia perdida na forma de gases nos monogástricos é muito baixa, tem sido desprezada nos cálculos da EM (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

A EM pode ser determinada e expressa como energia metabolizável aparente (EMA) ou energia metabolizável verdadeira (EMV). A EMV é obtida pela diferença entre a EB do alimento consumido e a energia bruta das fezes e urina, corrigida pelas perdas de energia fecal metabólica e urinária endógena. A correção da EM para ganhos ou perda de nitrogênio corporal (balanço de N) também é utilizada com suínos. A correção pelo balanço de N tem por objetivo padronizar e reduzir a variação nos valores de EMA dos alimentos medidos e diferentes condições que podem resultar em maior ou menor ganho de peso ou em perda de peso dos animais (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

A razão para correção da EM para o balanço de nitrogênio (EMAn), é que a energia retida como proteína não é totalmente aproveitada pelo animal quando os aminoácidos são degradados para fornecer energia, e o N é excretado na urina na forma de uréia. De acordo com Farrel (1979), essa correção pode ser válida para animais adultos, que podem até perder peso, mas não para suínos em crescimento que retêm uma quantidade considerável de nitrogênio.

De acordo com Noblet (2001), a eficiência de utilização da EM em suínos é de 90% para a gordura, 82% para o amido, 58% para a proteína e 58% para a fibra dietética.

A energia líquida (EL) é obtida pela EM menos a energia perdida como incremento calórico (IC). O incremento calórico é um termo prático para juntar várias formas de perda de calor que até hoje não são adequadamente compreendidas (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). Embora seja difícil de determinar, a EL é a melhor indicação da energia disponível para manutenção e produção (NOBLET *et al.*, 1994).

O conhecimento das exigências nutricionais e do aproveitamento dos nutrientes pelos animais tem evoluído para a utilização de valores de energia líquida dos alimentos, através de equações propostas inicialmente por Noblet *et al.* (1994), porque parte da EM se perde nos trabalhos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes na forma de incremento calórico (IC). A energia líquida é calculada por modelos matemáticos que estimam o gasto energético do incremento calórico (EM – IC) da proteína, carboidratos e gorduras (BÜNZEN *et al.*, 2008).

Tendências atuais têm proposto a diferenciação dos valores de energia líquida para suínos em crescimento e porcas adultas (gestantes e lactantes), principalmente para alimentos fibrosos, uma vez que, por possuírem maior tamanho

do trato gastrointestinal, ocorre maior fermentação dos microorganismos no intestino grosso, produzindo ácidos graxos voláteis que são em parte aproveitados como fonte de energia pelos suínos (NOBLET *et al.*, 2004).

Vários métodos têm sido desenvolvidos para determinar a composição e o conteúdo energético dos alimentos. A determinação do valor energético dos alimentos é fundamental para atualização das tabelas de composição de alimentos e formulação das rações, visando otimizar o desempenho dos animais e minimizar o custo de produção (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Os ajustes dos valores energéticos das rações, de acordo com a composição dos ingredientes, resultarão em desempenhos mais facilmente previsíveis com benefícios econômicos significativos (BÜNZEN *et al.*, 2008).

2.7- Equações de predição

Normalmente, a composição dos alimentos utilizados na formulação de rações é baseada em dados de tabelas (NRC, 1998; ROSTAGNO *et al.*, 2005). Entretanto, a composição dos alimentos apresenta variações entre as tabelas de composição dos alimentos (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Em função de condições climáticas, espécie e variedade de grãos, origem, armazenamento e processamento a que os ingredientes são submetidos, variações nos valores de composição química dos alimentos são esperadas (SANTOS *et al.*, 2005). Estas variações enfatizam a importância do conhecimento da composição química e precisão dos valores energéticos dos alimentos (EYNG *et al.*, 2009).

Para se formular rações mais eficientes e atender adequadamente às exigências nutricionais dos animais, é necessário conhecer com maior precisão, dentre outros, os valores energéticos dos alimentos, que podem ser determinados por meio de métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos ou convencionais requerem a utilização de uma bomba calorimétrica e de ensaios metabólicos, sendo metodologias trabalhosas, demoradas e dispendiosas, o que dificulta sua utilização pela indústria suinícola (ZONTA, 2006). Em contrapartida, como método indireto, surgem as equações de predição, que são baseadas na composição proximal dos

alimentos, obtidas rotineiramente em laboratórios, considerada uma alternativa rápida, prática e econômica na avaliação nutricional dos alimentos.

As equações de predição utilizam parâmetros físicos e químicos dos alimentos e podem aumentar a precisão no processo de formulação de rações, por meio da correção dos valores energéticos; conseqüentemente, a sua utilização é mais apropriada, quando a composição química dos alimentos tem grande variabilidade (ALBINO e SILVA, 1996).

Vários pesquisadores têm desenvolvido equações para estimar a energia metabolizável através de sua composição proximal, porém, existem poucos relatos que venham validar tais equações em novas determinações. Janssen (1989) citado por Zonta (2006) elaborou a Tabela Européia de Valores Energéticos de Alimentos para Aves, na qual apresenta uma série de equações de predição dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) para vários grupos de alimentos, fundamentado na composição química ou nos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes (extrato etéreo, proteína bruta e extratos não nitrogenados).

Rodrigues *et al.*,(2002) estimaram equações para predizer os valores energéticos da soja e subprodutos, e ressaltaram que as equações com duas a quatro variáveis podem ser usadas com maior facilidade, já que necessitam de menor número de análises laboratoriais.

A busca constante por rações que possam proporcionar o máximo desempenho dos animais de forma econômica tem levado nutricionistas a aprimorarem cada vez mais o conhecimento sobre as características dos alimentos. Para formulação de uma dieta que atenda adequadamente as exigências nutricionais dos animais, o conhecimento da composição química e energética dos ingredientes é de suma importância (EYNG *et al.*, 2009).

As equações de predição são desta forma, uma importante ferramenta para aumentar a acurácia nos processos de formulação de rações, não somente para determinar o valor energético dos alimentos, mas também para realizar os ajustes necessários de acordo com a variação da composição, principalmente de proteína, gordura e fibra dos ingredientes (ROSTAGNO, 2007).

3- Material e Métodos

3.1 – Ensaio de metabolismo

O Experimento foi conduzido no setor de suinocultura da Unidade de Apoio à Pesquisa do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense, localizada no Município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, durante os meses de maio a novembro de 2010.

Foram avaliados quatro tipos de milho, originados da estratificação dos grãos através da mesa densimétrica da fábrica de rações da Reginaves Indústria e Comércio de Aves Ltda. (RICA), localizada no Estado do Rio de Janeiro, designados por MDA – milho de densidade alta; MDI – milho de densidade intermediária; MDB – milho de densidade baixa; MDT – milho de densidade total (33,3% de MDA, 33,3% de MDI e 33,3% de MDB), as quais se encontram ilustradas na figura 2.

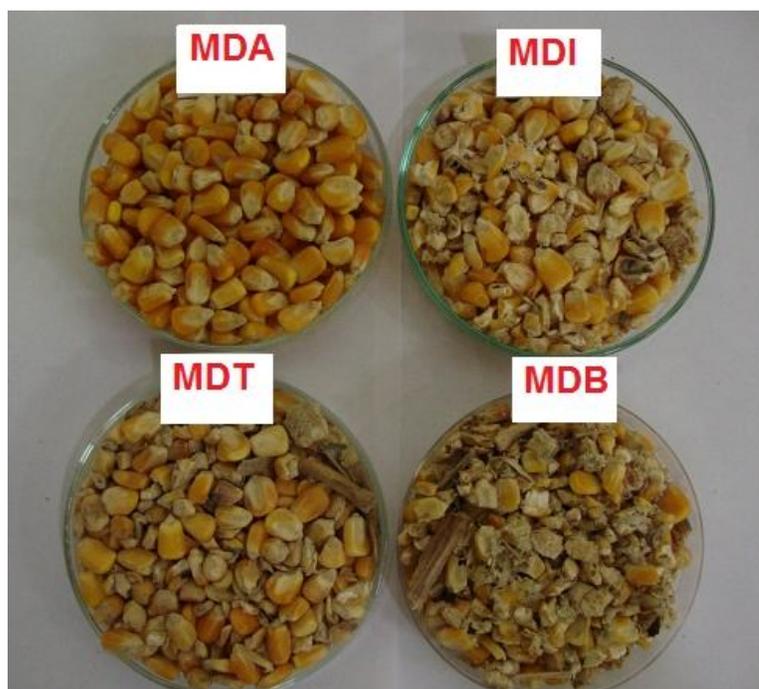


Figura 2- Frações de milho estratificadas pela mesa densimétrica.

Foram realizados dois ensaios de metabolismo com animais nas fases de crescimento e terminação, com o objetivo de avaliar a digestibilidade dos diferentes tipos de milho e obter os valores de energia metabolizável dos mesmos.

Foram utilizados 20 suínos machos, castrados, com $36 \pm 3,97$ kg (fase de crescimento) e $55 \pm 6,0$ kg de peso vivo médio inicial (fase de terminação).

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados com cinco tratamentos, quatro repetições, sendo a unidade experimental constituída por um animal.

Os tratamentos consistiram em misturas contendo 60% de uma ração referência e 40% do tipo de milho a ser avaliado, assim como descrito por Sakomura e Rostagno (2005). A ração referência foi formulada para atender as exigências nutricionais de suínos nas fases de crescimento e terminação, segundo o preconizado por Rostagno *et al.*(2005). Cada tipo de milho consistiu em um tratamento, da seguinte forma:

- T1 – Ração referência;
- T2 – 60% ração referência + 40% MDA;
- T3 – 60% ração referência + 40% MDT;
- T4 – 60% ração referência + 40% MDI;
- T5 – 60% ração referência + 40% MDB.

