

EMANUELA NATALY RIBEIRO BARBOSA

**VALOR NUTRICIONAL DO RESÍDUO DA INDÚSTRIA SUCRO-
ALCOOLEIRA PARA FRANGOS DE CORTE**

RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
2011

EMANUELA NATALY RIBEIRO BARBOSA

**VALOR NUTRICIONAL DO RESÍDUO DA INDÚSTRIA SUCRO-
ALCOOLEIRA PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*, área de produção de não ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello (UFRPE)

RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
2011

Ficha catalográfica

B238v Barbosa, Emanuela Nataly Ribeiro
 Valor nutricional do resíduo da indústria sucro-alcooleira
 para frangos de corte / Emanuela Nataly Ribeiro Barbosa. --
 2011.
 91 f.: il.

 Orientador: Carlos Bôa-Viagem Rabello.
 Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento
 de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
 Recife, 2011.
 Referências.

 1. Digestibilidade 2. Energia metabolizável 3. Idades
 4. Equações de predição 5. Aminoácidos 6. Conteúdo ileal
 7. *Saccharomyces cerevisiae* I. Rabello, Carlos Bôa-Viagem
 II. Título

CDD 636.513

**VALOR NUTRICIONAL DO RESÍDUO DA INDÚSTRIA SUCRO-
ALCOOLEIRA PARA FRANGOS DE CORTE**

EMANUELA NATALY RIBEIRO BARBOSA

Dissertação definitiva e aprovada em 08 de junho de 2011, pela Banca Examinadora.

Orientador:

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Comissão Examinadora:

Profa. Dr. Maria do Carmo Mohaupt Markes Ludke
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas
Universidade Federal do Ceará

Recife - PE
Junho – 2011

BIOGRAFIA DO AUTOR

Emanuela Nataly Ribeiro Barbosa, filha de Manoel Barbosa Sobrinho e Maria José Ribeiro Barbosa, nasceu em Caruaru – PE, no dia 07 de novembro de 1983. Coursou o ensino fundamental e médio no Colégio Municipal São Miguel, concluindo em dezembro de 2000. Em outubro de 2003, iniciou a graduação em Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde participou do Programa de Educação Tutorial (PET - Bolsista), participando de diferentes projetos nas áreas de ensino, pesquisa e extensão. Em março de 2009, iniciou as atividades como aluna regular do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na área de Produção de Não-Ruminantes. Em 08 de junho de 2011, submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

AGRADEÇO

A Deus, A minha Mãe maior e A Espiritualidade,
pelo dom da vida e por me fazer uma pessoa melhor a cada dia.

DEDICO

Aos meus pais,

Manoel (Piaca), Maria José (Nena)

Pelo amor, dedicação e ensinamentos. Painho e Mainha, eu amo muito vocês.

Aos meus irmãos,

Natália e Arthur

Pelo companheirismo, amor e atenção.

Aos meus avós,

Zeinha e Mininho

Por me lembrarem da responsabilidade de ser um bom Exemplo.

Ao meu Noivo,

Kim Carvalho

Pela paciência e por me fazer muito feliz e amada durante nossa caminhada.

*[...] “Mas o mundo foi rodando nas patas do meu cavalo
E nos sonhos que fui sonhando, as visões se clareando,
até que um dia acordei.” [...]*

(Disparada, Geraldo Vandré)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar tantos motivos para agradecer.

À minha Mãe Maior.

Aos meus pais Piaca e Nena, por me apoiarem em todas as decisões; Irmãos: Natália e Arthur, pela atenção e carinho.

Aos meus Avós Zezinha e Mininho, pelos gestos de ternura e compreensão nos momentos em que não estive presente.

Ao meu Noivo Kim Leonardo, pelo apoio em todas as horas, por me fazer acreditar que existe um momento certo para cada coisa acontecer.

À minha sogra Rosa, ao meu sogro Marcelo, e à minha cunhada Karine, que sempre acreditaram em mim.

Ao Professor Carlos Bôa-Viagem Rabello, pelas orientações, por seus incentivos, confiança, oportunidade, ensinamentos grandiosos, críticas e amizade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, por ter possibilitado a realização do Curso de Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudo.

Ao Departamento de Zootecnia, ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela disponibilidade das instalações para a execução dos experimentos e análises laboratoriais.

Ao CENAPEQ, pela estrutura laboratorial concedida a realização de algumas análises.

Ao laboratório da Química Vegetal, por possibilitar a realização das análises de proteína bruta.

Ao Laboratório da Economia Doméstica, por possibilitar a realização das análises com o espectrofotômetro.

Às empresas: Usina Miriri, Grupo Farias e Usina Cruangi, pela doação das leveduras utilizadas nos experimentos.

Aos funcionários do DZ: Lucinha, Wagner, Roberto, Cristina, Sr. Antonio e Ronaldo.

Aos estagiários: Rogério, Waleska, Carol, Yasmim, Stefany, Kim, Andrew, Lidiane, que foram fundamentais para a realização da pesquisa.

Ao Sr. Biu, por estar sempre acompanhando todos os dias o experimento, pela sua ajuda que foi muito importante.

Aos amigos da Pós-graduação: Alcilene, Patrícia, Daniel, Stela, Viviany, Marcos José, Rafael, Cláudia, Izaura, Juliana, Francicleide, Thaysa, Cíntia, Edney (valeu mesmo!), Marcos José, Tayara, Mônica, Almir, Marcelo, Paulo Sales, Anna Fotius, Núbia, Amanda, e aos demais amigos e colegas.

Aos amigos da “Terrinha” Sairé, Leônia, Lenivânia (Ni), Danúbia, Inaiara, Rafaela. Foram muitas histórias que vivemos, e que contribuíram para meu engrandecimento pessoal. Naquele tempo, eu era feliz e não sabia.

Não posso esquecer-me de agradecer aos animais (meus pintinhos), que foram meus companheiros por 40 dias, e que morreram para que fosse realidade nossa pesquisa.

E a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a execução, não só desta dissertação de Mestrado, mas que fizeram parte deste momento tão especial da minha vida.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	xi
Resumo.....	xiii
Abstract.....	Xiv
Considerações Iniciais.....	15
Capítulo 1 – Referencial Teórico.....	17
Referências Bibliográficas.....	28
Capítulo 2 - Composição química, determinação e predição dos valores energéticos de diferentes leveduras de cana-de-açúcar para frangos de corte.....	33
Resumo.....	34
Abstract.....	35
Introdução.....	36
Material e métodos.....	37
Resultados e Discussão.....	42
Conclusões.....	61
Referências Bibliográficas.....	62
Capítulo 3 – Composição aminoacídica, determinação e predição da digestibilidade protéica de diferentes leveduras de cana-de-açúcar para frangos de corte.....	66
Resumo.....	67
Abstract.....	68
Introdução.....	69
Material e métodos.....	70
Resultados e Discussão.....	76
Conclusões.....	88
Referências Bibliográficas.....	89
Considerações Finais.....	92

LISTA DE TABELAS

Composição química, determinação e predição dos valores energéticos de diferentes leveduras de cana-de-açúcar para frangos de corte

Tabela 1- Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais.....	40
Tabela 2 - Composição físico-química e valor energético das leveduras de cana-de-açúcar utilizadas no ensaio experimental expressos na matéria seca.....	43
Tabela 3 - Média dos valores de consumo, energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn) e os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB) das rações com um nível de inclusão de 30% de levedura de cana-de-açúcar com base na matéria seca.....	45
Tabela 4 - Médias dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn) das leveduras de cana-de-açúcar e os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB) com base na matéria seca	47
Tabela 5 - Equações de predição da EMA (kcal/kg) para frangos de corte em crescimento, em função da composição físico-química.....	54
Tabela 6 - Equações de predição da EMAn (kcal/kg) para frangos de corte em crescimento, em função da composição físico-química.....	56
Tabela 7 - Estimativas dos valores de EMA por meio das equações de predição, com base na matéria seca.....	58
Tabela 8 - Estimativas dos valores de EMAn por meio das equações de predição, com base na matéria seca.....	60

Composição aminoacídica, determinação e predição da digestibilidade protéica de diferentes leveduras de cana-de-açúcar para frangos de corte

Tabela 1 - Composição físico-química e valor energético das leveduras de cana-de-açúcar utilizadas no ensaio experimental expressos na matéria seca.....	71
--	----

Tabela 2 - Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais.....	73
Tabela 3 - Composição aminoacídica das leveduras de cana-de-açúcar com base na matéria seca.....	76
Tabela 4 - Médias dos consumos, coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB) e valores de proteína digestível (PD) das rações experimentais com base na matéria seca.....	77
Tabela 5 - Média dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB) e valores de proteína digestível (PD) das leveduras de cana-de-açúcar com base na matéria seca.....	79
Tabela 6 - Equações de predição para o CDAMS para frango de corte em função da composição físico-química das leveduras.....	81
Tabela 7 - Equações de predição para o CDAPB para frango de corte em função da composição físico-química das leveduras.....	83
Tabela 8 - Estimativa dos valores do CDAMS por meio das equações de predição, com base na matéria seca.....	85
Tabela 9 - Estimativa dos valores do CDAPB por meio das equações de predição, com base na matéria seca.....	87

RESUMO

Foram realizados dois estudos com o objetivo de determinar os valores energéticos e digestivos de diferentes leveduras de cana-de-açúcar, bem como gerar equações de predição para frangos de corte em diferentes idades em função da composição química. Quatro leveduras foram coletadas e analisadas quanto a sua composição físico-química, e em seguida foram realizados 4 ensaios de digestibilidade em 4 fases experimentais: pré-inicial, inicial, crescimento I e II. Os delineamentos experimentais foram inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos foram constituídos de uma dieta referência (milho e farelo soja) e mais quatro dietas testes com a substituição de 30% da ração referência pelas leveduras. A composição em percentagem da matéria seca, proteína bruta, extrato etereo, cinzas, fibra em detergente neutro, energia bruta e o diametro geometrico médio (μm) das leveduras foram, respectivamente: 90,71; 17,11; 0,37; 7,54; 6,86; 4.214 e 661 para a lev. 1; 88,84; 18,05; 0,44; 8,05; 7,65; 4.268 e 695 para a lev. 2 ; 89,99; 14,94; 0,49; 9,1; 3,02; 4.011 e 933 para a lev. 3, e 90,47; 21,12; 0,30; 9,0; 12,13; 4095 e 616 para a lev. 4. Os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida (kcal/kg) foram: Lev. 1 (2.090; 1.953), lev. 2 (1.764; 1.537), lev. 3 (2.223; 2.069) e lev.4 (1.674; 1.566) para o período pré-inicial; lev. 1 (1.229; 1.070), lev. 2 (1.802; 1.670), lev 3 (1.285; 1.197) e lev. 4 (1.571; 1.527) para o período inicial; lev.1 (924; 803), lev. 2 (961; 940), lev. 3 (879; 698) e lev. 4 (986; 944) para o período de crescimento I; lev. 1 (800; 785), lev. 2 (1.181; 1.154), lev. 3 (1.422; 1.408), lev. 4 (779; 781) para o período de crescimento II, respectivamente. Foram determinadas a composições aminoacídicas e a digestibilidade protéica das leveduras. Houve variabilidade na composição aminoacídica das leveduras estudadas, contudo as leveduras 2 e 4 apresentaram maiores percentagem de aminoácidos. Os valores dos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta e valores de proteína digestível foram: lev. 1 (72,59; 12,42), lev. 2 (81,22; 14,66), lev. 3 (76,74; 11,46), lev. 4 (78,46; 16,57) para a fase pré-inicial; lev. 1 (66,80; 11,43), lev. 2 (78,28; 14,13), lev. 3 (68,11; 10,17), lev. 4 (66,66; 14,07) para a fase inicial; lev. 1 (63,09; 10,79), lev. 2 (74,75; 13,49), lev. 3 (63,28; 9,45), lev. 4 (62,61; 13,22) para a fase de crescimento I; lev. 1 (61,40; 10,50), lev. 2 (71,21; 12,85), lev. 3 (62,64; 9,35), lev. 4 (61,89; 13,07) para a fase de crescimento II. Houve efeito da idade e da composição química nos valores de energia metabolizável e da digestibilidade da proteína das leveduras, sendo assim gerados 8 equações de predição, com ou sem a utilização do intercepto para estimar os valores energéticos e digestivos para frangos de corte.