Tabela 1- Composição percentual e calculada das rações da fase de crescimento.

Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4	T5
Milho	74,00	44,40	44,40	44,40	44,40
Fração de milho	-	40,00	40,00	40,00	40,00
Farelo de soja	21,50	12,90	12,90	12,90	12,90
Sup. mineral vitaminico ¹	3,50	2,10	2,10	2,10	2,10
L-Lisina HCl 78%	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05
Óleo de soja	1,00	0,6	0,6	0,6	0,6
Total	100,00	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição calculada					
	T1	T2	T3	T4	T5
EM (kcal/kg)	3233	3258	3213	3205	3177
Proteína bruta (%)	15,80	13,02	12,80	12,84	13,25
Lisina digestível (%)	0,758	0,519	0,535	0,531	0,545
Metionina+Cist.digestível(%)	0,480	0,396	0,400	0,404	0,412
Treonina digestível (%)	0,520	0,380	0,400	0,392	0,408
Cálcio (%)	0,697	0,422	0,426	0,422	0,426
Fósforo Total (%)	0,540	0,420	0,424	0,404	0,436
Fósforo disponível (%)	0,340	0,261	0,263	0,252	0,271
Sódio (%)	0,185	0,115	0,115	0,115	0,115

¹ Níveis de garantia por kg do produto: Ác. Fólico: 80 mg; Ác. Pantotênico: 270 mg; BHT: 50 mg; Biotina: 1,60 mg; Cálcio: 178 g; Cobre: 2580 mg; Colina: 1400 mg; Ferro: 1237,50 mg; Flúor (Máx.) : 704 mg; Fósforo (Mín.) : 70,45 g; Iodo: 6,75 mg; Lincomicina: 500 mg; Lisina: 4200 mg; Manganês: 337,50 mg; Niacina: 675 mg; Selênio: 6,75 mg; Sódio: 47,50 g; Vit. A: 135000 UI; Vit. B₁: 22,50 mg; Vit. B₁₂: 337,50 mg; Vit. B₂ : 94,50 mg; Vit. B₆: 45 mg; Vit. D₃: 28,12 UI; Vit. E: 562 UI; Vit. K₃: 45 mg; Zinco: 1800 mg.

Tabela 2 – Composição percentual e calculada das rações da fase de terminação.

Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4	T5
Milho	82,43	49,46	49,46	49,46	49,46
Fração de milho	-	40,00	40,00	40,00	40,00
Farelo de soja	13,50	8,10	8,10	8,10	8,10
Sup. mineral vitaminico ¹	3,00	1,80	1,80	1,80	1,80
L-Lisina HCl 78%	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05
Óleo de soja	1,00	0,6	0,6	0,6	0,6
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4	T5
EM (kcal/kg)	3262	3147	3132	3098	3033
Proteína bruta (%)	12,92	11,29	11,08	11,11	11,52
Lisina digestível (%)	0,609	0,429	0,445	0,441	0,457
Metionina+Cist.digestível(%)	0,410	0,354	0,358	0,362	0,370
Treonina digestível (%)	0,410	0,314	0,334	0,326	0,342
Cálcio (%)	0,590	0,358	0,362	0,358	0,362
Fósforo Total (%)	0,483	0,386	0,390	0,370	0,402
Fósforo disponível (%)	0,300	0,237	0,239	0,228	0,247
Sódio (%)	0,160	0,100	0,100	0,100	0,100

¹ Níveis de garantia por kg do produto: Ác. Fólico: 80 mg; Ác. Pantotênico: 270 mg; BHT: 50 mg; Biotina: 1,60 mg; Cálcio: 178 g; Cobre: 2580 mg; Colina: 1400 mg; Ferro: 1237,50 mg; Flúor (Máx.) : 704 mg; Fósforo (Mín.) : 70,45 g; Iodo: 6,75 mg; Lincomicina: 500 mg; Lisina: 4200 mg; Manganês: 337,50 mg; Niacina: 675 mg; Selênio: 6,75 mg; Sódio: 47,50 g; Vit. A: 135000 UI; Vit. B₁: 22,50 mg; Vit. B₁₂: 337,50 mg; Vit. B₂ : 94,50 mg; Vit. B₆: 45 mg; Vit. D₃: 28,12 UI; Vit. E: 562 UI; Vit. K₃: 45 mg; Zinco: 1800 mg.

O período experimental teve duração de 10 dias para cada repetição, sendo cinco dias de adaptação às gaiolas e rações experimentais e cinco dias de coleta de fezes e urina. O galpão experimental está representado na Figura 3.



Figura 3- Galpão experimental dos ensaios de metabolismo.

As rações foram oferecidas em duas refeições ao dia, às 9h e às 16h. A quantidade de ração fornecida foi calculada com base no peso metabólico de cada animal e no consumo observado na fase de adaptação.

Foi utilizado o método de coleta total de fezes sendo usado o marcador fecal óxido crômico (0,5%) para indicar o início e o final da fase de coleta de amostras, segundo descrito por Sakomura e Rostagno (2007).

As fezes produzidas foram coletadas diariamente, pesadas e retiradas alíquotas de 200g por repetição e acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e conservadas em freezer até o final do período experimental. Posteriormente, foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas. Uma amostra de 200g das fezes homogeneizadas foi retirada, seca em estufa de ventilação forçada (55°C) por 72 horas e moída em moinho tipo Willey, e peneira crivada de 1 mm para análise de matéria seca, nitrogênio e energia bruta.

A urina foi coletada uma vez por dia, em baldes plásticos contendo 20 ml de HCl diluído na proporção de 1:1, para evitar fermentação e perda de nitrogênio. O volume foi completado com água destilada para 3 L. Foram utilizados filtros de tela no funil coletor para evitar impurezas nas amostras. Após a homogeneização

desse volume foi retirada uma alíquota de 150 ml, que foi armazenada em freezer para posterior determinação de energia bruta.

3.2 – Análises laboratoriais

Foram realizadas análises bromatológicas dos diferentes tipos de milho utilizados para estimar sua composição através dos valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (LZNA – CCTA/ UENF), segundo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2005).

Os teores de energia bruta dos tipos de milho, das rações experimentais e das fezes foram determinados através de bomba calorimétrica (PARR INSTRUMENTS CO, 1984), no Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

As análises de energia bruta das amostras de urina foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos (LANA), no Instituto de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal.

Foram realizadas análises físicas para classificação dos grãos estratificados pela mesa densimétrica, pela empresa Guaraves Alimentos, seguindo os parâmetros determinados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), considerando os grãos quebrados, ardidos, carunchados, chochos, impurezas, fragmentos e material estranho.

A densidade dos diferentes tipos de milho foi avaliada através do peso hectolítrico no Laboratório de Engenharia Agrícola (LEAG) do CCTA- UENF. Foram realizadas 5 repetições para cada tipo de milho no densímetro modelo “The easy-way”, fabricado pela “Farm-Tec”, utilizando balança “Sartorius” modelo BP 4100S, com capacidade máxima de 4100g.

Foram realizadas análises de micotoxina nos diferentes tipos de milho no Laboratório da fábrica de rações da Reginaves Indústria e Comércio de aves Ltda.

(RICA). Os teores de micotoxina foram determinados através de imunoensaio antígeno-anticorpo (Kit Elisa).

Ao final do período experimental foi quantificada a ração consumida por repetição durante os cinco dias de coleta de cada repetição.

A partir dos resultados obtidos nas análises laboratoriais dos tipos de milho, das rações referência, das fezes e da urina foram calculados os valores de energia digestível (ED) e energia metabolizável aparente (EMA) das rações e dos tipos de milho avaliados no experimento, utilizando as equações propostas por Matterson *et al.*, (1965).

$$ED \text{ Ração} = (EB \text{ ingerida} - EB \text{ excretada nas fezes}) / MS \text{ ingerida}$$

$$ED \text{ alimento} = ED \text{ Ref.} + ((ED \text{ teste} - ED \text{ Ref.}) / (g \text{ alimento} / g \text{ Ração}))$$

$$EMA \text{ (kcal / kg de MS)} = (EB \text{ ingerida} - EB \text{ excretada nas fezes} - EB \text{ excretada na urina}) / MS \text{ ingerida}$$

$$EMA \text{ Alimento} = EMA \text{ Ref.} + ((EMA \text{ teste} - EMA \text{ Ref.}) / (g \text{ alimento} / g \text{ ração}))$$

3.3 - Formulação das equações de predição

Para elaboração das equações de predição foram utilizados os valores de energia metabolizável (EM) obtidos nos ensaios de metabolismo nas diferentes fases, o Índice de Classificação do Milho (ICM), e a Densidade das frações de milho (DEM).

Amostras dos diferentes milhos utilizados nos tratamentos foram classificadas de acordo com os padrões de classificação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no Laboratório da Guaraves Alimentos – Guarabira-PB, sendo quantificados os percentuais de grãos quebrados, ardidos, carunchados, chochos, e de impurezas, fragmentos e materiais estranhos presentes nas amostras de cada milho.

Para obtenção do ICM a partir destes dados foi utilizada a seguinte fórmula:

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

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

Os dados de EM obtidos a partir dos ensaios de metabolismo, o ICG e o DEM foram submetidos a análises de regressão gerando duas equações de predição do valor energético do milho para cada uma das fases de crescimento e terminação dos suínos, uma relacionando EMAn e DEM, e outra relacionando EMAn e ICM.

3.4 – Modelo Estatístico

Os resultados do ensaio de metabolismo foram submetidos primeiramente à análise de estatística descritiva, utilizando média e desvio padrão.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC), seguindo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + B_j + T_i + e_{ij};$$

Y_{ij} = valor observado referente ao i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco;

μ = efeito da média geral;

B_j = efeito do j-ésimo bloco

T_i = efeito do i-ésimo tratamento (Milhos);

e_{ij} = erro aleatório.

As equações de predição da EMA foram elaboradas através de análises de regressão a partir de resultados dos ensaios de metabolismo realizados com milhos de diferentes qualidades, utilizando suínos nas fases de crescimento e terminação. As equações utilizaram a densidade (kg/m^3) e resultados de classificação dos grãos (%) como variáveis independentes, utilizando o programa de Análises Estatísticas SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2005).

4- Resultados e Discussão

4.1 – Ambiência

Na tabela 3 as médias dos elementos climáticos (temperatura do ar, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa) observados durante o período experimental no interior do galpão.

Tabela 3- Temperaturas média, máxima e mínima observadas dentro do galpão durante o ensaio de metabolismo.

	Crescimento		Terminação	
Temperatura Média (°C)	24,8		24,3	
	Máx	Mín	Máx	Mín
Média (°C)	27,3	21,1	25,3	21,8
Umidade Média (%)	74,6		67,0	

Considerando os dados de literatura, a temperatura e umidade relativa de conforto para suínos em crescimento e terminação situam-se na faixa de 18°C – 22 °C e 50 - 70%, respectivamente (SARUBBI, 2005). As conseqüências de ultrapassar essa faixa são o aumento de dias para chegar ao peso de abate, pela menor ingestão diária de nutrientes e piora na conversão alimentar, visto que parte dos nutrientes é desviada para a manutenção da homeotermia, levando a prejuízos econômicos.

Os resultados encontrados nas médias de temperatura das duas fases ultrapassaram a zona considerada como conforto térmico para os suínos, porém, seu desenvolvimento final não sofreu grande alteração sobre os padrões normais esperados.

Ainda assim o ideal seria adequar melhor o galpão experimental para que as referências de temperatura sejam respeitadas para cada fase de criação, de acordo com a época do ano em que os experimentos forem realizados.

4.2 - Descrição das frações de milho estudadas

4.2.1 – Classificação dos grãos

Na Tabela 4 e Figura 4 são apresentados os resultados da classificação dos grãos das diferentes frações do milho estratificado na mesa densimétrica. Esta classificação segue os padrões do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Tabela 4 -Classificação das frações de milho estratificado na mesa densimétrica

Classificação	MDA	MDT	MDI	MDB
Quebrados (%)	5,67	35,73	26,90	51,20
Ardidos (%)	1,66	4,17	2,49	4,86
Carunchados(%)	0,76	0,12	0,27	0,28
Chochos (%)	0,37	2,63	2,65	3,37
Impurezas/fragmentos(%)	0,30	3,72	17,02	20,95
Material estranho(%)	0,03	0,75	1,30	2,42
ICM (%)	91,21	52,88	49,37	16,91

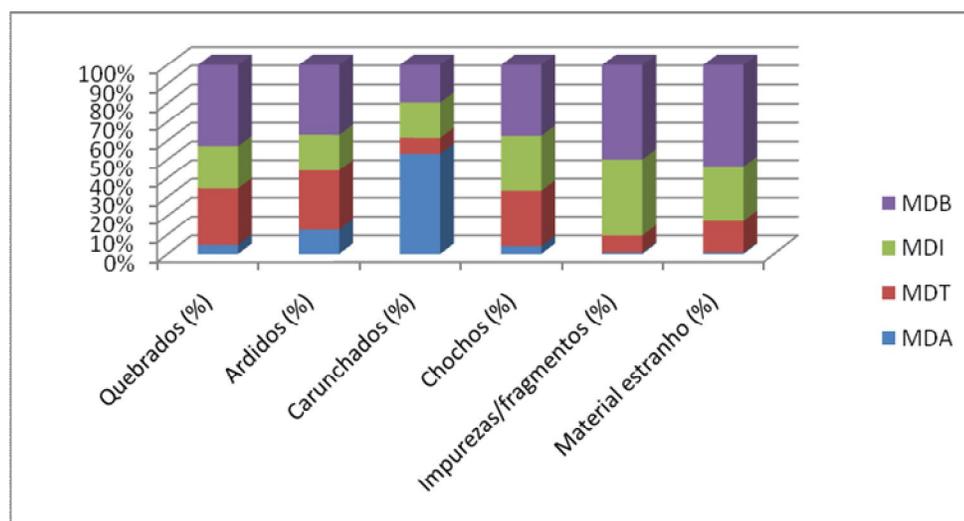


Figura 4 - Classificação das frações de milho estudadas.

A partir da classificação observou-se maiores ocorrências de grãos quebrados, ardidos, chochos, impurezas, fragmentos e material estranho no milho de densidade baixa, demonstrando ser esta a fração de pior qualidade.

A fração denominada como MDA apresentou os melhores valores em relação às demais quanto aos defeitos apresentados na classificação dos grãos. Esta fração apresentou maior porcentagem de grãos íntegros.

Considera-se que quanto maior o ICM melhor a qualidade do milho utilizado. Concordando com Silva (2009), verifica-se que à medida que a densidade do milho diminui, aumentam as proporções de milho quebrado, ardido, chocho, impurezas, fragmentos e material estranho, diminuindo a porcentagem de milho de boa qualidade. Ou seja, quanto menor a densidade, menor o ICM e portanto pior a qualidade do grão.

As maiores porcentagens de grãos quebrados (51,20%) e de impurezas e fragmentos (20,95%), foram encontrados na fração MDB, seguidos pela fração MDI, com 35,73% de grãos quebrados e 17,02% de impurezas e fragmentos. Esses valores corroboram com os encontrados por Silva (2009); Bonaparte (2010) e Corte Real (2010) que também verificaram aumento do percentual de imperfeições de acordo com a diminuição da densidade dos grãos.

Segundo os dados da classificação dos grãos pode-se observar a eficiência da mesa densimétrica em diferenciar frações de milho bastante distintas entre si, o que pode influenciar na composição da matriz nutricional. Sendo assim, verifica-se a necessidade de correções na determinação da energia metabolizável, de acordo com a qualidade das frações do milho, determinadas pela classificação dos grãos.

Segundo Biaggi *et al.* (1996), o comércio internacional de grãos procura orientar a qualidade por variáveis como umidade, grãos quebrados, material estranho, cor e imperfeições. No Brasil, Lima (2001), relata que o mercado de milho, em geral, valoriza pouco a qualidade, pois o pagamento diferenciado premiando este atributo é pouco significativo.

4.2.2 – Densidade das frações de milho

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados da densidade (peso específico) das frações do milho estratificado pela mesa densimétrica utilizando o método do peso hectolítrico (PEH).

Tabela 5 - Densidade das frações do milho e Índice de classificação do milho.

Frações de Milho	MDA	MDI	MT	MDB
	kg/m ³			
Média	794	715	698	578
Desvio Padrão	1,55	5,88	7,66	10,43
CV (%)	0,19	0,82	1,10	1,81

A média da densidade para MDA foi 9,05; 12,09 e 27,20% superiores às densidades observadas para o MDT, MDI e MDB, respectivamente.

Como observado por Silva (2009) é de se esperar que o milho com maior densidade ou maior peso por unidade de volume possua maior valor nutricional, principalmente energia, visto seu maior conteúdo de amido.

Comparando milhos com duas densidades (< 650 kg/m³ e > 750 kg/m³), estratificados pela mesa densimétrica, Pereira *et al.*, (2009) relataram que o milho que apresentou densidade inferior a 650 kg/m³ apresenta menores níveis de EMA (3836 kcal/kg vs 3956 kcal/kg) e maiores níveis de PB (9,0 vs 8,5), com aumento no valor de lisina (0,29 vs 0,22), quando comparado com o milho de densidade superior a 750 kg/m³.

Leesom e Summers (1997), citados por Barbarino Jr. (2001) relatam que 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. A densidade do grão é utilizada comercialmente para estabelecer classificação e preços de mercado.

De acordo com Lima (2010), quanto maior a densidade, maior é o valor energético do milho e menor é o custo de produção de aves e suínos. A densidade é facilmente determinada e utilizada há muitos anos para a comercialização de cereais de inverno como o trigo, triticale e cevada.

Em alguns casos, como aveia, trigo, cevada e sorgo, existe alta correlação entre a densidade e sua qualidade nutricional, principalmente relacionadas a seus valores de energia e proteína bruta.

Na Tabela 6 é apresentada uma classificação de milho usando parâmetros atuais e incluindo a densidade, proposta por Lima (2010).

Tabela 6 – Proposição para classes de milho em função de defeitos e da densidade(Cláudio Bellaver e Gustavo J.M.M. de Lima, informação pessoal).

Tipo	Umidade máxima (%)	Densidade mínima (kg/m ³)	(a) Avariados: ardidos e carunchados (%)	(b) Fragmenta dos e quebrados (%)	(a + b) Total de danificados (%)
1	14	722	2	3	5
2	14	697	4	5	9
3	14	671	6	7	13
4	14	632	8	10	18
5*	Acima de 14	Abaixo de 632	> 8	> 10	> 18

*A classe 5 corresponde ao milho Abaixo do Padrão. Quando a partida de milho apresentar odor indesejável generalizado de azedo ou mofo será desclassificada.