ABSTRACT

Two studies were conducted in order to determine the different yeast sugar cane's energetic and digestive values, as well as generate equations of prediction for broilers at different ages according to the chemical composition. Four yeasts were collected and analyzed regarding their physical and chemical composition, and then four digestibility assays in four experimental phases were realized: post-hatch, initial, growth I and growth II. The experimental designs were completely randomized with five treatments and six repetitions. The treatments were constituted of a reference diet (corn and soybean meal) and four test diets with the replacement of 30% of reference diet by the yeasts. The percentage composition of dry matter, crude protein, ether extract, ash, neutral detergent fiber, gross energy and yeast's geometric mean diameter (μm) were, respectively: 90.71, 17.11, 0.37, 7.54, 6.86, and 661 to 4214 yeast 1; 88.84, 18.05, 0.44, 8.05, 7.65, and 695 to 4268 yeast 2; 89.99, 14.94, 0.49, 9.1, 3.02, and 933 to 4011 yeast 3; and 90.47, 21.12, 0.30, 9.0, 12.13, and 616 to 4095 yeast 4. The values of apparent and corrected apparent metabolizable energy (kcal / kg) were: yeast 1 (2090, 1953), yeast 2 (1764, 1537), yeast 3 (2223, 2069) and yeast 4 (1674, 1566) for the post-hatch period; yeast 1 (1229, 1070), yeast 2 (1802, 1670), yeast 3 (1285, 1197) and yeast 4 (1571, 1527) for the initial period; yeast 1 (924, 803), yeast 2 (961, 940), yeast 3 (879, 698) and yeast 4 (986, 944) for the growth I period; yeast 1 (800, 785), yeast 2 (1181, 1154), yeast 3 (1422, 1408), yeast 4 (779, 781) for the growth II period, respectively. The amino acids compositions and yeast protein digestibility were determined. There were variations in amino acid composition of the studied yeasts, however the 2 and 4 yeasts had a higher percentage of amino acids. The crude protein digestibility coefficients values and digestible protein values were: yeast 1 (72.59, 12.42), yeast 2 (81.22, 14.66), yeast 3 (76.74, 11.46), yeast 4 (78.46, 16.57) for the post-hatch period; yeast 1 (66.80, 11.43), yeast 2 (78.28, 14.13), yeast 3 (68.11, 10.17), yeast 4 (66.66, 14.07) for the initial phase period; yeast 1 (63.09, 10.79), yeast 2 (74.75, 13.49), yeast 3 (63.28, 9.45), yeast 4 (62.61, 13.22) for the growth I period; yeast 1 (61.40, 10.50), yeast 2 (71.21, 12.85), yeast 3 (62.64, 9.35), yeast 4 (61.89, 13.07) for the growth II period. There was an effect of age and chemical composition in the values of yeasts' metabolizable energy and protein digestibility, thus it was generated 8 equations of prediction, with or without the use of intercept to estimate the energetic and digestive values for broilers.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nos últimos 30 anos, a indústria avícola nacional experimentou um modelo de produção animal intensivo e economicamente eficiente, a qual foi beneficiada pelos avanços na tecnologia e descobertas científicas ocorridas desde os anos 70. Desde seu surgimento e aperfeiçoamento para fins comerciais, a atividade vem desenvolvendo técnicas aprimoradas nos campos genético, operacional e de planejamento que hoje possibilitam ao Brasil o alcance de patamares de liderança setorial no cenário globalizado em que se insere.

O crescimento da avicultura de corte no Brasil tem sofrido uma série de entraves, principalmente pelo alto custo da alimentação. O milho e o farelo de soja são as matérias-primas mais utilizadas em rações de aves, e estes podem vir a causar crises na avicultura, devido principalmente às instabilidades de preço e produção. A demanda do consumo de ração na atividade avícola, tende a aumentar consideravelmente, devido a necessidade de uma maior produção de alimentos (carne e ovos) de qualidade e com preço baixo, para atender a população. Em 2010, só na avicultura de corte, o consumo foi de aproximadamente 28,38 milhões toneladas de ingredientes, e deste total, o milho e o farelo soja, somam juntos 84,37% (Sindirações, 2010).

Em decorrência destes fatores, tem havido uma crescente busca por alimentos “alternativos”, principalmente os subprodutos agroindustriais, que são ingredientes de baixo custo e encontrados facilmente em certas regiões e em algumas épocas do ano. Entre estes ingredientes, encontram-se, os produtos de origem microbiana como as leveduras, que são resíduos da indústria sucro-alcooleira, sendo estas boas fontes de proteína, aminoácidos e energia (Flemming, 2005; Butolo 1991; Miyada, 1985).

A constante busca dos nutricionistas por formulações que tornem as rações mais eficientes e economicamente viáveis aumenta a necessidade de pesquisas para

determinar e avaliar os valores de composição química e de digestibilidade dos nutrientes contidos nos alimentos.

Assim, novas alternativas para alimentação de aves são sempre objetos de estudos e, neste setor encontra-se importante nicho de escoamento para diferentes resíduos, e em particular os resíduos da indústria sucro-alcooleira, que terá sua disponibilidade aumentada com a demanda por álcool. Por outro lado, os subprodutos da indústria sucro-alcooleira já são um problema de ordem ambiental, pois o volume produzido é relativamente elevado e os órgãos municipais, estaduais e federais já não permitem a sua eliminação no meio ambiente sem nenhuma preocupação ambiental. Desta forma, torna-se necessário o destino racional, principalmente, da levedura proveniente da produção do etanol.

A levedura é utilizada nos processos de fermentação do caldo extraído da cana-de-açúcar, para que este fermente e se torne um vinho de onde se extrai a aguardente ou álcool. Contudo, torna-se necessário a cultura *in vivo* destes microorganismos pelas usinas beneficiadoras. Nas indústrias de álcool, devido à rápida velocidade de crescimento destes microorganismos, ocorre sempre excesso de produção de levedura, que pode ser usada para os mais diversos fins depois de desidratada, como por exemplo, a alimentação animal (Grangeiro et al., 2001).

Alimentos alternativos são, sem dúvida, um dos temas mais pesquisados na nutrição animal em geral e da criação de aves comerciais, em particular. Sendo assim, a busca por alimentos alternativos são progressos práticos, que têm feito da avicultura de corte brasileira uma das mais competitivas do mundo.

CAPÍTULO I

Referencial Teórico

1.0 - Revisão de Literatura

1.1- Caracterização morfológica da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*)

As leveduras são microrganismos unicelulares pertencentes ao grupo dos fungos que se reproduzem assexuadamente por brotamento e se desenvolvem na fermentação alcoólica. Não apresentam flagelos ou outro meio de locomoção e, portanto, precisam formar esporos, que são dispersos por correntes de ar (Pelczar Jr. et al., 1997).

A *Saccharomyces cerevisiae* é a espécie mais conhecida dentre as leveduras, elas são elípticas, medem cerca de 6 a 8 µm de comprimento por 5 µm de largura, reproduzem-se assexuadamente por brotamento (Pelczar Jr. et al., 1997) e apresentam membrana celular bem definida, pouco espessa em células jovens e rígidas em células adultas. Com cerca de 70 nm de espessura, a parede celular das leveduras é considerada bastante espessa, e, não apenas servem de proteção e estrutura, como também é importante para o metabolismo das células (Assis, 1996). Admite-se que a parede celular consista de uma camada interna de glucana (provavelmente com funções estruturais) e uma camada externa de manana, havendo proteínas embutidas entre as duas camadas (Dziezak, 1987).

As leveduras constituem-se, na atualidade, um grupo de microrganismos com ampla utilização, sendo aplicadas em grande número de processos fermentativos (Bourgeois & Larpent, 1995). A levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) vem sendo avaliada para emprego como fonte protéica na dieta de diferentes espécies animais, incluindo novilhos, peixes, suínos e frangos de corte (Pereira, 2001; Moreira et al. 2002; Castilho et al., 2004; Pezzato et al., 2006; Lima, 2010).

1.2- Produção e rendimento da *Saccharomyces cerevisiae*

A biomassa da levedura é produzida a partir da fermentação alcoólica de três grandes segmentos industriais: o sucro-alcooleiro, o cervejeiro e o da panificação, contudo, apenas o primeiro produz atualmente, levedura em grande escala no Brasil. Maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, o Brasil produziu 570 milhões de toneladas na safra 2009/2010, com 88,75% da produção nas regiões Sul, Sudeste e Centro- Oeste e 11,25% da produção nas regiões Norte-Nordeste (SINDAÇÚCAR, 2010). A produção de álcool superou os 27,5 milhões de m³ em todo o país, tendo como maior produtor a região Sudeste. Na região Nordeste, o Estado de Alagoas é o principal produtor com 5% da produção nacional, seguido por Pernambuco com produção de 3,45%. Em Pernambuco, apenas 1/3 da produção de cana-de-açúcar (cinco milhões de toneladas) é destinado à produção de álcool (UNICA, 2010).

A *Saccharomyces cerevisiae* é proveniente das usinas beneficiadoras de cana de-açúcar que utilizam a cultura *in vivo*. Estes microrganismos têm alta velocidade de crescimento (Rocha, 2002) e, com isso, o excesso de produção da cultura é gerado, tornando-se um resíduo agroindustrial (Moreira et al. 2002). As leveduras possuem vantagens em relação a outros microrganismos, principalmente em razão da sua alta velocidade de crescimento e facilidade de separação de sua biomassa (ICIDCA, 1999). A levedura é um produto totalmente natural, obtido no processo de fermentação da cana-de-açúcar, podendo ter uma significativa importância na alimentação animal. Apresenta-se como uma suspensão de cor escura e viscosa, depois de usada como fermento para desencadear nas destilarias o início da operação do processamento do etanol.

1.3 - Processamento da levedura de cana-de-açúcar

Como descrito por Novaes (1980), para o início do processo de fermentação, o mosto, um líquido açucarado susceptível de fermentação obtido a partir da cana-de-açúcar, é encaminhado para calagem, ou adição de leite de cal, destinada a sua purificação parcial, quando ocorre a coagulação de algumas impurezas coloidais. Nessa operação, seu pH original, de 5,0 a 5,5, é elevado até 5,8 a 6,2. A seguir, o caldo é submetido a um aquecimento da ordem de 100°C, ocorrendo à coagulação de outras impurezas, sendo então encaminhado a uma decantação contínua e purificação. Do processo resulta o caldo claro decantado e o lodo ou borra. O caldo claro é encaminhado a evaporadores destinados a aumentar sua concentração, e/ou resfriadores de placas, enquanto o lodo é misturado e sofre filtração a vácuo que resultam no caldo filtrado, que retorna a calagem, e a torta formada será destinada a lavoura. As mesmas correções feitas para o mosto de melaço são realizadas no caldo, a fim de convertê-lo em mosto apto a fermentar. Após a fermentação, o produto alcoólico é separado da levedura.

De acordo com Moreira et al. (2002) existem várias formas de obtenção da levedura seca, destacando-se a sangria do leite de levedura, do fundo de dorna e da vinhaça. Icon Tech (2009) destacou que a sangria trás benefícios, pois ajuda a manter a concentração de células em processo estável no valor desejado e permite o controle sobre a idade média das células de levedura em processo, mantendo a população jovem. Algumas etapas adicionais são necessárias antes da secagem. Primeiramente, a levedura ainda em creme é submetida a um processo chamado de fermentação endógena. Neste processo a levedura é colocada em situação de estresse, o que faz com que ela consuma as próprias reservas de carboidratos, até a exaustão de todos esses açúcares. Como consequência desse fenômeno ocorre aumento da quantidade de proteína celular. Um último procedimento ainda é necessário antes da secagem: a retirada do álcool ainda

presente nas leveduras (desalcoolização). A desalcoolização do creme pode ser realizada de duas maneiras, por destilação ou por lavagem (Icon Tech, 2009). O creme destinado à obtenção da levedura íntegra é centrifugado e seco. Após a obtenção do produto úmido, existem ainda duas técnicas de secagem: por rolos rotativos e, mais recentemente, pela tecnologia *spray-dry*.

Conforme Landell Filho et al. (1994), o primeiro método consiste na secagem do leite de levedura por meio do contato direto com a superfície aquecida do rolo rotativo, atingindo temperaturas de até 200°C, já o segundo processo, é constituído pelo bombeamento do leite de levedura em uma câmara de secagem, passando por um cabeçote atomizador que, girando a altíssima rotação, atomiza o leite em pequenas gotículas que, combinado com o fluxo de ar quente, é seco instantaneamente. A levedura desidratada é recolhida no fundo da câmara, em forma de cone. O produto é descarregado por uma válvula rotativa, quando está pronto para ser ensacado na forma de pó fino.

O processo de secagem *spray-dry* possibilita a obtenção de produto de melhor qualidade nutricional, pois a temperatura máxima no processo de secagem e o tempo de contato neste sistema são menores, em comparação ao rolo rotativo, proporcionando melhor uniformidade de granulometria, cor e, principalmente, preservação de aminoácidos e redução dos custos de produção (Furco, 1996; Ghiraldini & Roseli, 1997).

Além da levedura íntegra, diversos produtos podem ser gerados a partir do creme da levedura de cana como a levedura autolizada, o extrato da levedura e a parede celular. De acordo com Lima (2010) a levedura autolisada pode ser obtida por autodigestão enzimática das proteínas celulares ou por ruptura celular, usando pressão osmótica. Por sua vez, a produção do extrato da levedura e da parede celular segue um

dos procedimentos utilizados na produção da levedura autolisada com separação posterior do conteúdo celular (extrato de levedura) da parede celular da levedura. Portanto, a parede celular representa a parte mais insolúvel da levedura enquanto que o extrato de levedura representa o seu conteúdo solúvel.

1.4- Composição química e energética da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*)

As leveduras podem ser classificadas como alimento funcional, pois apresentam várias vitaminas do complexo B, enzimas, ácidos graxos voláteis, minerais quelatados, estimulantes bacterianos, antibióticos naturais e peptídeos que conferem melhor desempenho, maior resistência imunológica e menor estresse ao animal (Machado, 1997).

De acordo com Faria et al. (2000), apesar de serem seres unicelulares, as leveduras de cana sofrem influências quanto a sua composição química e energética em relação ao substrato em que foi desenvolvida, do grau de aeração do substrato, espécie da levedura, idade das células, número de lavagens sucessivas para eliminação de impurezas, temperatura de secagem, condições de fermentação, concentração de sais e forma de armazenamento.