A melhoria do padrão de qualidade do milho deve ser um processo de contínuo aperfeiçoamento. A primeira alternativa é aumentar o número de classes permitindo discriminar melhor a qualidade do grão. Isso auxilia em muito o trabalho dos nutricionistas, pois podem usar a classe de milho de melhor qualidade para a produção de rações para animais jovens e para as categorias de maior necessidade, como fêmeas em gestação e lactação (LIMA, 2010).

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 precoces 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).

Segundo Dale (1994), existe um número limitado de relatos na literatura sobre a relação entre a densidade e energia metabolizável do milho. Nestes trabalhos não foram estabelecidas relações entre as baixas densidades e reduções dos valores de energia metabolizável ou de desempenho dos animais. No entanto, Barbarino Jr. (2001) relata que em um trabalho desenvolvido no Canadá, 26 amostras de milho foram avaliadas e foi detectada relação positiva entre a energia metabolizável e a densidade.

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 e suínos, reduções nos valores energéticos do milho, 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.

Entretanto, segundo Dale (1994), a densidade é de utilidade prática limitada, porque diversos outros fatores afetam a energia metabolizável. Mas, não seria errado assumir uma energia metabolizável ligeiramente mais baixa em grãos com densidades menores que os valores usuais.

4.2.3 – Micotoxinas

Na Tabela 7 são apresentados os resultados da análise de aflatoxina para as frações do milho estratificado pela mesa densimétrica.

Tabela 7 - Valores de micotoxinas encontrados nas frações de milho

Frações de Milho	MDA	MDI	MDT	MDB
Aflatoxinas (ppb)	0,0	0,41	0,95	4,29
Desvio Padrão	0,0	0,38	0,18	0,97

De acordo com os resultados apresentados, a fração MDA está livre da presença de aflatoxinas, e o maior valor é encontrado na fração MDB.

No Brasil, as únicas micotoxinas que apresentam níveis máximos permitidos nos alimentos, regulamentados por lei, são as aflatoxinas. O Ministério da Saúde, Resolução 274, da ANVISA, de 15 de outubro de 2002, estabelece limites máximos de aflatoxinas admissíveis no leite, no amendoim e no milho. A soma das aflatoxinas B1, B2, G1, G2 não deve ultrapassar 20 µg/kg (ppb) (BRASIL, 2002).

Embora a fração MDB apresente o maior valor de micotoxina, este fato não é preocupante, pois os valores de aflatoxina encontrados nas diferentes frações de milho são muito inferiores ao limite máximo permitido por lei. A porcentagem de micotoxina na fração MDB, que apresenta o maior valor é 78,55% inferior ao permitido por lei. Sendo assim, a utilização de qualquer uma das frações de milho pode ser considerada segura na alimentação de suínos.

A presença de aflatoxinas na matéria-prima das rações é um fator importante, pois o desenvolvimento de fungos nos grãos pode alterar significativamente seu valor nutritivo, refletindo negativamente no desempenho zootécnico dos animais. Segundo Zaviezo *et al.*, (2005), em estudo com aves, a contaminação por micotoxinas proporcionou uma redução de 4 a 5% do valor da energia metabolizável.

Trabalhando com milhos de diferentes densidades Pereira *et al.*, (2008), observaram que o milho que apresentou densidade inferior a 650 possui maiores níveis de micotoxinas e ergosterol, além de menores níveis de energia. O ergosterol é um dos mais importantes esteróis, constituinte natural das células ou membranas miceliais da grande maioria dos fungos.

Uma menor densidade pode ocorrer em consequência da contaminação por fungos, desde a lavoura até o armazenamento, havendo consumo de matéria seca do grão com diminuição do seu peso específico e da 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.

Segundo Pereira *et al.*, (2008), a presença de fungos em uma massa de grãos não significa que haverá produção de micotoxinas, entretanto tratando-se de fungos pertencentes a linhagens toxígenas, coincidindo com variáveis ambientais propícias e condições de manejo inadequadas, a produção de micotoxinas pode ser acentuada.

4.3 – Composição nutricional das frações de milho

Quando comparados os valores encontrados para as frações de milho de diferentes densidades obtidos neste estudo, com os dados da literatura, tanto nas tabelas nacionais (ROSTAGNO *et al.*, 2005 e EMBRAPA, 1991), quanto em tabela estrangeira (NRC, 1998), observa-se variações entre os valores de composição química das frações (MDA, MDI, MDT e MDB) com os daquelas referências. Segundo Hruby (2005), estas variações podem ser causadas por vários fatores, como material genético, diferença entre os solos, adubação, clima, e tratamentos pós-colheita, como secagem e armazenamento.

Os valores de energia metabolizável e a composição química das diferentes frações de milho estratificado pela mesa densimétrica são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Composição nutricional das diferentes frações de milho.

Valores Nutricionais	Unidade	MDA	MDT	MDI	MDB
EMA cresc.	kcal/kg	3295	3183	3164	3092
EMA term.	kcal/kg	2974	2938	2852	2687
Matéria Seca	%	87,17	87,34	87,02	87,43
Umidade	%	12,83	12,66	12,98	12,57
Proteína Bruta	%	8,84	8,31	8,40	9,42
Extrato Etéreo	%	1,88	1,51	1,49	1,75
Fibra Bruta	%	1,74	2,18	2,27	2,55
Matéria Mineral	%	1,65	1,62	1,19	2,13
Extrato não nitrogenado ¹	%	73,06	73,72	73,67	71,58
Cálcio	%	0,01	0,02	0,01	0,02
Fósforo Total	%	0,24	0,25	0,20	0,28

¹ ENN (%) = 100 – (%UM + %PB + %MM + %FB + %EE).

Segundo Dale (1999), variações nos valores de composição entre lotes de um mesmo alimento são inevitáveis, além das variações provenientes dos ingredientes melhorados geneticamente e que estão disponíveis para a indústria de rações, bem como novos subprodutos.

Os valores de matéria seca não diferiram muito em relação às diferentes frações e encontram-se próximos aos valores reportados por Rostagno (2005).

Os teores de proteína bruta variaram em até 11,78 % (de 8,31 a 9,42%) e foram superiores aos relatados por Rostagno (2005). Segundo Kato (2005), a forma e a frequência com que são realizadas as adubações nitrogenadas influenciam os teores de proteína bruta do grão de milho, devido ao aumento da zeína, que é uma proteína de baixo valor nutricional. No entanto, essa hipótese pode ser descartada, já que as frações estudadas são originárias do mesmo lote de milho. Sendo assim, é possível que esta variação seja devido à própria característica do grão.

Segundo Lima (2010), considerando-se que as dietas são formuladas para teores de aminoácidos digestíveis e não para proteína bruta, recomenda-se a não desperdiçar recursos com análises de proteína bruta, pois ela é de pouca importância prática na avaliação de partidas de milho. Isto acontece, pois, em

geral, o teor de proteína bruta do milho tem baixa correlação com os teores em aminoácidos no grão de milho, devido ao acúmulo de amônio e nitrato (nitrogênio não protéico) que é aumentado com a prática essencial da adubação nitrogenada de cobertura (LIMA, 2010).

Lopes *et al.*, (1998) avaliaram a perda de peso e mudanças na composição química do milho e verificaram que à medida que os ataques de pragas e fungos aumentaram os grãos apresentaram redução de peso, aumento no teor protéico, redução no seu valor energético e aumento de alguns aminoácidos essenciais.

Dale (1995) também encontrou maiores valores de proteína bruta nos grãos de milho contaminados por fungos e observou que as frações de menor densidade possuem maior contaminação fúngica, em decorrência da maior concentração de pó.

Em um trabalho testando híbridos comerciais de milho, coletados em diferentes propriedades do Rio Grande do Sul, na safra de 1998 e 1999, Lima *et al.*, (2000) observaram uma grande variabilidade no teor de proteína bruta (de 7,18 a 13,66%), de óleo (de 2,87 a 6,87%) e de energia metabolizável (de 2592 a 3937 kcal/kg) dentro da mesma variedade.

Schmidt *et al.*, (2003), também avaliaram diferentes híbridos comerciais de milho na cidade de Marechal Cândido Rondon no estado do Paraná, e relataram variabilidade entre a composição química destes em relação aos teores de matéria seca (de 87,37 e 96,66%), proteína bruta (de 8,39 a 13,32%) e óleo (de 1,41 a 4,77%).

Os valores de extrato étereo encontrados em todas as frações analisadas foram menores do que o reportado por Rostagno (2005), tendo a fração MDI o menor valor dentre todas as frações (1,49%).

Krabbe (1995) comenta que um dos motivos para a redução do conteúdo de óleo dos grãos são as más condições de armazenamento (temperatura e umidade inadequadas) e a atividade fúngica. Em consequência há uma redução no valor de EM do alimento, e no caso do milho em particular, a EM pode ser depreciada de 5 a 25% em função do armazenamento inadequado.

Em geral, a quantidade de energia liberada pelo metabolismo de gorduras e óleos é 2,25 vezes maior que a quantidade de energia liberada pelo metabolismo de carboidratos. Desta forma, o aumento do teor de óleo do milho indica que ele

tem maior valor energético, podendo reduzir o custo de produção de suínos e aves (LIMA, 2010).

Os teores de óleo e amido representam grande impacto no valor nutricional do milho e nos custos das dietas. Assim, maior importância deveria ser dada às variações na composição nutricional deste grão, especialmente no teor de óleo, ajustando-se o valor energético do milho nas planilhas de formulação das dietas em função do seu teor de óleo (LIMA, 2010).

O maior teor de fibra foi apresentado na fração MDB (2,55%), esta fração obteve valor de fibra 31,76% maior que a fração MDA, que apresentou o menor teor de FB (1,44%). O valor de FB do MDA, logo, o menor entre as frações também foi menor do que o relatado por Rostagno (2005), que é de 1,73 %.

Segundo Borges (1998), a presença de maiores teores de fibra no alimento pode interferir no teor energético da dieta de três formas: tornando os nutrientes inacessíveis e impedindo o acesso das enzimas necessárias à sua degradação; provocando gelificações que dificultam o processo de digestão; as gelificações também aumentam a viscosidade da digesta, diminuindo o trânsito intestinal, exercendo um efeito negativo sobre o consumo de ração.

Miller *et al.*, (1994) avaliando os efeitos do tipo de amido, β -glucanas totais e níveis de fibra em detergente ácido (FDA) sobre energia da cevada para aves e suínos, verificaram que o aumento de β -glucanas de 3,4 para 6,8% diminuiu a EMVn de 3248 para 2855 kcal/kg. Da mesma forma, um aumento de FDA de 2,1 a 12% reduziu a EMVn de 3301 a 2630 kcal/kg. Esses dados demonstram que a FDA tem maior efeito na depressão da energia da cevada para aves e suínos do que o conteúdo de β -glucanas totais.

Rizzo (2006), trabalhando com soja, verificou que a menor quantidade de fibra e minerais não significa apenas mais proteína e aminoácidos, mas também maiores conteúdos de energia disponível para animais monogástricos.

As variações nos valores de composição química dos alimentos são sempre esperadas, uma vez que variedades melhoradas estão sempre sendo apresentadas ao mercado (NASCIMENTO, 2007).

Objetivando-se a formulação de rações com valores mais próximos dos valores reais das matérias-primas, é necessário estabelecer a composição química de cada lote produzido ou a composição média, dos vários lotes. No entanto, a análise de cada partida de ingredientes é cara e trabalhosa, e na

ausência de informações mais exatas sobre a composição de nutrientes, os nutricionistas utilizam margens de segurança. Porém, esta estratégia pode resultar em um aumento significativo nos custos da ração e na emissão de dejetos no meio ambiente (BARBARINO JR., 2001).

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), diferiram entre as frações devido, principalmente às suas diferentes composições químicas. De acordo com Noblet (2001), o aproveitamento da ED e EM pelos suínos é influenciado pela composição da dieta, porque a eficiência de utilização da energia para manutenção ou crescimento é influenciada pelo conteúdo de nutrientes.

Os valores de EMA encontrados neste estudo para fase de crescimento foram: 3295, 3183, 3164 e 3092 kcal/kg, respectivamente, para as frações MDA, MDT, MDI e MDB.

Os valores de EMA encontrados no presente estudo para a fase de terminação foram 2974, 2938, 2852 e 2687 kcal/kg, respectivamente, para as frações MDA, MDT, MDI e MDB.

Em ambas as fases a fração MDA apresentou o maior valor, enquanto a MDB apresentou o menor valor de EMA. Estes dados corroboram com os encontrados por outros pesquisadores trabalhando com aves e suínos (SILVA, 2009; CORTE REAL, 2009; BONAPARTE, 2009).

A fração MDA foi superior ao MDI e MDB em 3,4 e 6,2%, respectivamente, em relação ao teor de EM na fase de crescimento. Na fase de terminação o MDA teve o valor de EM superior ao MDI e MDB em 4,1 e 9,7 %, respectivamente.

O MDA mostrou-se superior às demais frações nos ensaios com as duas fases de criação, enquanto os piores valores foram encontrados no MDB. Observou-se, desta forma, a qualidade inferior dos grãos de baixa densidade, o que é explicado pelo seu maior percentual de avarias encontrados na classificação dos grãos.

Estes dados estão de acordo com os encontrados por Silva (2008), Silva (2009), Corte Real, (2010) e Bonaparte (2010) reafirmando a eficiência da mesa densimétrica em estratificar grãos de melhor qualidade. A maior incidência de grãos quebrados, chochos, presença de fragmentos, impurezas e material estranho explica a menor EMA dos milhos de densidade mais baixa.

A composição química das frações também confirma a qualidade inferior da fração MDB em relação às demais frações. A fração MDA apresentou maior teor de extrato etéreo e menor teor de fibras, o que favorece um maior valor de EMA.

Rodrigues *et al.*, (2003) trabalhando com rações formuladas com milhos de diferentes variedades e regiões, concluíram que a procedência dos milhos influenciou a digestibilidade dos nutrientes e que os valores energéticos das rações estudadas variaram em função da composição dos milhos. Vieira *et al.*, (2007), avaliando os valores energéticos de 45 híbridos de milho para o uso em dietas para frangos de corte, concluíram que a EMAn variou de 3405 a 4013 kcal/kg de MS.

Devido às variações físicas e químicas do milho, recomenda-se que sejam feitas correções nas matrizes nutricionais, para utilização deste na formulação de rações para suínos.

A idade dos animais é um dos fatores mais citados como causador de variações nos valores de EM determinados nos alimentos. Entretanto, normalmente, se utiliza um único valor de EM dos alimentos para formular as rações de suínos em todas as idades, ignorando o fato de que a digestibilidade dos nutrientes varia com a idade do animal (FREITAS, 2003).

No presente estudo foram observadas diferenças no aproveitamento de energia pelos suínos nas duas fases. Geralmente a digestibilidade da energia tende a aumentar com a idade do animal, pois ocorre o desenvolvimento do trato digestório e melhora no aproveitamento dos nutrientes. No entanto, isto não ocorreu neste experimento, onde o melhor aproveitamento da energia do alimento foi verificado na fase de crescimento, ou seja, em animais mais jovens.

Brumano *et al.*, (2006), trabalhando com aves, observaram melhora no aproveitamento de energia para aves mais velhas, no entanto Albino *et al.*, (1996) e Nascimento *et al.*, (2005), comparando o mesmo, não verificaram diferenças em relação à idade dos animais.

Segundo Noblet e Henry (1993), as diferenças nos coeficientes de digestibilidade da energia, em diferentes idades, estágios fisiológicos e nível de alimentação são explicadas, em grande parte, por mudanças na utilização digestiva da fibra, gordura e proteína bruta, que são dependentes do tempo de trânsito e da capacidade digestiva do suíno.

O fato do aproveitamento da energia ter sido maior em animais mais velhos neste estudo, pode ser explicado por terem sido comparadas duas fases próximas, onde os animais já apresentavam trato intestinal bem desenvolvido, tendo apresentado, portanto, diferença pouco significativa entre si. O aproveitamento menor na fase de terminação pode ter ocorrido devido a características particulares dos indivíduos avaliados.

As diferenças entre os valores de energia estimados com suínos nas fases de crescimento e terminação verificadas neste estudo reforçam a teoria de que é necessário determinar a energia dos alimentos de acordo com a categoria animal, para que os suínos possam melhor utilizá-los, contribuindo para uma melhor eficiência alimentar e diminuição dos custos de produção.

As estimativas do conteúdo de aminoácidos totais e digestíveis nas frações de milho foram obtidas utilizando-se a análise do NIRs, os valores são apresentados nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 - Valores de proteína bruta e aminoácidos totais das frações de milho estratificadas pela mesa densimétrica.

	Unidade	Tabela ¹	MDA	MDT	MDI	MDB
Proteína	%	8,26	8,84	8,31	8,40	9,42
Lisina	%	0,24	0,20	0,25	0,24	0,29
Metionina	%	0,17	0,14	0,15	0,16	0,17
Cistina	%	0,19	0,15	0,16	0,16	0,17
Met + Cis	%	0,36	0,29	0,31	0,32	0,34
Treonina	%	0,32	0,21	0,24	0,24	0,29
Triptofano	%	0,07	0,04	0,07	0,06	0,08
Valina	%	0,40	0,32	0,35	0,35	0,40
Isoleucina	%	0,29	0,20	0,23	0,22	0,24
Leucina	%	1,02	0,67	0,76	0,75	0,81
Fenilalanina	%	0,41	0,27	0,31	0,30	0,35
Histidina	%	0,26	0,20	0,20	0,19	0,21
Arginina	%	0,39	0,32	0,35	0,34	0,39

¹ Dados segundo ROSTAGNO *et al.* (2005).

Tabela 10- Valores de proteína bruta e aminoácidos digestíveis das frações de milho estratificado pela mesa densimétrica

	Unidade	Tabela ¹	MDA	MDI	MDT	MDB
Proteína	%	8,26	8,84	8,40	8,31	9,42
Lisina	%	0,19	0,16	0,19	0,20	0,23
Metionina	%	0,15	0,14	0,15	0,14	0,16
Cistina	%	0,17	0,13	0,14	0,14	0,15
Met + Cis	%	0,32	0,27	0,29	0,28	0,31
Treonina	%	0,26	0,17	0,20	0,22	0,24
Triptofano	%	0,06	0,04	0,05	0,06	0,06
Valina	%	0,35	0,28	0,31	0,31	0,35
Isoleucina	%	0,25	0,18	0,19	0,20	0,21
Leucina	%	0,94	0,62	0,70	0,71	0,75
Fenilalanina	%	0,37	0,26	0,27	0,28	0,32
Histidina	%	0,23	0,18	0,17	0,18	0,19
Arginina	%	0,36	0,29	0,31	0,32	0,35

¹Dados segundo ROSTAGNO *et al.* (2005).