Zanutto et al. (1999) afirmaram que na secagem por *spray-dry*, a rápida exposição do material e a elevada temperatura de operação garantem a preservação de todas as suas propriedades, principalmente dos aminoácidos. No entanto, na secagem por rolos rotativos o tempo de exposição do material aos rolos é elevado, o que pode causar a queima do material, e por consequência uma desnaturação das proteínas, reduzindo assim a qualidade e a digestibilidade da levedura.

De acordo com Spring (2000), as leveduras apresentam cerca de 20 a 35% de carboidratos, que na grande maioria fazem parte da parede celular, que é composta

principalmente por glucanas e mananas, os quais parecem ter impacto no sistema imunológico e habilidade em prevenir a colonização de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal. A utilização de levedura íntegra na dieta de não ruminantes pode diminuir a digestibilidade protéica da ração, pois a parede celular é resistente às enzimas digestivas, tornando indisponíveis os componentes intracelulares (Marsaioli Junior & Arévalo, 2001). Portanto, é importante o rompimento da parede celular com vista na melhoria da digestibilidade e da utilização da proteína neste tipo de levedura (Yamada, et al., 2003), disponibilizando todos os compostos celulares de forma facilitada.

Estudos vêm sendo realizados com objetivo de averiguar o valor nutricional da levedura de cana-de-açúcar, e estas pesquisas mostraram como certos fatores podem interferir em sua composição. Na literatura, encontram-se teores de matéria seca variando de 89,1 a 93,87%, de proteína bruta de 19,38 a 44,4% (Batisti et al., 1985; Embrapa, 1991; NRC, 1994; Butolo, 1997; Faria et al., 2000; Yamada et al., 2003; Rostagno et al., 2005; Longo et al., 2005; Generoso et al., 2008).

Estudando a composição química da levedura, Moreira et al. (1998) e Peppler (1970) verificaram que a mesma é pobre em aminoácidos sulfurados, como a metionina (0,51%) e a cistina (0,14%), porém é uma ótima fonte de vitaminas do complexo B (B1, B2, B6, ácido pantotênico, niacina, ácido fólico e biotina), carboidratos e minerais. De acordo com o NRC (1994), a levedura de cana-de-açúcar apresenta bons níveis de lisina (3,23%), leucina (3,19%) e treonina (2,06%). Campos Neto (1987) verificou que a mesma contém proteínas com excelente balanço de aminoácidos essenciais, concordando com Yokota et al. (1976) e (Moreira et al., 1996), onde afirmam que as leveduras apresentam elevados teores de proteína de alto valor biológico, o que favorece sua combinação com grãos de cereais.

Os valores de energia metabolizável aparente de levedura de cana-de-açúcar podem variar de 1963 a 2819 kcal/kg para frangos de corte (Generoso, et al., 2008; Silva et al., 2008; Rostagno et al., 2005; Butolo, 1997). Quanto aos minerais, a levedura apresenta um nível relativamente elevado, com variação entre 9,8 e 14,4%, sendo o potássio o principal componente desta fração, é relativamente rica em cálcio apresentando percentuais entre 0,23 a 0,74%, e fósforo de 1,23% (Embrapa, 1991; Moreira et al., 1998), principalmente como consequência de tampões, sais e outros aditivos incorporados ao substrato para melhorar o rendimento ou reduzir o tempo de fermentação (Miyada, 1990). O conteúdo de gordura, ou extrato etéreo varia, podendo apresentar níveis de 0,4 a 1,8% (Generoso, et al., 2008; Rostagno et al., 2005; Butolo, 1997). As leveduras apresentam níveis relativamente baixos de fibra bruta, sendo normalmente inferiores a 1% (Yamada et al., 2003).

1.5- Digestibilidade protéica

Na tentativa de reduzir a interferência microbiana na digestibilidade dos alimentos, são utilizadas metodologias que impedem que a digesta ou parte dela entre em contato com os microorganismos do intestino grosso (Amaral, 2001). Assim são obtidos os valores de digestibilidade ileal dos alimentos.

De acordo com Short et al. (1999), o uso de testes de digestibilidade ileal em aves é justificado pela interferência da fermentação microbiana e pela contaminação com nitrogênio proveniente da urina nos resultados de ensaios de digestibilidade baseados na análise da excreta .

Souffrant (1991) afirma que o método de determinação da digestibilidade aparente considera que toda proteína bruta ou aminoácidos encontrados nas fezes ou digesta são originários do alimento ingerido. Digestibilidade aparente é uma medição da

absorção total de aminoácidos, não levando em consideração os aminoácidos de origem endógena (Knabe, 1991).

Segundo Rérat (1990) a digestibilidade deve ser entendida como a medida do desaparecimento de um nutriente durante sua passagem pelo trato digestivo e não como sua absorção, uma vez que este nutriente pode ser destruído ou modificado pela ação dos microrganismos em alguns locais do trato digestivo ou metabolizado pelas paredes do mesmo durante a absorção. Por outro lado, a disponibilidade deve ser definida como a proporção daquele aminoácido da dieta que foi digerido, absorvido e utilizado para a síntese de proteína (Batterham, 1992). A disponibilidade de um nutriente está em função do processo da digestão, da metabolização e da utilização pelo tecido do animal.

Apesar das diferenças que ocorrem nos valores de digestibilidade aparente entre alimentos distintos, ocorrem também consideráveis diferenças de digestibilidade da proteína e aminoácidos entre diferentes amostras de um mesmo alimento (Monsenthin et al. 2000). Estas diferenças podem ser relacionadas à diferenças nas condições de processamento e qualidade da matéria prima e fatores como variedade dos grãos, aplicação de fertilizantes e condições ambientais.

1.6 – Predição dos valores energéticos e digestíveis através da composição físico-químico da levedura de cana-de-açúcar

Para formular rações mais eficientes é necessário conhecer com maior precisão os valores energéticos dos alimentos, os quais podem ser determinados por métodos diretos e indiretos. Segundo Zontta et al. (2004), os métodos diretos ou convencionais para a determinação da energia metabolizável dos alimentos requerem a utilização de uma bomba calorimétrica e ensaios metabólicos, sendo metodologias trabalhosas, demoradas e dispendiosas. Como método indireto tem-se as equações de predição, que

são baseadas na composição proximal dos alimentos e obtidas rotineiramente em laboratórios e é considerada uma alternativa rápida, prática e econômica na avaliação nutricional dos alimentos. Neste caso, trabalhar com equações geradas a partir de análises químicas simples como fibra bruta, extrato etéreo, proteína bruta e cinzas poderiam auxiliar o nutricionista.

O desenvolvimento de equações precisas de predição é de grande interesse na avicultura, uma vez que permite a estimativa dos valores energéticos e digestíveis dos ingredientes de acordo com a variação na sua composição (Carré & Rozo, 1990).

A predição dos valores energéticos e digestíveis dos nutrientes de alimentos por equações baseadas na composição físico-química vêm sendo estudadas pela possibilidade de uso na formulação de dietas sem a necessidade de avaliação *in vivo*. Porém, estes estudos têm encontrado alguns obstáculos, relacionados à variabilidade na composição proximal dos alimentos.

De acordo com Silva (2009), uma vez que o atendimento correto das necessidades diárias das aves é de fundamental importância para o seu desenvolvimento e conseqüente sucesso da formulação, cabe ao nutricionista encontrar meios para ponderar estas variantes inevitáveis na composição dos ingredientes e, buscar sempre a maior aproximação dos níveis anunciados na fórmula com aqueles que estão disponíveis na ração.

Portanto, as equações de predição são importantes para complementar os valores das tabelas, também se aplicando ao conhecimento dos alimentos nacionais, os quais apresentam grande variabilidade na sua composição química.

2.0 - Considerações Finais

A avicultura brasileira é uma atividade econômica cada vez mais relevante mundialmente e sua evolução teve como suporte a melhoria das linhagens genéticas, condições de alimentação, manejo, instalações, sanidade, processamento, entre outros.

Neste sentido, os nutricionistas vêm se esforçando na busca por alternativas que tornem possível a formulação de rações mais eficientes e econômicas, uma vez que o custo da alimentação é responsável por aproximadamente 70% do custo de produção.

Entretanto, surge a necessidade de estudos com a levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*), com o propósito de averiguar sua utilização sobre o aproveitamento energético e protéico, sendo esta avaliada através dos efeitos da digestibilidade em rações para frangos de corte.

3.0 - Referências Bibliográficas

- AMARAL, A.M. **Digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos em alimentos utilizados em dietas para suínos em crescimento.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 71p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- ASSIS, E. M. Componentes da parede celular de leveduras: proteínas e polissacarídeos de interesse das indústrias farmacêuticas e de alimentos. In: Workshop – Produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL – instituto de tecnologia de alimentos, 1996. p.41-51.
- BATTERHAM, E.S. Availability and utilization of amino acids for growing pigs. **Nut. Res. Rev.**, 5:1-18. 1992.
- BOURGEOIS, C. M. y LARPENT, J. P. **Microbiologia Alimentar.** Volumen 2: Fermentaciones alimentarias. Zaragoza: Acribia, p. 19-29. 1995.
- BATTISTI, J.A., PEREIRA, J.A.A., COSTA, P.M.A. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos para suínos com diferentes idades. **Rev. Soc. Brasil. Zoot.**, v. 14, n. 2, p. 141-150, 1985.
- BUTOLO, J.E.; NOBRE, P.T.C. Utilização da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO' 1997 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997a, Campinas, SP **Anais...** Campinas, SP: FACTA/WSPA-BR, 1997. p.29.
- BUTOLO, J.E. Avaliação biológica da levedura de cana (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte, fase inicial e engorda, substituindo-se total e parcialmente a suplementação de vitaminas do complexo B, presentes na levedura de cana. In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE LEVEDURA DE CANA, 2, 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: CTC, 1991. p.47.
- CAMPOS NETO, O. Utilização dos subprodutos da indústria sucroalcooleira na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 4, 1987, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBZ, 1987. p.129-152.
- CARRÉ, B.; ROZO, E. La prédicion de La valeur énergétique des matières premières destines à l'aviculture. **Productions Animales**, Paris, v.3, n. 3, p. 163 – 169, 1990.
- CASTILHO, W.; KRONKA, R.N.; PIZAURO, J.M.J.; et al. Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) desidratada como fonte de proteína em dietas para leitões desmamados sobre peso de órgão digestivos e atividade das enzimas pancreáticas. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, v. 12, n. 1, p. 12-20, 2004.

- DZIEZAK, J.D. Yeasts and yeast derivatives: applications. **Food Technology**. v.41, n.2, p.104-121, 1987.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3 ed. Concórdia, 1991. 97p. (Embrapa-CNPASA, Documentos, 19).
- FARIA, H. G.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A. C.; et al. Valor nutritivo das leveduras de recuperação (*Saccharomyces* sp.), seca por rolo rotativo ou por “spray-dry”, para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1750-1753, 2000.
- FLEMMING, J.S. **Utilização de leveduras, probióticos e mananoligossacarídeos (MOS) na alimentação de frangos de corte**. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2005.
- FURCO, A.M. Produção de biomassa de levedura em destilarias de álcool. In: “Workshop” Produção de biomassa de levedura: Utilização em alimentação humana e animal, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, 1996. p.52-58.
- GENEROSO, R. A. R.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, 2008
- GRANGEIRO, M. G. A.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; et al. Inclusão de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p. 766 – 773, 2001.
- GHIRALDINI, J.A. & ROSELI, C.E.V. Caracterização e qualidade de levedura desidratada para a alimentação animal. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal. **Anais...** CBNA, Campinas, p.27-49, 1997.
- ICIDCA. Instituto Cubano de Pesquisa dos Derivados da Cana-de-açúcar. Manual dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia. Brasília: **ABIPTI**, 1999. p. 49- 55, 267-271, 297-301.
- ICONTECH (2009). **Sangria de levedura**. Disponível em: <<http://www.iconsa.com.br/hotsite/index.swf> 18/05>. Acesso em: 20 de setembro de 2010.
- KNABE, D. A. Bioavailability of amino acids in feedstuffs for swine. In: MILLER, E. R., ULLREY, D. E., LEWIS, A.J. J. **Swine nutrition**, 4th ed., p. 327-339, 1991.
- LANDELL FILHO, L.C.; KRONKA, R.N.; THOMAZ, M.C.; et al. Utilização da levedura de centrifugação da vinhaça (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica para leitões na fase inicial (10 a 30kg de peso vivo). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.283-291, 1994.

- LIMA, S. B. P. **Levedura de Cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte industrial**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. 53p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.
- LONGO, F. L.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A.; et al. Diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 112-122, 2005.
- MACHADO, P. F. Uso da levedura desidratada na alimentação de ruminantes. *In*: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1997. p.111-128.
- MASAIOLI JUNIOR, A.; ARÉVALO, Z.D.S. Estudo da termólise de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* de uvidas de álcool usando energia de microondas. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.19,n.1, p. 53-64, 2001.
- MIYADA, V.S. Levedura seca na alimentação de suínos. *In*: SBZ. Novas Tecnologias Produção Animal. SBZ, Piracicaba- SP, FEALQ, p.211-238, 1990.
- MIYADA, V.S. Utilização da levedura na alimentação de monogástrico. *In*: Simpósio sobre aproveitamento de subprodutos da agroindústria na alimentação animal, 1., 1985, Botucatu. **Anais...** Botucatu, 1985.p.56 – 69.
- MOSENTHIN, R.; SAUER, W.C.; BLANK, R.; et al. The concept of digestible amino acids in diet formulation for pigs. **Livestock Production Science**, v.64, p.265-280, 2000.
- MOREIRA, I.; MARCOS JUNIOR, M.; FURLAN, A.C.; et al. Uso da levedura seca por “spray-dry” como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira. Zootecnia.**, v.31, n.2 (supl.), p.962-969, 2002.
- MOREIRA, J.A.; MIYADA, V.S.; MENTEN, J.F.M; et al. Uso da levedura desidratada como fonte protéica para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.6, p. 1160 – 1167, 1998.
- MOREIRA, I.; ANDREOTTI, F.L.; FURLAN, A.C.; et al. C. Níveis crescentes de levedura de recuperação (*Saccharomyces spp*), seca pelo método "Spray Dry", na alimentação de leitões. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33. 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, v.4, p.116-118. 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1994. **Nutrient Requirements Of Poultry**. 9 Ed. Washington: National Academy Press. 155p.
- NOVAES, F.V. Matérias primas para produção de álcool. **I seminário sobre tecnologia e economia do álcool**. Piracicaba, SP 1980 p.03-07

- PELCZAR JR, M.J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. v.1, 2.ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997. 524p.
- PEPPLER, H.J. Food Yeast. **In:** Rose AH, Harrison JS. (eds.). *The Yeast*. London Academic Press, 1970. p. 421-462.
- PEREIRA, E.S. Fontes nitrogenadas e uso de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilho: consumo, digestibilidade, balanço, nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 563-572, 2001.
- PEZZATO, L.E.; MENEZES, A.; MARROS, M.M.; et al. Levedura em dietas para alevinos de tilápias do Nilo. **Veterinária e Zootecnia** V.13, n.1, p.84-94, 2006.
- RÉRAT, A. Absorption of nitrogen and amino acids from exogenous (fish meal proteins) or endogenous sources in the pig. **Pigs News and Information**, v. 11, p.173-180. 1990.
- ROCHA, A. P. T. **Estudo do desempenho de um leito de jorro convencional para secagem de leveduras**. 2002. (Dissertação Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2002.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005. v.1. 186 p.
- SINDAÇÚCAR. **Sindicato da Indústria do Açúcar e do Alcool no Estado de Pernambuco**, disponível em: <http://www.sindacucar.com.br/?acao=home> acessado em dezembro de 2010.
- SINDIRAÇÕES. **Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal**. Disponível em: http://www.sindiracoes.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=503&Itemid=86. Acessado em Dezembro de 2010.
- SILVA, E.P. **Avaliação nutricional de farinhas de vísceras de aves e a utilização em rações de frango de corte**. 2009. (Dissertação de mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 2009.
- SILVA, R. B.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F.; et al. Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinados em diferentes aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.3, p.169-275, 2008.
- SHORT, F.J. WISEMAN J. BOORMAN KN. Application of a method to determine ileal digestibility in broilers of amino acids in wheat. **Anim. Feed Sci. Technol.**, Amsterdam, v. 79, p. 195-209, 1999.
- SOUFFRANT, W.B. Endogenous nitrogen losses during digestion in pigs. **In:** DIGESTIVE physiology IN PIGS. Vth INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PHYSIOLOGY IN PIGS, 1991, Wageningen (Doorwerth). **Proceedings ...** Wageningen: Netherlands, 1991. p. 147-166.

SPRING, P.; WENK, C.; DAWSON, K.A. & NEWMAN, K.E. The effects of dietary mannanoligosaccharide on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca salmonella-challenged broiler chicks. **Poult. Sci.**, v. 79, n. 2, p. 205-211, 2000.

UNICA – **União Nacional da Indústria de Cana-de-açúcar**, disponível em: <http://www.unica.com.br/dadoscotacao/estatistica/> - acessado em Novembro de 2010.

YAMADA, E. A.; ALVIM, I. D.; SANTICCI, M. C. C.; et al. Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. **Rev. Nutr.** Vol. 16, n. 4, Campinas- SP, 2003.

YOKOTA, H.; OKOMURA, J.; SASA, Y. Studies on digestibility, biological value and metabolizable energy of single cell protein sources for the chicken. **Japanese Poultry Science.** v.13, p.124-128, 1976.

ZANUTTO, C.A.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; et al. Utilização da levedura de recuperação (*Saccharomyces sp.*), seca por rolos rotativos ou por spray dryer, na alimentação de leitões na fase inicial. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.21, n.3, p.705-710, 1999.

ZONTTA, M.C.M.; RODRIGUES, P.B.; ZONTTA, A.; et al. Energia metabolizável de ingredientes protéicos determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1400 – 1407, 2004.

CAPÍTULO II

Composição química, determinação e predição dos valores energéticos de diferentes leveduras de cana-de-açúcar para frangos de corte

* Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

Composição química, determinação e predição dos valores energéticos de diferentes leveduras de cana-de-açúcar para frangos de corte

Resumo – O experimento foi realizado com objetivo de determinar os valores energéticos de diferentes leveduras de cana-de-açúcar bem como gerar equações de predição para frangos de corte em diferentes idades em função da composição química. Quatro leveduras foram coletadas e analisadas quanto a sua composição físico-química, e em seguida foram realizados 4 ensaios de digestibilidade em 4 fases (pré-inicial – 1 a 8 d, inicial – 10 a 18 d, crescimento I – 20 a 28 e crescimento II – 30 a 38 d). Seiscentos e noventa frangos de corte machos da linhagem Cobb 500 foram distribuídos num delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 6 repetições onde utilizou-se 8, 6, 5 e 4 aves por parcela nas respectivas fases experimentais. As aves foram alojadas em gaiolas adaptadas para coleta de excretas. Os tratamentos foram: uma ração referência (milho e farelo de soja) e quatro rações testes com a substituição de 30% da ração referência pelas leveduras. A composição em percentagem da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, fibra em detergente neutro, energia bruta e o diâmetro geométrico médio (μm) das leveduras foram, respectivamente: 90,71; 17,11; 0,37; 7,54; 6,86; 4.214 e 661 para a levedura 1; 88,84; 18,05; 0,44; 8,05; 7,65; 4.268 e 695 para a levedura 2 ; 89,99; 14,94; 0,49; 9,1; 3,02; 4.011 e 933 para a levedura 3, e 90,47; 21,12; 0,30; 9,0; 12,13; 4095 e 616 para a levedura 4. Os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida (kcal/kg) foram: Lev. 1 (2.090; 1.953), lev. 2 (1.764; 1.537), lev. 3 (2.223; 2.069) e lev.4 (1.674; 1.566) para o período pré-inicial; lev. 1 (1.229; 1.070), lev. 2 (1.802; 1.670), lev 3 (1.285; 1.197) e lev. 4 (1.571; 1.527) para o período inicial; lev.1 (924; 803), lev. 2 (961; 940), lev. 3 (879; 698) e lev. 4 (986; 944) para o período de crescimento I; lev. 1 (800; 785), lev. 2 (1.181; 1.154), lev. 3 (1.422; 1.408), lev. 4 (779; 781) para o período de crescimento II, respectivamente. Houve efeito da idade e da composição química nos valores de energia metabolizável das leveduras sendo assim geradas quatro equações de predição, com ou sem a utilização do intercepto para estimar os valores de energia metabolizável para frangos de corte.

Palavras-chave: Digestibilidade, energia metabolizável, equações, idades, *Saccharomyces cerevisiae*

Chemical composition, determination and prediction of energetic values of cane sugar's different yeasts for broilers

Abstract – The experiment was conducted to determine the energetic values of sugar cane's different yeasts, as well as generate equations of prediction for broilers at different ages according to the chemical composition. Four yeasts were collected and analyzed regarding their physical and chemical composition, and then four digestibility assays were conducted in four stages (post-hatch – 1 to 8 d, initial - 10 to 18 d, growth I - 20 to 28 and growth II - 30 to 38 d). Six hundred and ninety male broilers of Cobb 500 were distributed in a completely randomized design with five treatments and six repetitions where it was used 8, 6, 5 and 4 birds per plot in each experimental phase, respectively. The birds were housed in suitable cages for collection of excretes. The treatments were: a reference diet (corn and soybean meal) and four test diets with a substitution of 30% of basal diet by the yeasts. The percentage composition of dry matter, crude protein, ether extract, ash, neutral detergent fiber, gross energy and yeast's geometric mean diameter (μm) were, respectively: 90.71; 17.11; 0.37; 7.54; 6.86; 4214 and 661 for a yeast 1; 88.84; 18.05; 0.44; 8.05; 7.65; 4268 and 695 for the yeast 2; 89.99; 14.94; 0.49; 9.1; 3.02; 4011 and 933 for yeast 3; and 90.47; 21.12; 0.30; 9.0; 12.13; 4095 and 616 for yeast 4. The apparent and apparent corrected metabolizable energy (kcal / kg) values were: 1 yeast (2090, 1953), yeast 2 (1764, 1537), yeast 3 (2223, 2069) and yeast 4 (1674, 1566) for the post-hatch period; yeast 1 (1229, 1070), yeast 2 (1802, 1670), yeast 3 (1285, 1197) and yeast 4 (1571, 1527) for the initial period; yeast 1 (924, 803), yeast 2 (961, 940), yeast 3 (879, 698) and yeast 4 (986, 944) for the growth I period; yeast 1 (800, 785), yeast 2 (1181, 1154), yeast 3 (1422, 1408), yeast 4 (779, 781) for the growth II period, respectively. There was an effect of age and chemical composition on yeast's metabolizable energy values and thus generated four equations of prediction, with or without the use of intercept to estimate the metabolizable energy values for broilers.

Key words: Digestibility, metabolizable energy, equations, ages, *Saccharomyces cerevisiae*

Introdução

Em virtude da variabilidade dos preços de produtos como o milho e o farelo de soja, tem havido uma crescente busca por alimentos “alternativos”, principalmente os subprodutos agroindustriais, que são ingredientes de baixo custo e encontrados facilmente em certas regiões e em algumas épocas do ano. Entre estes ingredientes, encontram-se, os produtos de origem microbiana como as leveduras, que são resíduos da indústria sucro-alcooleira, sendo estas boas fontes de proteína, aminoácidos e energia (Miyada, 1985; Butolo, 1991; Flemming, 2005).

A levedura é utilizada nos processos de fermentação do caldo extraído da cana-de-açúcar, para que este fermente e se torne um vinho de onde se extrai a aguardente ou etanol. Nas indústrias de etanol, devido à rápida velocidade de crescimento destes microorganismos, ocorre sempre excesso de população, que pode ser usada para os mais diversos fins depois de desidratada, como por exemplo, na alimentação animal (Grangeiro et al., 2001). A levedura de cana-de-açúcar é um produto totalmente natural, apresenta-se como uma suspensão de cor escura e viscosa, depois de usada como fermento para desencadear nas destilarias o início da operação do processamento do etanol.

As leveduras de cana-de-açúcar seca podem ser abordadas como alimento funcional, pois apresentam várias vitaminas do complexo B, enzimas, minerais quelatados, estimulantes bacterianos, antibióticos naturais e peptídeos que conferem melhor desempenho, maior resistência imunológica e menor estresse ao animal (Machado, 1997).

Apesar de serem seres unicelulares, as leveduras de cana sofrem influências quanto a sua composição química e energética em relação ao substrato e ao processamento em que foi desenvolvida. Os teores de matéria seca podem variar de 89,1

a 93,87%, de proteína bruta de 19,38 a 44,4% (Batisti et al., 1985; NRC, 1994; Butolo, 1997; Faria, 2000; Yamada et al., 2003; Rostagno et al., 2005; Longo et al., 2005; Generoso et al., 2008). Quanto aos minerais, a levedura apresenta um nível relativamente elevado, com variação entre 9,8 e 14,4%, sendo o potássio o principal componente desta fração; o conteúdo de gordura, ou extrato etéreo varia, podendo apresentar níveis de 0,9 a 1,6% (Butolo, 1997; Rostagno et al., 2005; Generoso, et al., 2008; Silva et al., 2008), e segundo estes mesmos autores, a energia metabolizável aparente de levedura de cana-de-açúcar pode variar de 1.963 a 2.819 kcal/kg para frangos de corte.

Vários métodos têm sido conduzidos na tentativa de se obter uma metodologia que melhor estime o valor energético dos alimentos. Basicamente estes métodos podem ser denominados diretos ou indiretos, sendo que o primeiro mede, utilizando o animal, a diferença entre a energia consumida e a excretada. O método indireto utiliza as equações de predição para determinar a energia metabolizável dos alimentos, envolvendo o conhecimento da composição química dos alimentos correlacionando-os aos valores obtidos em ensaios biológicos.

Portanto, este trabalho teve como objetivo determinar a composição química e os valores energéticos de diferentes leveduras de cana-de-açúcar, bem como gerar equações de predição, dos valores de energia metabolizável em função da composição química, para frangos de corte.

Material e Métodos

Para obtenção das leveduras foram adquiridas 04 amostras em diferentes Empresas (Usinas) da região Nordeste. As amostras dessas leveduras foram enviadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, e ao Laboratório de Química Vegetal do Departamento de Química da Universidade Federal Rural de

Pernambuco, onde foram determinados segundo as metodologias de Silva e Queiroz (2002) os teores de: matéria seca, energia bruta, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro (FDN) e cinzas. A variável física, o diâmetro geométrico médio (DGM) das leveduras também foram determinadas, pela metodologia de Zanotto & Bellaver (1996). Para isso, um conjunto vibrador foi montado utilizando o equipamento VIATEST 76773 KUHARDT e sete peneiras (4; 2; 1,20; 0,60; 0,30; 0,15 e 0 mm).