Análise de aminoácidos totais realizada em maio de 2010 pela empresa ADISSEO

A utilização do NIRs para estimar o conteúdo de aminoácidos dos alimentos é uma técnica importante para a indústria de rações, pois é rápida, 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, 1996).

Assim como para a EMA, a estimativa da digestibilidade dos aminoácidos pelo NIRS depende da calibração do aparelho, de forma que os resultados sejam os mais próximos possíveis dos obtidos em ensaios biológicos (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Jackson e Dalibard (1995) determinaram a digestibilidade ileal dos aminoácidos e valores de aminoácidos de farinhas de origem animal através desta técnica e verificaram que a melhor calibração do NIRS foi para determinação de aminoácidos totais.

Para Suida (2001), no entanto, os dados obtidos pelo NIRS devem ser analisados com precaução, pois se trata de estimativa de valores mediante o uso de equações, não possuindo a mesma precisão de determinação direta dos aminoácidos mediante o uso da cromatografia líquida e de ensaios com animais vivos para a determinação da digestibilidade dos aminoácidos.

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).

Verificou-se que o teor de aminoácidos no MDB foi maior que nas demais frações, provavelmente por este apresentar um maior percentual de proteína bruta em relação às demais frações.

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.

As frações MDA, MDI e MDT obtiveram valores de aminoácidos digestíveis mais baixos do que os relatados por Rostagno *et al.*, (2005). A fração MDB apresentou valores maiores do que os encontrados por estes autores, na maioria dos aminoácidos essenciais. Porém, essas diferenças não foram muito contrastantes.

Comparando com Silva (2009), os teores de aminoácidos essenciais de todas as frações mostraram-se inferiores àqueles encontrados por este autor.

Em comparação ao trabalho de Bonaparte (2010), as frações MDI e MDT obtiveram maiores valores de aminoácidos do que os encontrados por este autor, enquanto nas frações MDA e MDB, vários aminoácidos apresentaram valores menores. O mesmo ocorreu quando comparados aos valores encontrados por Corte Real (2010).

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

4.4 – Equações de predição

As equações de predição geradas neste trabalho foram obtidas a partir dos resultados de ensaios de metabolismo com suínos na fase de crescimento e terminação, tendo como parâmetros os fatores físicos, índice de classificação do milho (ICM) e densidade (DEM).

Os dados de ICM e DEM foram escolhidos, justamente pela facilidade de acesso à estas informações. Tanto as indústrias de ração quanto os menores produtores podem obter esses dados ao comprar determinado lote de milho. Com uma equação que utilize essas variáveis, torna-se viável a utilização desta ferramenta na hora de decisão de compra do lote e da negociação dos preços.

Para cada fase foram geradas duas equações para estimar a EM do milho, de modo a ser escolhida aquela que melhor estimar os valores energéticos. Na tabela 11 e nas figuras de 5 a 8 estão representadas as equações elaboradas neste estudo.

Tabela 11 - Equações de predição e coeficientes de determinação.

Equações	R ²
Crescimento	
$EMAn = 3038,45 + 2,75723 \text{ ICM}$	0,992
$EMAn = 2550,1 + 0,909613 \text{ DEM}$	0,929
Terminação	
$EMAn = 2661,20 + 3,82682 \text{ ICM}$	0,830
$EMAn = 1899,71 + 1,38277 \text{ DEM}$	0,933

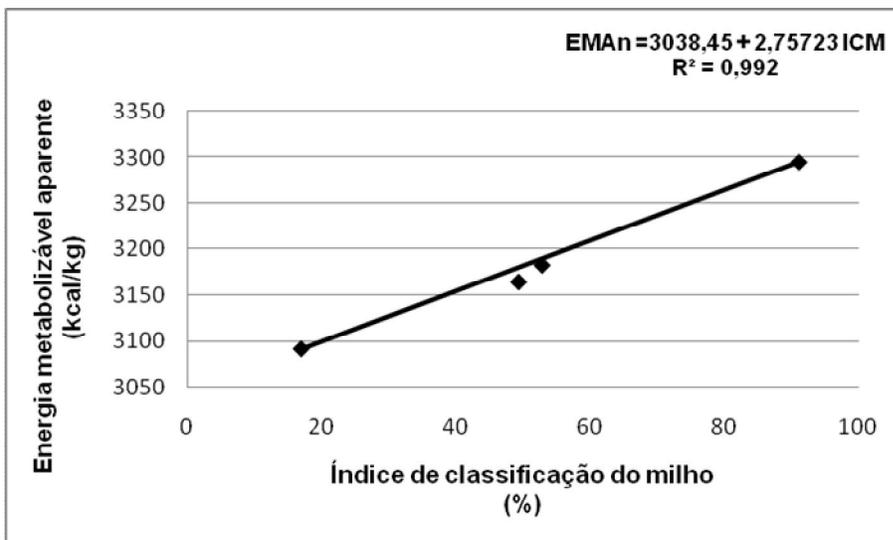


Figura 5- Equação de predição da EMAn do milho em função do ICM, para a fase de crescimento.

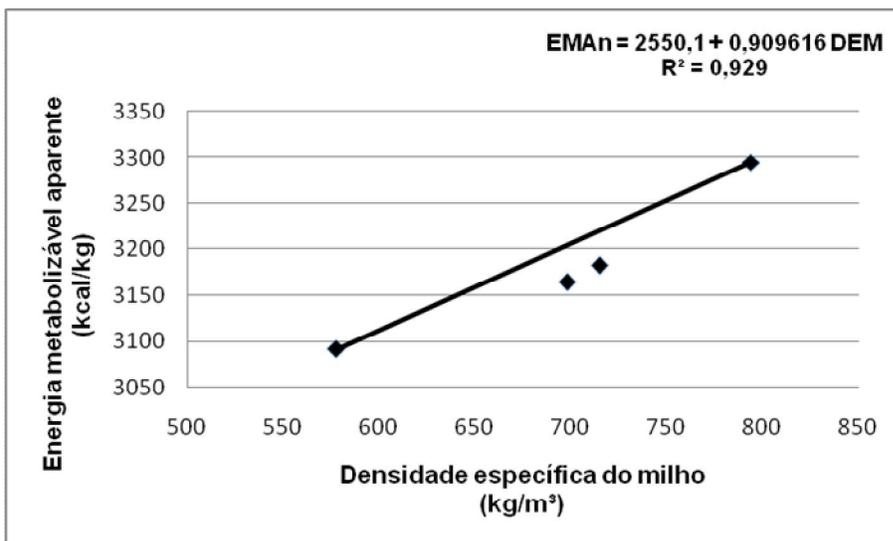


Figura 6- Equação de predição da EMAn do milho em função da DEM, para a fase de crescimento.

Os resultados obtidos para a fase de crescimento indicam, através da análise dos coeficientes de determinação das duas equações ($R^2 = 0,992$ e $0,929$), um excelente ajuste das equações aos resultados, de modo que as variações nas variáveis independentes explicam bem as variações nos valores de energia metabolizável.

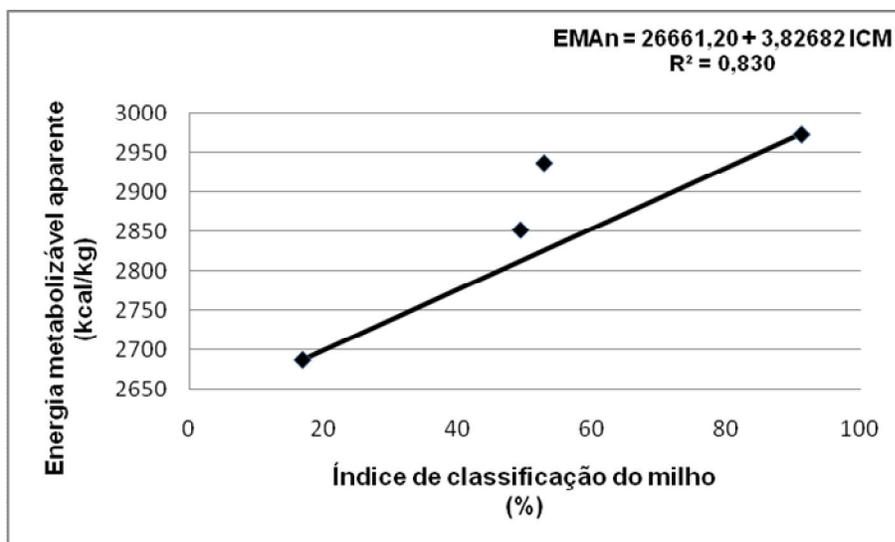


Figura 7- Equação de predição da EMAn do milho em função do ICM, para a fase de terminação

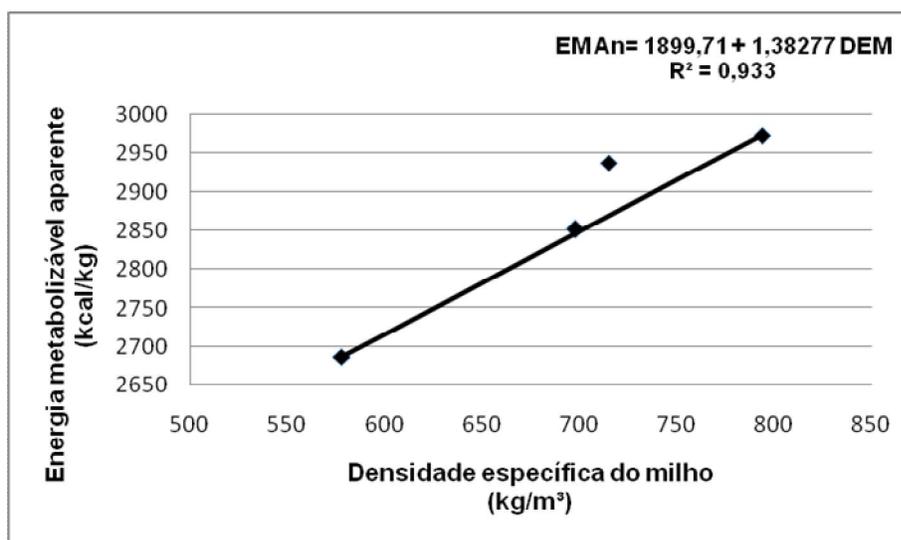


Figura 8- Equação de predição da EMAn do milho em função do ICM, para a fase de terminação.