Em seguida, foram conduzidos os experimentos de digestibilidade no laboratório de digestibilidade de Não- Ruminantes do Departamento de Zootecnia da UFRPE, localizada em Recife – PE, situada na microrregião fisiográfica do Litoral Mata, pertencente à Região Metropolitana do Recife. Foram realizados quatro ensaios de metabolismo consecutivamente em quatro períodos de vida das aves, como sendo: fase pré-inicial (1 a 8 dias), inicial (11 a 18 dias), crescimento I (21 a 28 dias) e crescimento II (31 a 38 dias). Foram selecionados 690 frangos de corte machos da linhagem Cobb, sendo 240 para fase pré-inicial, 180 para a fase inicial, 150 para a fase de crescimento I e 120 para a fase crescimento II. Estas aves foram selecionadas num lote de 800 aves que foram adquiridas de um incubatório idôneo com um dia de vida, sendo estas criadas em galpão recebendo ração e água a vontade. Durante cada ensaio experimental as aves foram alojadas em baterias de gaiolas, onde cada gaiola tinha 1,00 x 0,50 x 0,50 m, sendo estas dotadas de comedouro tipo calha e bebedouro copo (plataforma) e bandeja coletora de excretas. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 6 repetições, totalizando 30 unidades experimentais, sendo cada parcela constituída por 8, 6, 5 e 4 aves para os ensaios nas fases pré-inicial, inicial, crescimento I e II, respectivamente.

Os tratamentos consistiram de uma ração referência (RR) a base de milho e farelo de soja, e mais quatro rações testes, compostas pela mistura de 70% da RR e 30%

de uma das leveduras estudadas. Desta forma tinham-se as rações: ração A- ração referência; ração B- 70% ração referência + 30% de inclusão da levedura 2; ração C- 70% ração referência + 30% de inclusão da levedura 1; ração D- 70% ração referência + 30% de inclusão da levedura 3; ração E- 70% ração referência + 30% de inclusão da levedura 4. As rações referências de cada idade foram formuladas utilizando as tabelas de composição dos alimentos proposta por Rostagno et al. (2005), sendo as exigências nutricionais seguidas conforme as recomendações da linhagem das aves Cobb – 500 (Tabela 1).

Durante o experimento as aves receberam água e ração à vontade. O método utilizado foi o de coleta total das excretas, onde se obedeceu a um período de quatro dias de adaptação as instalações e as rações experimentais e quatro dias de coleta de material. O consumo de ração e produção de excretas de cada unidade experimental foi registrado. Durante os períodos experimentais foram registradas a temperatura e umidade do ar, no período pré-inicial a temperatura média foi de 33,2° C, no período inicial foi de 30,28° C com UR de 70,9%, na fase de crescimento I a temperatura média foi de 30,8° C e a UR de 71,7%, e na fase de crescimento II a temperatura média registrada foi de 31,06° C e a UR de 74,75%.

Foi acrescido óxido férrico em pó na proporção de 2,0% às rações experimentais como marcador fecal no início e no final da coleta de excretas das aves, assim foram desprezadas as excretas não-marcadas na primeira coleta e as marcadas na última. Ao final de cada ensaio de digestibilidade as aves foram sacrificadas, para posteriores coletas.

Tabela 1- Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais

Ingredientes	Fases experimentais, dias de idade			
	1 – 8	11 – 18	21 – 28	31 – 38
Milho	55,405	56,371	60,283	64,522
Farelo de soja 45%	37,470	35,778	31,741	27,704
Óleo de soja	2,427	3,680	4,259	4,202
Fosfato bicálcico	1,941	1,835	1,689	1,537
Calcário calcítico	0,921	0,888	0,842	0,801
Sal comum	0,517	0,502	0,477	0,452
L- lisina HCL (78,8%)	0,374	0,203	0,209	0,264
DL- Metionina (99%)	0,193	0,0825	0,244	0,239
L- Treonina (98,5%)	0,148	0,0580	0,0515	0,070
Suplemento vitamínico-	0,600	0,600	-	-
Suplemento vitamínico ²	-	-	0,100	0,100
Suplemento mineral ³	-	-	0,100	0,100
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição energética e nutricional				
Energia metabolizável,	2.960	3.050	3.150	3.200
Matéria seca, %	90,25	90,10	91,53	89,70
Proteína bruta, %	22,11	21,14	19,73	18,31
Cálcio, %	0,942	0,899	0,837	0,775
Fósforo disponível, %	0,471	0,449	0,418	0,386
Sódio, %	0,224	0,218	0,208	0,198
Potássio, %	0,840	0,812	0,749	0,687
Aminoácidos digestíveis, %				
Metionina + cistina	0,968	0,844	0,791	0,755
Metionina	0,677	0,559	0,522	0,500
Lisina	1,363	1,189	1,099	1,048
Treonina	0,886	0,773	0,714	0,681
Triptofano	0,243	0,234	0,213	0,193
Fibra bruta (%)	2,985	2,910	2,759	2,614
Extrato etéreo (%)	5,039	6,292	6,887	6,973
Matéria mineral (%)	2,913	2,825	2,637	2,453

() Valores determinados ¹ Suplemento vitamínico-mineral. (Níveis de garantia por kg do produto). Vit. A: 1500.000 UI, Vit. D3: 500.000 UI. Vit. E: 3.333 mg. Vit K3: 250 mg, Riboflavina: 1.000 mg. Tiamina: 300 mg, Vit B6 (Pirixina): 500 mg, Vit B12: 3.333 mg, Niacina: 6,667 mg, Pantotenato de cálcio: 2.000 mg, Ácido fólico: 285 mg, Biotina: 8,33 mg, cloreto de colina: 70 mg, Metionina: 295 mg, Ferro: 5000 mg, Cobre: 1.550 mg, Manganês: 14.000 mg, Zinco: 12.130 mg, Iodo: 280 mg, Selênio: 70 mg, Robenidina: 6.000 mg, Licomicina: 734 mg, Aditivo Antioxidante: 16.667 mg.

² Suplemento vitamínico. (Níveis de garantia por Kg do produto). Vit A 1000000 UI, Vit B3 2000000 UI, Vit E 20000 mg, Vit K3 4000 mg, Vit B1 1880 mg, Vit B2 5000 mg, Vit B6 2000 mg, Vit B12 1000 mg, niacina 30000 mg, Ác. Pantotênico 13500 mg, Ác. Fólico 500 mg, Selênio 250 mg, Antioxidante 100000 mg.

³ Suplemento mineral. (Níveis de garantia por Kg do produto). Manganês 75000 mg, Zinco 70000 mg, Ferro 60000 mg, Cobre 85000 mg, Iodo 1500 mg, Cobalto 200 mg.

Durante os períodos de coleta, as excretas foram coletadas diariamente, sendo posteriormente acondicionadas em sacos plástico, pesadas e congeladas em freezer a -20°C , e, ao final do período experimental, descongeladas e homogeneizadas por cada unidade experimental. Em seguida, as excretas foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, moídas, e analisadas quanto aos teores de matéria seca, nitrogênio e energia bruta de acordo com as metodologias já citadas anteriormente.

Com base nos dados de consumo de ração, produção de excretas, análises de matéria seca, nitrogênio e energia bruta das rações e das excretas foi determinada a energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), utilizando-se as equações propostas por Matterson et al. (1965) e os coeficientes de digestibilidade (metabolizabilidade) da matéria seca e energia bruta utilizando as seguintes fórmulas: $\text{CMAMS} = (\text{MS ingerida} - \text{MS excretada} / \text{MS ingerida}) \times 100$, e, $\text{CMAEB} = (\text{EMAn} / \text{EB}) \times 100$.

Os valores encontrados para Energia Metabolizável Aparente (EMA), Aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e os Coeficientes de Metabolizabilidade da Matéria seca (CMAMS) e da Energia Bruta (CMAEB) das rações e da levedura de cana-de-açúcar nos ensaios experimentais foram submetidos a análise de variância, e as média comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados de composição química, como sendo: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo, (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), e a energia bruta (EB), e, física como o diâmetro geométrico médio (DGM) das leveduras estudadas, além da variável idade, também foram submetidos à análise de regressão múltipla, sendo estes valores como variáveis independentes, e, como variáveis dependentes os valores de EMA e EMAn, verificando aquelas variáveis que melhor correlacionaram com os valores de EMA e EMAn, gerando assim equações de predição

para energia metabolizável aparente e aparente corrigida para as leveduras, através do método Stepwise de Eliminação Indireta (Backward) nas fases experimentais.

Para verificar o bom ajuste das equações de predição aos dados foram usados os coeficientes de determinação (R^2) e o critério de informação Akaike (AIC) de acordo Akaike (1974). As análises estatísticas foram realizadas por intermédio do pacote estatístico Statistical Analysis Systems 9.1.3 (SAS, 2008).

Resultados e Discussões

Os dados de composição físico-química das leveduras de cana-de-açúcar (Tabela 2) apresentaram variações quando comparados com os tabelados por Generoso et al. (2008), por Rostagno et al. (2005) e o NRC (1994). Essas variações podem ser atribuídas ao fato de que a composição química e energética dos alimentos pode ser influenciada por fatores como: solo, clima e variabilidade genética do produto. No caso de subprodutos, como a levedura de cana-de-açúcar, além desses fatores, o tempo de processamento e as condições inadequadas de armazenamento podem alterar os valores (Freitas et al., 2005; Brumano et al., 2006, Gomes et al., 2007; Nery et al., 2007).

Comparando a composição físico-química das leveduras utilizadas nos ensaios experimentais, foi verificado que as leveduras 1 e 4 apresentaram maiores valores em relação a matéria seca (90,71 e 90,47%) respectivamente. Os valores de matéria seca encontrados para as leveduras 1, 3 e 4 deste trabalho corroboram com a variação encontrada na literatura, assim sendo entre 89,1 e 93,87% de acordo com Battisti et al. (1985), Generoso et al. (2008), Butolo (1997) e Longo et al. (2005), apenas a levedura 2 obteve valor inferior (88,84%). O maior valor encontrado para proteína bruta foi de 21,12 % na levedura 4, contudo, este valor obtido foi inferior aos descritos por Silva (2010), Rostagno et al. (2005), Yamada et al. (2003), Faria et al. (2000) que variam entre 30,35 a 39,6%, quando estes avaliaram leveduras seca pelo método “spray dry” ,

e, superior ao descrito por Lopes (2010) de 14,10%, sendo este valor semelhante ao encontrado para a levedura 3 deste trabalho.

Tabela 2 - Composição físico-química e valor energético das leveduras de cana-de-açúcar avaliadas (expressos na matéria seca)

Nutrientes	Leveduras			
	1	2	3	4
Matéria Seca, (%)	90,71	88,84	89,99	90,47
Proteína Bruta, (%)	17,11	18,05	14,94	21,12
Matéria Mineral, (%)	7,54	8,05	9,1	9,0
Extrato Etéreo, (%)	0,37	0,44	0,49	0,30
FDN ¹ , (%)	6,86	7,65	3,02	12,13
Energia Bruta, (kcal/kg)	4.214	4.268	4.011	4.095
DGM ² , (µm)	661	695	933	616

¹FDN- Fibra em Detergente Neutro;

²DGM – Diâmetro Geométrico Médio

As leveduras 3 e 4 apresentaram valores semelhantes quanto aos teores de cinzas (9,1 e 9,0%, respectivamente) e isso pode estar relacionado ao tempo da secagem do leite da levedura pelo rolos rotativos, pois quanto maior esse tempo, mais o material queimar. Os valores obtidos de extrato etéreo das leveduras variaram entre 0,30 e 0,49% resultados superiores foram encontrados por Faria et al. (2000) e Butolo (1997) de 1,34 e 1,80%.

As leveduras apresentaram para FDN valores que variaram entre 3,02 a 12,13%, sendo estes valores superiores aos encontrado por Generoso et al. (2008) 1,00 e 1,09% , e, inferiores aos apresentados por Silva (2007) que avaliando a composição química de subprodutos agroindustriais para alimentação de aves apresentou percentuais entre 49,87% e 57,28% de FDN em leveduras de cana-de-açúcar. Os valores de energia bruta das leveduras variaram entre 4.011 e 4.268 Kcal/g, sendo os valores das leveduras 1, 2 e 4 condizentes aos descritos por Generoso et al. (2008), Rostagno et al. (2005) e Longo et al. (2005), que foram de 4.255 kcal/kg, 4.157 kcal/kg e 4.077 kcal/kg, respectivamente; apenas a levedura 3 obteve-se valor inferior (4.011 kcal/kg). Na determinação do DGM observa-se que as leveduras 1, 2 e 4 continham partículas em

média 89,13% classificadas como finas; 10,57% médias e 0,28% grossas, e apenas a levedura 3 apresentou 53,43% como sendo partículas finas; 46,08% médias e 0,43% grossas.

Essas diferenças entre as composições químicas podem ser atribuídas ao método de processamento usado pela indústria para obtenção desses subprodutos. Segundo Perdomo et al. (2004), a composição química e o valor nutritivo da levedura variam, dependendo do substrato utilizado para seu crescimento, assim como o processo industrial ao qual é submetida.

As médias dos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB) em função da idade das rações experimentais são apresentados na Tabela 3.

Os resultados dos valores de EMA, EMAn e CMAEB foram maiores para a ração referência em todas as fases experimentais, demonstrando que as leveduras apresentam menores valores energéticos, portanto diminuem os valores absolutos na metabolização da energia das rações testes.

Dentre as rações testes com substituição de 30% da ração referência pela levedura de cana-de-açúcar no período pré-inicial, a dieta teste B (819,6 kg/kg) apresentou o maior consumo de ração em relação às demais. Os maiores valores observados para EMA e EMAn foi na ração D (2.927 e 2.756 kcal/kg, respectivamente). A ração C (2.888 e 2.722 kcal/kg, de EMA e EMAn, respectivamente) apresentou resultados intermediários aos valores das rações B e D para EMA e, entre as rações B, D e E para EMAn. As rações B e E (2.618 kcal/kg) apresentaram o mesmo valor para EMAn, sendo este o menor valor obtido. Os percentuais dos CMAMS foram semelhantes entre as rações e o CMAEB foi maior para a ração teste D (63,03%).

Tabela 3 - Média dos valores de consumo, energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn) e os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB) das rações

Parâmetros	Rações					Média	P	CV
	A	B	C	D	E			
Pré-inicial (1 a 8 dias)								
Consumo (g)	713,2 ^e	819,6 ^a	769,7 ^c	788,2 ^b	732,6 ^d	764,6	0,001	0,96
EMA (kcal/kg)	3.186 ^a	2.808 ^d	2.888 ^c	2.927 ^b	2.776 ^e	2.917	0,001	0,54
EMAn	3.009 ^a	2.618 ^d	2.722 ^c	2.756 ^b	2.618 ^d	2.745	0,001	0,53
CMAMS (%)	61,63 ^a	63,89 ^a	64,82 ^a	66,52 ^a	63,53 ^a	64,08	0,213	5,47
CMAEB (%)	66,95 ^a	61,53 ^c	60,72 ^d	63,03 ^b	58,58 ^e	62,16	0,001	0,53
Inicial (11 a 18 dias)								
Consumo (g)	1.690 ^c	1.723 ^b	1.736 ^a	1.715 ^b	1.673 ^d	1.708	0,001	0,41
EMA (kcal/kg)	3.607 ^a	3.127 ^b	2.960 ^d	2.982 ^d	3.055 ^c	3.146	0,001	0,89
EMAn	3.215 ^a	2.804 ^b	2.631 ^c	2.672 ^c	2.757 ^b	2.816	0,001	1,05
CMAMS (%)	73,41 ^a	71,27 ^b	70,77 ^b	71,74 ^b	71,50 ^b	71,74	0,001	1,34
CMAEB (%)	69,23 ^a	60,68 ^b	57,98 ^d	59,09 ^c	60,22 ^b	61,44	0,001	1,04
Crescimento I (21 a 28 dias)								
Consumo (g)	2.257 ^c	2.406 ^b	2.451 ^a	2.458 ^a	2.418 ^b	2.398	0,001	0,41
EMA (kcal/kg)	3.671 ^a	2.950 ^b	2.924 ^{cd}	2.920 ^d	2.943 ^{bc}	3.081	0,001	0,43
EMAn	3.224 ^a	2.617 ^b	2.566 ^c	2.544 ^c	2.606 ^b	2.711	0,001	0,57
CMAMS (%)	79,14 ^a	73,58 ^c	74,02 ^c	78,66 ^{ab}	75,91 ^{bc}	76,26	0,001	2,12
CMAEB (%)	69,47 ^a	57,37 ^c	56,91 ^c	56,30 ^c	58,17 ^b	59,64	0,001	0,57
Crescimento II (31 a 38 dias)								
Consumo (g)	1.909 ^e	2.167 ^a	2.099 ^b	2.072 ^c	1.984 ^d	2.046	0,001	0,32
EMA (kcal/kg)	3.404 ^a	2.813 ^c	2.696 ^d	2.871 ^b	2.693 ^d	2.895	0,001	0,34
EMAn	3.356 ^a	2.770 ^c	2.657 ^d	2.832 ^b	2.658 ^d	2.855	0,001	0,35
CMAMS (%)	84,92 ^a	84,28 ^{ab}	83,03 ^{ab}	82,03 ^{ab}	81,05 ^b	83,06	0,030	2,61
CMAEB (%)	66,95 ^a	61,53 ^c	60,72 ^d	63,03 ^b	58,58 ^e	62,16	0,001	0,53

P = probabilidade; CV= coeficiente de variação;

A- Ração referência; B- ração referência +30% de levedura 2; C- ração referência + 30% da levedura 1; D- ração referência + 30% da levedura 3; E- ração referência + 30% da levedura 4.

As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade .

No período inicial a ração teste C (1.735,9 kg/kg) apresentou maior consumo de ração, seguidas das rações B e D (1.722,9 e 1.714,8 kg/kg, respectivamente) com resultados estatisticamente semelhantes, e a ração teste E (1.673,3 kg/kg) proporcionou o menor consumo. A ração teste B apresentou o maior valor para EMA (3.127 kcal/kg) a ração E obteve 3.055 kcal/kg de EMA, enquanto que a ração C e D apresentaram os menores valores (2.960 e 2.982 kcal/kg, respectivamente), não diferenciando estatisticamente entre si. Para os valores da EMAn as rações B e E apresentaram os maiores resultados (2.804 e 2.757 kcal/kg) respectivamente. Os valores dos CMAMS das rações testes apresentaram resultados semelhantes entre si, com média de 71,71%, e os maiores valores para o CMAEB foi observado para as rações testes B e E (60,68 e 60,22%).

Para o período de crescimento I das aves, as dietas rações C e D (2.450,6 e 1.458,0 kg/kg) apresentaram os maiores consumos, e as rações B e E (2.406,3 e 2.418,1 kg/kg) os menores consumos. O maior valor obtido entre as rações testes para EMA foi a ração B (2.950 kcal/kg), e para EMAn, as rações B e E (2.617 e 2.606 kcal/kg). Dentre as rações testes, a que obteve maior percentagem no CMAMS foi à ração D (78,66%) e para o CMAEB a ração E (59,64%), as demais não diferenciaram estatisticamente entre si.

No período de crescimento II das aves, a ração teste B (2.166,5 kg/kg) proporcionou o maior consumo, em relação as demais rações. A ração teste D apresentou os maiores valores para EMA e EMAn (2.871 e 2.832 kcal/kg), as rações C (2.696 e 2.657 kcal/kg) e E (2.693 e 2.658 kcal/kg), para EMA e EMAn respectivamente não diferiram estatisticamente entre si. Os CMAMS não diferiram estatisticamente entre as rações testes B, C e D com média de 84,07%, apresentando a

ração E (81,05%) o menor percentual. Para o CMAEB a ração teste D (63,03%) obteve valor superior as demais.

O consumo entre as rações testes contendo levedura foi crescente nas fases pré-inicial, inicial e crescimento I, porém na fase crescimento II o consumo diminuiu consideravelmente, a provável causa deste fato está ligado a fatores ambientais, tendo em vista a alta temperatura do local nesta fase experimental.

As médias dos valores de EMA e EMAn, CMAMS e CMAEB das leveduras de cana-de-açúcar são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Média dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn) das leveduras de cana-de-açúcar e os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB) com base na matéria seca

Parâmetros	Leveduras				Média	P	CV
	1	2	3	4			
Pré-inicial (1 a 8 dias)							
EMA (kcal/kg)	2.090 ^b	1.764 ^c	2.223 ^a	1.674 ^d	1.937	0,001	1,32
EMAn (kcal/kg)	1.953 ^b	1.537 ^c	2.069 ^a	1.566 ^c	1.781	0,001	1,40
CMAMS (%)	73,37 ^a	70,12 ^a	79,81 ^a	73,15 ^a	73,15	0,389	13,10
CMAEB (%)	46,35 ^b	36,03 ^d	51,60 ^a	38,24 ^c	43,06	0,001	1,41
Inicial (11 a 18 dias)							
EMA (kcal/kg)	1.229 ^c	1.802 ^a	1.285 ^c	1.571 ^b	1.472	0,001	4,20
EMAn (kcal/kg)	1.070 ^d	1.670 ^a	1.197 ^c	1.527 ^b	1.366	0,001	5,14
CMAMS (%)	63,71 ^a	65,37 ^a	67,20 ^a	68,37 ^a	66,16	0,160	5,48
CMAEB (%)	25,41 ^c	39,13 ^a	29,84 ^b	37,30 ^a	32,92	0,001	5,13
Crescimento I (21 a 28 dias)							
EMA (kcal/kg)	924 ^{ab}	961 ^a	879 ^b	986 ^a	938	0,028	4,75
EMAn (kcal/kg)	803 ^b	940 ^a	698 ^c	944 ^a	846	0,001	6,77
CMAMS (%)	60,32 ^b	58,25 ^b	77,33 ^a	67,63 ^{ab}	65,88	0,001	10,13
CMAEB (%)	19,07 ^b	22,04 ^a	17,40 ^b	23,06 ^a	20,39	0,001	6,74
Crescimento II (31 a 38 dias)							
EMA (kcal/kg)	800 ^c	1.181 ^b	1.422 ^a	779 ^c	1.045	0,001	2,87
EMAn (kcal/kg)	785 ^c	1.154 ^b	1.408 ^a	781 ^c	1.032	0,001	2,92
CMAMS (%)	77,98 ^{ab}	82,52 ^a	74,18 ^{ab}	68,55 ^b	75,81	0,004	7,73
CMAEB (%)	18,64 ^c	27,04 ^b	35,11 ^a	19,08 ^c	24,97	0,001	2,90

P = probabilidade; CV= coeficiente de variação;

1 – Levedura destilaria 1(Dieta C); 2 – Levedura destilaria 2 (Dieta B); 3 – Levedura destilaria 3 (Dieta D); 4 – Levedura destilaria 4 (Dieta 5).

As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade .

No período pré-inicial os valores de EMA e EMAn da levedura 3 obteve valores superiores aos demais (2.223 e 2.069 kcal/kg, respectivamente). Os valores dos CMAMS entre as leveduras foram semelhantes entre si, porém para os valores dos CMAEB a levedura 3 apresentou maior resultado (51,60%).

A superioridade dos valores de EMA e EMAn da levedura 3 pode estar relacionado com o baixo valor de FDN da mesma, já que a quantidade de fibra pode ser fator limitante para o aproveitamento da energia. Longo et al. (2005), trabalhando com um nível de substituição de 20% da ração referência por levedura seca no período pré-inicial, obteve um valor de EMAn de 2.037 kcal/kg na matéria natural, e, de 49,97 % para o CMAEB. O NRC (1994), Rostagno et al. (2000), D'Agostini et al. (2001) encontraram valores de EMAn que variam entre 1.990 a 2.536 kcal/kg. Neste ensaio os valores de EMA foram em média 8,19% superiores aos de EMAn, o que significa que os valores de EMA foram 156,5 Kcal superiores em relação aos de EMAn. De acordo com Nery et al. (2007), essa característica é normal quando os valores de EM são determinados em aves em crescimento, pois nesta fase ocorre maior retenção de nitrogênio para que ocorra deposição de tecido protéico. A levedura 2, no ensaio experimental que compreendeu a fase inicial, apresentou os maiores valores quanto a EMA (1.802 kcal/kg) e a EMAn (1.670 kcal/kg). Os valores dos CMAMS não diferiram estatisticamente entre as leveduras, o valor médio obtido foi de 66,16% de metabolizabilidade. Entretanto, o valor do CMAEB das leveduras 2 (39,13%) e 4 (37,30%) não diferiram estatisticamente, sendo estes os maiores valores em relação aos demais.

Silva et al. (2008), trabalhando com um nível de inclusão de 40% de levedura seca para pintos de 11 a 21 dias de idade, obteve valores de 2.061 e 1.963 kcal/kg para EMA e EMAn, respectivamente, com o CMAMS de 52,99%. Os valores de EMA apresentaram em média 7,47% superiores aos de EMAn, o que significa em média 105,75 kcal de diferenças entre EMA e EMAn.

Os valores de EMA e EMAn das leveduras 2 (961 e 940 kcal/kg) e 4 (986 e 944 kcal/kg) respectivamente, obtiveram os maiores resultados na fase experimental de crescimento I (21 a 28 dias), não diferenciando estatisticamente estes valores. O maior valor do CMAMS foi apresentado pela levedura 3 (77,33%), e para o CMAEB, os maiores valores foram obtidos pelas leveduras 2 (22,04%) e 4 (23,06%), sendo estes valores estatisticamente semelhantes. Nesta idade, os valores de EMA foram em média 10,28% superiores em relação a EMAn, significando uma diferença de 91,25 kcal entre EMA e EMAn. As leveduras avaliadas no período de 21 a 28 dias de idade apresentaram valores de EMA e EMAn inferiores aos citados por Rostagno et al. (2005), NRC (1994) e pela tabela da Embrapa (1991).

Para o período de crescimento II, os valores de EMA e EMAn foram superiores para a levedura 3 (1.422 e 1.408 kcal/kg) respectivamente, sendo estes valores atribuídos ao fato de apresentarem em sua composição físico-químico o menor percentual de FDN e maior DGM. A levedura 2 apresentou o maior resultado de CMAMS (82,52%) e a levedura 3 obteve maior CMAEB (35,11%), devido ao maior valor de EMAn. Neste ensaio experimental os valores de EMA foram em média 1,68% superiores a EMAn, o que significa em média 18,6 kcal da EMA superior a da EMAn, apenas a levedura 4 apresentou 2 cal de EMAn superior a EMA.