Os resultados obtidos para a fase de terminação indicam, através da análise dos coeficientes de determinação das duas equações ($R^2 = 0,830$ e $0,933$), um excelente ajuste das equações aos dados, de modo que as variações nas variáveis independentes explicam bem as variações nos valores de energia metabolizável. A equação utilizando a variável DEM, apresentou um melhor valor

de R² do que a equação utilizando o ICM, porém, ambas obtiveram um bom ajuste.

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 exatidão 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).

As equações de predição têm sido bastante discutidas nos últimos anos por diversos pesquisadores, no entanto estes trabalhos têm usado com mais frequência parâmetros químicos, como forma de estimar o valor energético dos alimentos (Jansen, 1989; Noblet, 1994; Nunes *et al.*, 2001; Rodrigues *et al.*, 2001 e 2002; Borges *et al.*, 2003; Nagata *et al.*, 2004; Zonta *et al.*, 2004; Rostagno *et al.*, 2005 ; Nascimento, 2007).

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

Na prática, portanto, torna-se inviável e caro, principalmente para os produtores, a realização frequente de análises e testes experimentais que forneçam valores exatos dos componentes nutricionais dos grãos e suas respectivas digestibilidades.

Para o milho, um dos cereais mais utilizados na alimentação de suínos, e que apresenta grande variabilidade em função de aspectos produtivos e de danos por condições ambientais, Barbarino Júnior (2001), por meio de análises químicas e proximais estimou a EM do grão e a partir de análises físicas do percentual de avarias nos grãos estimou a perda de EM do milho.

De acordo com as equações elaboradas neste trabalho, ambas as variáveis, ICM e DEM podem ser utilizadas para a predição do valor energético do milho, ficando a critério do nutricionista utilizar a que mais lhe convier no momento da formulação da dieta.

Segundo Nascimento (2007), apesar de grande número de estudos ter sido conduzido para a determinação de relações entre composição química e valores energéticos de rações e ingredientes de rações, poucos estudos foram reportados sobre a aplicabilidade das equações desenvolvidas, de modo que é difícil saber o

grau de confiança que se pode ter nas equações disponíveis. Assim, valores de R^2 obtidos na elaboração das equações possibilitam a estimativa do ajuste da equação aos dados originais, mas não, necessariamente, indicam a exatidão da equação na predição de valores de matérias-primas ou rações em outros dados que não os originais.

Entretanto, apesar de sua utilidade, o NRC (1994) aponta para o fato de que nenhum estudo compara as equações estimadas com valores determinados posteriormente, ou seja, não há validação das equações em condições diferentes daquelas em que foram desenvolvidas, sendo portanto imprescindível essas validações para que as equações sejam mais confiáveis perante a comunidade científica.

5 - Conclusões

As equações de predição do valor energético de milhos de diferentes qualidades, utilizando o índice de classificação e densidade dos grãos para suínos nas fases de crescimento e terminação são métodos rápidos e práticos para melhorar a acurácia da formulação de rações.

Novas pesquisas devem ser realizadas para avaliar seu poder preditivo em ensaios de desempenho zootécnico de suínos em várias fases de criação.

6- Referências bibliográficas

ABIPECS. **Relatório Anual 2009**. Disponível em <http://www.abipecs.com.br>. Acesso em: 13 de dezembro de 2010.

ABIPECS. **Relatório Anual 2008**. Disponível em <http://www.abipecs.com.br>. Acesso em: 28 de agosto, 2009.

ALBINO, L. F.T., SILVA, M. A. Valores de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos, Viçosa, 1996. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996, p. 303-318.

ALEXANDRE, A. D.; SILVA, W. R. Mesa gravitacional e qualidade física de sementes de ervilhaca, comum (*Vicia sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n. 2, p. 223,230, 2000.

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.

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.

BARCELLOS, D. E. S. N. Avanços em programas de biossegurança para a suinocultura. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 36, p. 33-46, 2008.

BATH, D., DUNBAR, J., KING, J. Byproducts and unusual feedstuffs. **Feedstuffs**, 71(31), 1999.

BAUDET, L. MISRA, M. Atributos de qualidade de sementes de milho beneficiadas em mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 13, no 2, p. 9197, 1991.

BIAGI, J.D.; SILVA, L.O.N. DA; MARTINS, R.R. Importância da qualidade de grãos na alimentação animal. In: Simpósio Latino-Americano de Nutrição Animal e Seminário sobre Tecnologia de Produção de Rações, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas, p. 21-45, 1996.

BONAPARTE, T.P. **Milhos de diferentes qualidades sobre o desempenho zootécnico e a qualidade da carne e vísceras de suínos**. 2010. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 2010.

BORGES, F.M. de O.; ROSTAGNO, H.S.; RODRIGUES, N. M.; SANTOS, W. M.; LARA, L. B.; ARAÚJO, V.L. Metodologia de alimentação forçada em aves. I efeito dos níveis de consumo de alimento na avaliação da energia metabolizável. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35., 1998. Botucatu. **Anais...** Botucatu: FMVZ- UNESP, 1998. P. 289-391.

BORGES, F. M. O.; ROSTAGNO, H. S.; SAAD, C. E.P.; RODRIGUEZ, N. M.; TEIXEIRA, E.A.; LARA, L. B.; MENDES, W. S.; ARAÚJO, V. L. Equações de regressão para estimar valores energéticos de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, a partir de análises químicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 6, p. 734-746, dez. 2003.

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 274, de 15 de outubro de 2002 da ANVISA. Aprova o Regulamento Técnico Sobre Limites Máximos de Aflatoxinas Admissíveis no Leite, no Amendoim, no Milho. **Diário Oficial da União – D.O.U.**, de 16 de outubro de 2002.

BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; GENEROSO, R.A.R.; SCHMIDT, M. C. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, dez, 2006.

BÜNZEN, S.; SALGUERO, S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Recentes avanços na nutrição de suínos. In: Simpósio Brasil Sul de Suinocultura, 2008, Chapecó, SC. **Anais...** Chapecó: EMBRAPA, 2008, p. 86-99.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 430p. pg 157-179. Campinas, 2002.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: SINDIRAÇÕES/ANFAL; Campinas: CBNA/SDR/MA, 2005. 371p.

CORTE REAL, G. S. C. P. **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.

COSTA T.P. Produção de Frangos e a Utilização de Grãos para Etanol e Biodiesel. In: Conferência APINCO Ciência e Tecnologia Avícolas, 2008, Santos, SP. **Anais...** Santos: 2008, p.337-346.

DALE, N. Corn fractions found to have nearly the same energy values as whole corn. **Feedstuffs**, may 1, 1995.

DALE, N. Efeitos da qualidade no valor nutritivo do milho. In: Conferência APINCO Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994, Santos,SP. **Anais...** Santos: FACTA, 1994. p. 67-72.

DALE, N. Ingredient analysis table: 1999 edition. **Feedstuffs**, Mineapolis, v. 71, n. 31, p. 24-31, July, 1990.

DUDDLEY-CASH, W. A. Corn fractions found to have nearly the same energy values as whole corn. **Feedsstuffs**, p. 11-12, may 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabela de composição química e valores de energéticos de alimentos para suínos e aves.** Concórdia: EMBRAPA-CNPASA, 1991. 97p. (EMBRAPA-CNPASA. Documentos, 19).

EYNG, C ; NUNES, R. V. ; POZZA, P.C. ; NUNES, C. G. V. ; POZZA, M.S.S ; NAVARINI, F. C. ; SILVA, W. T. M. da; APPELT, M. D. . Composição química e valores energéticos de cultivares de milho para aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, p. 60-72, 2009.

FARREL, D. J. Energy systems for pigs and poultry: A review. **J. Aust. Inst. Agric. Sci.**, v. 34, p. 21- 34, 1979

FESSEL, S. A.; SADER, R.; PAULA, R. C.; GALLI, J. A. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 70,76, 2003.

FIALHO, E. T., Barbosa, H. P. **Alimentos Alternativos para Suínos**. Lavras – MG, FAEPE 175 p. 2005.

FREITAS, E.R. Avaliação nutricional de alguns alimentos processados para aves por diferentes metodologias e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte. 2003. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GREGG, B.R. e FAGUNDES,S.R. F. Manual de operações da mesa de gravidade, **Zamprônio**, p. 78, 2005.

HANNAS, M. I.; PUPA, J. M. R. Importância da utilização de equações de predição para estimar a energia metabolizável do milho e perdas de energia metabolizável, para formulação de rações mais precisas. Informativo allnutri. Viçosa, n.1, 2003. Disponível em www.allnutri.com.br. Acesso em 18 de outubro de 2009.

HENN, J.D. Desempenho de suínos machos castrados alimentados, em comedouros conjugado no crescimento, com dietas contendo diferentes níveis protéicos e energéticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8. Foz do Iguaçu- PR, 1997, **Anais...** Foz do Iguaçu, ABRAVES, 1997. p. 379-380.