As aves apresentaram balanço positivo de nitrogênio, caracterizado pela retenção de nitrogênio do alimento. Leeson & Summers (2001) e Nunes (2003),

afirmaram que é necessário corrigir os valores estimados de energia pelo balanço de nitrogênio, pois, durante um ensaio de metabolismo, é impossível assegurar que todas as aves apresentem a mesma taxa de crescimento, tornando-se necessária a correção para o balanço de nitrogênio. De acordo com Leeson & Summers (2001), os valores de EM, quando corrigidos pelo balanço de nitrogênio, tendem a ser sempre menores quando as aves apresentam balanço de nitrogênio positivo, o que explica os menores valores de EMAn encontrados neste trabalho.

Nas fases experimentais: pré-inicial e inicial, o aproveitamento energético foi consideravelmente maior que nas fases de crescimento I e crescimento II. Lopes (2010) afirma que a levedura de cana-de-açúcar contém em sua parede celular mananligossacarídeos (MOS) que atuam como beneficiadores do desenvolvimento animal, pois se aderem às fimbrias das bactérias patogênicas impedindo que colonizem o trato digestivo. Desta forma, a presença do MOS em dietas para aves pode estimular o crescimento de bactérias desejáveis intestinais. De acordo com Santin et al. (2001) o principal mecanismo da parede celular da *S. cerevisiae* é devido a uma D-manose, o que causa um efeito mediado através da melhoria da saúde do lúmen intestinal, havendo um aumento da área de absorção no intestino. Como consequência a desagregação dos nutrientes é mais eficiente e os animais serão capazes de captar maior quantidade de energia e proteína da dieta (Dawsom, 1999).

Os baixos valores de EMA e EMAn na fase de crescimento I para as leveduras de cana-de-açúcar pode está relacionado a uma limitação da maturação intestinal, na presença de nucleotídeos. Esteve-Garcia et al. (2007) afirmam que durante o período de crescimento, a disponibilidade de ácidos nucléicos pode limitar a maturação de tecidos de rápida replicação celular e baixa capacidade biossintética, como o intestino,

restringindo, desta forma, a taxa de crescimento, pela menor capacidade de digestão e absorção de nutrientes.

Longo et al. (2005), afirmaram que as diferenças encontradas entre valores de EMAn calculados, bem como no aproveitamento energético (CMEB) do ingrediente estão relacionadas principalmente à imaturidade do TGI, promovendo modificações na capacidade digestiva e absorptiva da ave, evidenciando que as características metabólicas existentes em cada fase de desenvolvimento podem afetar o valor energético dos alimentos e, conseqüentemente, alterar o valor de energia metabolizável fornecido na dieta.

É escassa na literatura a apresentação dos coeficientes de metabolizabilidade de energia bruta em aves, geralmente são apresentados os dados de energia bruta e o da EMAn, os quais calculados pode fornecer este coeficiente; no entanto, Faria et al. (2000) estudando a levedura seca por rolo rotativo e por spray dry encontrou um bom coeficiente de digestibilidade para coelhos em crescimento que foram 69,60% e 87,19%, enquanto que Zanotto (1997) encontrou um coeficiente de 82,94% para leitões na fase inicial. Silva (2010) trabalhando com um nível de 30% de substituição da ração referência por levedura de cana-de-açúcar seca por spray dry com poedeiras, encontrou valores de metabolizabilidade de 45,18%.

Muitos fatores podem interferir nos resultados das avaliações de energia dos alimentos, entre os mais importantes podem-se citar: idade das aves, processamento dos alimentos, procedimento experimental conforme Penz Jr. et al. (1999). A idade das aves é um dos fatores mais citados como causadores de variações nos valores de energia metabolizável dos alimentos (Brumano et al., 2006; Generoso et al., 2008).

Dessa forma, verifica-se a necessidade de se aprofundar mais nesses estudos e complementar as tabelas nacionais e internacionais com valores energéticos de acordo com a idade das aves, para que a formulação de rações possa ser otimizada.

As equações de regressão múltiplas calculadas para estimar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) das leveduras encontram-se nas tabelas 5 e 6. Para a predição dos valores de EMA e EMAn vinte modelos gerados foram significativos, sendo 10 modelos para EMA e 10 para EMAn.

Parte das equações que foram geradas utilizam o intercepto como integrante da equação, apresentaram um baixo coeficiente de determinação (R^2) quando comparadas com as equações que não utilizaram o intercepto. Janssen (1989) na elaboração da Tabela Européia de Valores Energéticos de Alimentos para Aves, não levou em consideração o intercepto, assim como Rostagno et al. (2005) nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos. Para averiguar o ajuste dos dados, também foi usado o critério de informação de Akaike (AIC). De acordo com Beal (2005) o modelo com menor AIC entre todos os modelos concorrentes é considerado o melhor.

Os coeficientes de determinação das equações de regressão (R^2) variaram de 0,6792 a 0,9680 para EMA, e para EMAn de 0,5752 a 0,9571, utilizando-se equações com três a quatro variáveis. Dentre as equações geradas que foram utilizadas o intercepto, o modelo 1 ($EMA = 8905,51 - 32,1006 * idade - 81,048 * MS + 0,50052 * DGM$) apresentou o melhor coeficiente de determinação ($R^2 = 0,6798$), e, o menor valor de AIC (1071,3604), obtendo assim melhor ajuste dos dados. Para as equações que não utilizaram o intercepto o modelo 4 ($EMA = -32,1253 * idade + 49,372 * PB + 2736,4 * EE$) com R^2 de 0,9678 e AIC de 1.070,0169) foi que melhor se ajustou aos dados.

Além disso, as equações acima discutidas apresentam um número menor de análises laboratoriais realizadas, concordando com Nunes (1999) onde relata que o uso

de equações com duas a quatro variáveis podem ser utilizadas com maior facilidade pelo fato da realização de menores números de análises laboratoriais economizando tempo e custo.

De acordo com Rodrigues et al. (2002), equações com duas a quatro variáveis estimam melhor os valores energéticos dos alimentos, porém, nem todas as equações com esse número de variáveis produzem boas estimativas, pois, apesar de a variável compor a equação, deve estar altamente correlacionada aos valores energéticos.

Tabela 5 - Equações de predição da EMA (kcal/kg) da levedura de cana-de-açúcar para frangos de corte em função da composição físico-química¹

ER	Coeficiente de regressão									R ²	AIC
	Intercepto	Idade	MS	PB	MM	EE	FDN	DGM	EB		
1	8905,51	-32,1006	-81,048	---	---	---	---	0,50052	---	0,6798	1071,3604
2	-2666,26	-32,1006	---	136,940	---	5496,06	---	---	---	0,6797	1071,3926
3	968,43	-32,1006	---	---	---	2104,38	22,159	---	---	0,6792	1071,5403
4	---	-32,1253	---	49,372	---	2736,44	---	---	---	0,9678	1070,0169
5	---	-32,1032	41,444	-123,228	---	---	59,644	---	---	0,9680	1071,4826
6	---	-32,1032	9,545	---	---	2308,82	25,886	---	---	0,9680	1071,4875
7	---	-32,1032	---	36,863	---	2999,92	15,797	---	---	0,9680	1071,4889
8	---	-32,1033	-14,902	94,450	---	4078,07	---	---	---	0,9680	1071,4913
9	---	-32,1195	---	-39,032	90,297	---	---	---	0,46072	0,9679	1071,5986
10	---	-32,1550	---	---	-667,258	---	247,075	7,9364	---	0,9679	1071,6804

1 – valores com base na matéria seca;

ER- equação de regressão; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; MN – Matéria mineral; FDN – fibra em detergente neutro; DGM – diâmetro geométrico médio; EB – energia bruta;

R² – coeficiente de determinação; AIC- critério de informação Akaike.

Dentre as equações de predição que foram geradas para EMAn, com a utilização do intercepto, o modelo 1 ($EMAn = -4190,27 - 27,6797*idade + 184,997*PB + 6718,77*EE$) com R^2 de 0,5759 e AIC de 1085,744 apresentou um melhor ajuste dos dados, em comparação com as demais que utilizaram o intercepto, visto que a mesma proporcionou maior coeficiente de determinação e menor AIC. As equações de regressão 2 e 3 também possuíam bons coeficientes de determinação e AIC, mas as variáveis que são utilizadas apresentaram alguns empecilhos quanto ao seu uso, pois é necessário a utilização de uma bomba calorimétrica, e também um conjunto de peneiras para determinação da granulometria, podendo trazer custos adicionais na formulação.

Dentre as equações geradas para EMAn que não utilizaram o intercepto, o modelo 4 ($EMAn = -27,7557*idade - 519,001*MM + 202,870*FDN + 6,4243*DGM$) proporciona melhor ajuste aos dados, pois apresenta coeficiente de determinação de 0,9571 e AIC de 1086,003. O modelo 5 gerado para EMAn sem intercepto utilizou apenas 3 variáveis, e obteve um menor coeficiente de determinação (0,9567) e AIC (1085,067). Em comparação com os demais modelos que fizeram uso de 4 variáveis, pode-se concluir que a medida a qual as equações utilizam mais variáveis, conseqüentemente aumenta o R^2 , havendo um melhor ajustes dos dados.

Os valores estimados de EMA e EMAn através dos modelos gerados, e os valores determinados nos ensaios de digestibilidade para as leveduras estudadas, juntamente com a média da soma dos quadrados dos desvios destas estimativas, encontram-se nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 6 - Equações de predição da EMAn (kcal/kg) da levedura de cana-de-açúcar para frangos de corte em função da composição físico-química¹

ER	Coeficiente de regressão									R ²	AIC
	Intercepto	Idade	MS	PB	MM	EE	FDN	DGM	EB		
1	-4190,27	-27,6797	---	184,997	---	6718,77	---	---	---	0,5759	1085,744
2	14361,06	-27,6797	-115,544	---	---	---	---	---	-0,5221	0,5757	1085,774
3	8198,04	-27,6797	-74,273	---	---	---	---	0,3902	---	0,5752	1085,892
4	---	-27,7557	---	---	-519,001	---	202,870	6,4243	---	0,9571	1086,003
5	---	-27,7185	---	47,377	---	2381,78	---	---	---	0,9567	1085,067
6	---	-27,6858	38,318	-119,241	---	---	64,030	---	---	0,9571	1086,056
7	---	-27,6857	7,456	---	---	2233,32	31,348	---	---	0,9571	1086,066
8	---	-27,6856	---	28,785	---	2773,38	23,479	---	---	0,9571	1086,068
9	---	-27,7120	---	-29,099	95,567	---	---	---	0,3645	0,9571	1086,68
10	---	-27,5216	---	---	---	2298,95	55,062	0,6399	---	0,9571	1086,070

1 – valores com base na matéria seca;

ER- equação de regressão; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; MN – Matéria mineral; FDN – fibra em detergente neutro; DGM – diâmetro geométrico médio; EB – energia bruta;

R² – coeficiente de determinação; AIC- critério de informação Akaike;

Os valores preditos para EMA e EMAn através das equações de regressão que foram geradas a partir da composição físico-química, com ou sem a utilização do intercepto, apresentam-se muito próximo aos valores determinados nos ensaios biológicos, isso pode ser observado também pela soma das médias dos quadrados dos desvios, onde praticamente todos os resultados são semelhantes, contudo a escolha do modelo a ser utilizado para prever algum valor de EM dependerá das análises laboratoriais disponíveis, já que algumas destas análises necessitam de equipamentos mais sofisticados que podem torná-las mais onerosas.

A variável idade foi utilizada em todos os modelos de predição da EMA como também da EMAn, preconizando a importância deste fator quando se trabalha com o efeito da idade sobre os valores preditos, visto que a cada um dia de vida que os frangos de corte envelhecem, o valor de EMA e EMAn da levedura de cana-de-açúcar reduzem em média 32,155 e 27,6805 kcal/kg, respectivamente.