HRUBY, M.(2005), Challenge of corn variability. **Feed International**, p.5-12, september 2005.

IBGE.INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção animal no 1º trimestre de 2009**.Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 de agosto de 2009.

JACKSON, D. A.; DALIBARD, P. The measurement and validation of the technique of using digestible amino acids for diet formulation in poultry and swine. In: Simpósio Latino Americano de Nutrição de Suínos e Aves. 1995, Campinas. **Anais...** Campinas, SP, 1995, p. 47-72.

JANSSEN, W. M. M. A. **European table of energy values for poultry feedstuffs**. 3. ed. Beekbergen: [s.n.], 1989. 84 p.

KATO, R. K. **Energia metabolizável de alguns ingredientes para frangos de corte em diferentes idades**. 2005. 96 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

KRABBE, E. L.; JUCHEM, S.; MACIEL, J. E. S.; PENZ JUNIOR, A. M.; KESSLER, A.M. Efeito das condições de armazenamento de grãos de milho da energia metabolizável aparente para frangos de corte criados com rações de diferentes qualidades. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995. Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1995. P. 9-10.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Effect of Adverse Growing Conditions on Corn Maturity and Feeding Value for Poultry. **Poultry Science**. v. 55; p. 588-593; 1976.

LIMA, I.L. Níveis nutricionais utilizados nas rações pela indústria avícola. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. Viçosa, 1996. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996. p.389-402.

LIMA, G.J.M.M. Qualidade nutricional do milho: situação atual e perspectivas In: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos, Campinas, 2000. **Anais...** Campinas: CBNA, 2000. p.153-174.

LIMA, G.J.M.M. Milho e subprodutos na alimentação animal. In: Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, 2001. p.13-32.

LIMA, G. J. M. M. Milho: o grão que vale ouro na dieta das aves. 2010. Disponível em: www.avisite.com.br. Acesso em 06 de fevereiro de 2011.

LOPES,D. C.; FONTES, R. A.; DONZELE, J.L.; ALVARENGA, J. C. Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mayz*, L.) devido ao carunchamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.17, n. 4, p. 367-371,ago, 1998.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p.

MENEZES, N. L.; LERSCH,JUNIOR, I.; STORCK, L. Qualidade física e fisiológica das sementes de milho após o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n.1, p. 97,102, 2002.

MIELE, M.; WAQUIL, P. D. Cadeia produtiva da carne suína. **Revista de Política Agrícola**, Brasília (DF), v. XVI, n. 1, p. 75- 87, 2007.

MILLER, M. C.; FROSETH,J.A.; WYATT, C.L.; ULLRICH, S. E. Effect of starch tape, total beta-glucans and acid detergent fiber levels on the energy content of barley (*Hordeum vulgare* L.) for poultry and swine. **Canadian Journal of animal Science**, Ottawa, v. 74, n.4, p. 679-686. Dec. 1994.

MOLINARI, P. Estoques baixos e La niña são os fatores de atenção para 2011. **Suinocultura Industrial**, Itu, SP: Gessuli, n. 09/ 2010, ano 33, edição 237. Anuário 2011. p. 62-65.

NAGATA, A. K.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte, determinada por ensaios metabólicos e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 668-677, maio/jun. 2004.

NASCIMENTO, A.H.; GOMES,P.C.; ROSTAGNO,H.S. Valores de energia metabolizável de farinha de penas e de vísceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 877-881, 2005.

NASCIMENTO, G.A.J.do. Equações de predição dos valores energéticos de alimentos para aves utilizando o princípio da meta-análise. 2007.199 p. Tese (Doutorado em nutrição de monogástricos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**.10. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.

NOBLET J., FORTUNE H., SHI X. S & DUBOIS S. Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science** 72: 344-354. 1994.

NOBLET, J., HENRY, Y. Energy evaluation systems for pig diets: a review. *Lives. Prod. Sci.* v.36, n.2, p.121-141, 1993.

NOBLET, J.; L.LE BELLEGO; J. VAN MILGEN; S. DUBOIS. 2001. Effect of reduction of dietary protein level and fat addition on heat production and energy balance in growing pigs. **Anim. Res.**50:227–238.

NOBLET, J., B. SEVE & G. TRAN . Valoración energética y proteica de alimentos para porcino: Propuestas Francesas. **XX Curso de especialización avances en nutrición y alimentación animal**. FEDNA. España:Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Barcelona, 2004.

NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F.T.; GOMES, P. C.; TOLEDO, R. S. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 785-793, maio/jun.

PEREIRA, C.E. Peso específico do milho e sua relação com ergosterol, micotoxinas e energia. **Rev. Ciên. Vida. Seropédica**, RJ, EDUR, v. 28, suplemento, 2008.p.186-188

PEREIRA, C. E. **Interação entre densidade específica do milho e aflatoxinas no desempenho de frangos de corte**. 2009. 56 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

PEREZ, L.H.; SACHS, C.C.R.;RESENDE, V.J. Milho: demanda por etanol eleva cotações. **Análises e indicadores do agronegócio**. São Paulo, v.2, n.5. Abril, 2007. ISSN 19800711.

Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=8945>. Acesso em: 26 de agosto de 2009.

POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H.S.; POZZA, M. S. S.; NUNES, R.V. Composição química, digestibilidade e predição dos valores energéticos da farinha de carne e ossos para suínos. **Acta. Sci. Anim. Sci.** Maringá, v. 30, n. 1, p. 33-40, 2008.

REGINA, R.; SOLFERINI, O. Produção de cultivares de ingredientes de alto valor nutricional: características e benefícios. In: Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal, 2., 2002, Uberlândia. **Anais...** Campinas: CBNA, p.105-116, 2002.

RIZZO, E. A.; PIOVESAN, V.; SOUZA, L.; RIEGER, C.; PEIXOTO, E. C. T.M.; OLIVEIRA, V. Características químicas e nutricionais de diferentes amostras de farelo de soja. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia., 43, 2006, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa- PB: SBZ, 2006.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; BARBOZA, W. A.; SANTANA, R. T. Valores energéticos do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1767-1778, nov/dez, 2001.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; NUNES, R.V.; TOLEDO, R.S. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Rev. Bras. Zootecn.**, 31: 1771-1782. Toledo, 2002.

RODRIGUES, P.B., ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L.F.T. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.1, p. 171-182, 2003.

ROSTAGNO, H. S.; BUNZEN, S.; SAKOMURA, N.K.; 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 de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos, 1993. **Anais...** Santos: FACTA, 1993. p.129-139.

ROSTAGNO, H.S. Valores de composição de alimentos e de exigências nutricionais na formulação de rações para aves. In: Sociedade Brasileira de zootecnia. **Anais...** Piracicaba, 1990. P.11-30.

ROSTAGNO, H.S., SILVA, M.A. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade. In: Seminário Internacional em Ciências avícolas- Conferências Empresariales Expo Avícola'97. **Anais...** Santa Cruz: Amevea, p.155-166, 1997.

ROSTAGNO, H. S. ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L., GOMES, P. C., OLIVEIRA, R. F., LOPES, D. C., FERREIRA, A. S., BARRETO, S. L. T. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2 ed. Viçosa:UFV, 186p. 2005.

ROSTAGNO H. S., BÜNZEN, S., SAKOMURA, N. K. , 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.

SAAB, M.S.M.; CLÁUDIO, L. D. G., A cadeia produtiva da carne suína no Brasil. **Pork World**, v.8, n.49, 2009.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal - SP. FUNEP 283p., 2007.

SANTOS, Z.A.S.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B.; LIMA, J.A.F.; CARELLOS, D.C.; CASTELO BRANCO, B.A.; CANTARELLI, V.S. Valor

nutricional de alimentos para suínos determinado na Universidade Federal de Lavras. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.232-237. 2005.

SARUBBI, J. **Estudo do conforto térmico, desempenho animal e racionalização de energia em uma instalação de suínos na região de Boituva – SP**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, 2005.

SCHMIDT, A.; LIMA, G.J.M.M.; KLEIN, C.H. **Composição química de híbridos de milho produzidos na safrinha em Marechal Cândido Rondon, Paraná**. Concórdia: Embrapa/CNPISA, 2004. 4p. (Comunicado técnico, 357).

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, 2005. 235p.

STEFANELO, E. O agronegócio Mundial e Brasileiro das Carnes, da soja e do Milho. In: Conferência APINCO Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007, Santos, SP. **Anais...** Santos: 2008, p.149-160.

SUIDA, D. Aminoácidos na alimentação animal. In: I Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal. Campinas. Anais... Campinas, SP, Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001, p.273-294.

VAUGHAN, C.E.; GREGG, B.R.; DELOUCHE, J.C. Seed processing and handling [S.I.]: Mississippi State University. **Seed Technology Laboratory**, 1968. 295p.

VIEIRA, R. O.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R.T.F. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n. 4, p. 832-838, 2007.

ZAVIEZO, D.; CONTRERAS,M. Impacto de hongos y micotoxinas em las aves. **Revista Indústria Avícola**, julho de 2005, p. 19-22.

ZONTA, M. C. M.; RODRIGUES, P. B.; ZONTA, A.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; PEREIRA, C. R. Energia metabolizável de ingredientes protéicos determinada pelo método de coleta e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n.6, p. 1400-1407, Nov./ dez, 2004

ZONTA, M.C.D.M. Energia metabolizável de farinhas de soja ou produtos de soja, determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. **Arquivos de Zootecnia**, v.55, p.21-30, 2006.