Tabela 7 – Estimativa dos valores de EMA das leveduras de cana-de-açúcar por meio das equações de predição, com base na matéria seca

Equações com intercepto											
EMA ₁ = 8905,51-32,1006(idade)-81,048(MS)+0,50052(DGM)										R ² = 0,6798	
EMA ₂ = -26660,26-32,1006(idade)+136,940(PB)+5496,06(EE)										R ² = 0,6797	
EMA ₃ = 968,43-32,1006(idade)+2104,38(EE)+22,159(FDN)										R ² = 0,6792	
Equações sem intercepto											
EMA ₄ = -32,1253(idade)+49,372(PB)+2736,44(EE)										R ² = 0,9678	
EMA ₅ = -32,1032(idade)+41,444(MS)-123,228(PB)+59,644(FDN)										R ² = 0,9680	
EMA ₆ = -32,1032(idade)+9,545(MS)+2308,82(EE)+25,886(FDN)										R ² = 0,9680	
EMA ₇ = -32,1032(idade)+36,863(PB)+2999,92(EE)+15,797(FDN)										R ² = 0,9680	
EMA ₈ = -32,1033(idade)-14,902(MS)+94,450(PB)+4078,07(EE)										R ² = 0,9680	
EMA ₉ = -32,1195(idade)-39,032(PB)+90,297(MM)+0,46072(EB)										R ² = 0,9679	
EMA ₁₀ = -32,1551(idade)-667,258(MM)+247,075(FDN)+7,9364(DGM)										R ² = 0,9679	
Alimento	EMA ¹	EMA ₁ ²	EMA ₂ ²	EMA ₃ ²	EMA ₄ ²	EMA ₅ ²	EMA ₆ ²	EMA ₇ ²	EMA ₈ ²	EMA ₉ ²	EMA ₁₀ ²
Levedura 1	1261,10	1219,34	1265,12	1273,1	1295,96	1271,44	1271,66	1271,71	1271,82	1276,62	1282,74
Levedura 2	1427,60	1388,73	1433,48	1437,91	1409,51	1435,76	1435,87	1435,94	1435,92	1409,22	1407,47
Levedura 3	1452,50	1414,15	1446,73	1440,53	1452,03	1442,63	1442,44	1442,39	1442,3	1460,2	1451,75
Levedura 4	1252,80	1216,34	1248,77	1242,57	1237,22	1244,33	1244,16	1244,13	1244,01	1248,63	1253,5
Média	1348,5	1309,64	1348,5	1348,5	1348,7	1348,5	1348,5	1348,5	1348,5	1348,7	1348,9
SQD ³	---	537625,3	537625,3	537625,3	538453	537712,4	537712,4	537712,4	537715,8	528258,5	539449,1
Média SQD ⁴	---	134406,3	134406,3	134406,3	134613,2	134428,1	134428,1	134428,1	134428,9	134564,6	134862,2

¹EMA- energia metabolizável aparente, observada “in vivo” em ensaios com frangos;

²- Estimativas de EMA pelas equações de predição;

³- soma dos quadrados dos desvios;

⁴- média da soma dos quadrados dos desvios

Sibbald & Price (1977) discordam da afirmação de que equações de predição são viáveis para determinar os valores energéticos dos alimentos. Esses autores basearam-se em um experimento em que foram obtidas a EMA e EMV de 30 amostras de trigo e 28 de aveia, e que foram comparados os valores de EM preditos por dados químicos e físicos obtidos dos grãos. Segundo os autores, as comparações entre os valores preditos e observados para o trigo, tanto para a EMA quanto para EMV, comprovaram que as predições tiveram pouca precisão e acurácia para aplicação prática. No entanto, de acordo com Sakomura & Silva (1998), vários pesquisadores desenvolveram boas equações de predição para estimar o conteúdo de energia dos ingredientes com base na composição química.

De acordo com Silva (2009), uma vez que o atendimento correto das necessidades diárias das aves é de fundamental importância para o seu desenvolvimento e conseqüente sucesso da formulação, cabe ao nutricionista encontrar meios para ponderar estas variantes inevitáveis na composição dos ingredientes e sempre buscar a maior aproximação dos níveis anunciados na fórmula com aqueles que estão disponíveis na ração.

Desse modo, fica claro que apenas este estudo não será capaz de prever com acurácia os valores energéticos de todos os tipos de leveduras de cana-de-açúcar existentes no mercado. Com vista no potencial que a levedura pode trazer para utilização na avicultura, mais estudos em relação ao seu processamento, composição e utilização com alimento para aves devem ser realizados para esclarecer algumas particularidades sobre a mesma.

Tabela 8 – Estimativa dos valores de EMAn das leveduras de cana-de-açúcar por meio das equações de predição, com base na matéria seca

Equações com intercepto											
EMAn ₁ = -4190,27-27,6797(idade)+184,997(PB)+6718,77(EE)										R ² = 0,5759	
EMAn ₂ = 14361,06-276797(idade)115,544(MS)-0,5221(EB)										R ² = 0,5757	
EMAn ₃ = 8198,04-27,6797(idade)-74,273(MS)+0,3902(DGM)										R ² = 0,5752	
Equações sem intercepto											
EMA ₄ = -27,7557(Idade)-519,001(MM)+202,870(FDN)+6,4243(DGM)										R ² = 0,9571	
EMA ₅ = -27,7557(idade)+47,377(PB)+2381,78(EE)										R ² = 0,9567	
EMA ₆ = -27,6858(idade)+38,318(MS)-119,241(PB)+64,030(FDN)										R ² = 0,9571	
EMA ₇ = -27,6857(idade)+7,456(MS)+2233,32(EE)+31,348(FDN)										R ² = 0,9571	
EMA ₈ = -27,6856(idade)+28,785(PB)+2773,38(EE)+23,479(FDN)										R ² = 0,9571	
EMA ₉ = -27,7120(idade)-29,099(PB)+95,567(MM)+0,3645(EB)										R ² = 0,9571	
EMA ₁₀ = -27,5216(idade)+2298,95(EE)+55,062(FDN)+0,6399(DGM)										R ² = 0,9571	
Alimento	EMAn ¹	EMAn ₁ ²	EMAn ₂ ²	EMAn ₃ ²	EMAn ₄ ²	EMAn ₅ ²	EMAn ₆ ²	EMAn ₇ ²	EMAn ₈ ²	EMAn ₉ ²	EMAn ₁₀ ²
Levedura 1	1153,30	1165,41	1140,18	1178,90	1183,65	1213,18	1177,59	1177,89	1177,85	1179,9	1114,64
Levedura 2	1325,80	1344,3	1328,05	1331,06	1297,65	1305,05	1344,92	1344,99	1345,06	1294,29	1340,82
Levedura 3	1326,03	1326,03	1329,35	1338,51	1342,39	1333,65	1320,27	1320,09	1322,04	1356,55	1353,13
Levedura 4	1205,0	1192,74	1230,04	1179,17	1205,94	1173,9	1185,07	1184,92	1184,88	1197,78	1215,09
Média	1252,5	1257,1	1256,9	1256,9	1257,4	1256,4	1256,9	1257,4	1257,4	1257,1	1255,9
SQD ³	---	399738,7	399738,7	399738,7	401936,8	401936,8	399914,9	399912	399908,1	400672,1	395185,3
Média SQD ⁴	---	99934,6	99934,6	99934,6	100484,2	100484,2	99978,7	99978	99977,2	100168	98796,3

¹EMAn- energia metabolizável aparente, observada “in vivo” em ensaios com frangos;

²- Estimativas de EMAn pelas equações de predição;

³- soma dos quadrados dos desvios;

⁴- média da soma dos quadrados dos desvios

Conclusões

As leveduras de cana-de-açúcar utilizadas nos ensaios experimentais apresentaram variações quanto a sua composição físico-química e energética nas idades avaliadas. No período pré-inicial e crescimento II a levedura 3, e, no período inicial e crescimento I a levedura 2 apresentaram maiores valores quanto a EMA, EMAn e CMAEB. Quatro modelos, com ou sem a utilização do intercepto, apresentaram melhor ajuste aos dados de composição físico-química, nas equações geradas para prever os valores de EMA e EMAn. Contudo, todos os valores preditos pelos modelos gerados para EMA e EMAn foram muito próximos aos valores determinados nos ensaios de metabolismo.

Referências Bibliográficas

- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control.**, Boston, v.19, n.6, p.716-723, Dec. 1974.
- BATTISTI, J.A., PEREIRA, J.A.A., COSTA, P.M.A. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos para suínos com diferentes idades. **Rev. Soc. Brasil. Zoot.**, v. 14, p. 141-150, 1985.
- BEAL, D.J. SAS code to select the best multiple linear regression model for multivariate data using information criteria in *The Proceedings of the SouthEast SAS Users Group*. **13th Annual South East SAS Users Group (SESUG) 2005**;1-6.
- BRUMANO, G.; GLADSTONE, P.C.; ALBINO, L.F.T.; et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, 2006.
- BUTOLO, J.E.; NOBRE, P.T.C. Utilização da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO' 1997 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997a, Campinas, SP **Anais...** Campinas, SP: FACTA/WSPA-BR, 1997. p.29.
- BUTOLO, J.E. Avaliação biológica da levedura de cana (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte, fase inicial e engorda, substituindo-se total e parcialmente a suplementação de vitaminas do complexo B, presentes na levedura de cana. In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE LEVEDURA DE CANA, 2, 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: CTC, 1991. p.47.
- D' AGOSTINI, P.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p.796-798.
- DAWSON, K.A.; PIRVULESCU, M. Mananoligossacarídeos derivados de leveduras como moduladores da resposta imunológica e alternativa aos promotores de crescimento antimicrobianos. In: RONDA LATINO-AMERICANA DA ALLTECH, 9., Campinas, 1999. **Anais...** Campinas: Altech, 1999. p.33-41.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3 ed. Concórdia, 1991. 97p. (Embrapa-CNPSA, Documentos, 19).
- ESTEVE-GARCIA, E.; MARTÍNEZ-PUIG, D.; BORDA, E. et al. Efficacy of a nucleotide preparation in broiler chickens In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 2007, Strasbourg. **Proceedings...** Strasbourg:World's Poultry Science Association, 2007.

- FARIA, H. G.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A. C. et al. Valor nutritivo das leveduras de recuperação (*Saccharomyces sp.*), seca por rolo rotativo ou por “spray-dry”, para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1750-1753, 2000.
- FLEMMING, J.S. **Utilização de leveduras, probióticos e mananoligossacarídeos (MOS) na alimentação de frangos de corte.** (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2005.
- FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R. et al. Efeito do processamento da soja integral sobre a Energia Metabolizável e a Digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 1946-1949, 2005.
- GENEROSO, R. A. R.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, 2008.
- GOMES, F.A.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.; et al. Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 396-402, 2007.
- GRANGEIRO, M. G. A.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R. et al. Inclusão de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p. 766 – 773, 2001.
- JANSSEN, W.M.A. **European table of energy values foe poultry feedstuffs.** 3. Ed. Beekbergen, 1989. 84 p.
- LEESON; S., SUMMERS, J.D. **Scott’s nutrition of the chicken.** 4.ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.
- LONGO, F. L.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A. et al. Diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 112-122, 2005.
- LOPES, C.C. **Uso da levedura de cana-de-açúcar em rações de frangos de corte na fase pré-inicial.** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.
- MACHADO, P. F. Uso da levedura desidratada na alimentação de ruminantes. *In*: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1997. p.111-128.
- MATTERSON, L.D. POTTER, L.M.; STUTZ, N. W.; et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.

- MIYADA, V.S. Utilização da levedura na alimentação de monogástrico. **In:** Simpósio sobre aproveitamento de subprodutos da agroindústria na alimentação animal, 1., 1985, Botucatu. **Anais...** Botucatu, 1985.p.56 – 69.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1994. **Nutrient Requirements Of Poultry**. 9 Ed. Washington: National Academy Press. 155p.
- NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNI, H.S.; et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.
- NUNES, R.V. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- NUNES, R.V. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis da grão de trigo e seus subprodutos para aves**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- PERDOMO, M.C.; VARGAS, R.E.; CAMPOS, J.G. Valor nutritivo de la levadura de cerveceria (*Saccharomyces cerevisiae*) y de sus derivados, extracto y pared celular, en la alimentacion aviar. **Arch. Lat. Prod. Anim.**, Santiago, v. 12, n. 3, p. 85-89, 2004.
- PENZ Jr., A. M.; KESSLER, A. M.; BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. **In:** Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves, 1999, Porto Alegre. **Anais do Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves, 1999**. V.1 p. 1-24.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005. v.1. 186 p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- SAKOMURA, N.K.; SILVA, R. Conceitos inovadores aplicáveis à nutrição de não ruminantes. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais**, v.22, p.125-146, 1998.
- SANTIN, E.; MAIORKA, A.; MACARI, M., Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 10, p. 236 – 244, 2001.
- SAS, **Statistical Analysis System**. Version 9.1.3 SAS Inc., Cary, NC, USA. 2008.

- SIBBALD, I.R.; PRICE, K. True and apparent metabolizable energy values for poultry of canadian wheats and oats measured by bioassay and predicted from physical and chemical data. **Canadian Journal of Animal Science**, v.57, n.4, p.365-374, 1977.
- SILVA, D. A. T. **Avaliação nutricional e energética da levedura de cana-de-açúcar “spray dry” para galinhas poedeiras**. 2010. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 2010.
- SILVA, E.P. **Avaliação nutricional de farinhas de vísceras de aves e a utilização em rações de frango de corte**. 2009. (Dissertação de mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 2009.
- SILVA, R. B.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F.; et al. Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinados em diferentes aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.3, p.169-275, 2008.
- SILVA, R.B. **Valores de energia metabolizável de alguns subprodutos da agroindústria e sua utilização na alimentação de frangos de corte**. 2007. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3ª ed. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 2002, 235p.
- YAMADA, E. A.; ALVIM, I. D.; SANTICCI, M. C. C.; et al. Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. **Rev. Nutr.** Vol. 16 no 4. Campinas- SP, 2003.
- ZANOTTO, C.A. **Utilização de levedura de recuperação (*Saccharomyces spp.*) seca por “spray dry” ou por rolo rotativo na alimentação de leitões na fase inicial**. 1997. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- ZANOTTO, D.L.; Bellaver, C. **Métodos de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Comunicado Técnico, n. 215. EMBRAPA-CNPSA, Dezembro/1996, p.1-5.

CAPÍTULO III

Composição aminoacídica, determinação e predição da digestibilidade protéica de diferentes leveduras de cana-de-açúcar para frangos de corte

* Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

Composição aminoacídica, determinação e predição da digestibilidade protéica de diferentes leveduras de cana-de-açúcar para frangos de corte

Resumo – O experimento foi realizado com objetivo de determinar a composição aminoacídica e valores de proteína digestível de diferentes leveduras, bem como gerar equações de predição dos valores de proteína digestível considerando a idade e a composição das leveduras. Quatro leveduras foram coletadas e utilizadas em quatro ensaios de digestibilidade ileal em quatro idades médias, representando as fases: pré-inicial (8º dia), inicial (18º dia), crescimento I (28º dia) e crescimento II (38º dia). Seiscentos e noventa frangos de corte machos da linhagem Cobb – 500 foram distribuídos num delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições, havendo 8, 6, 5 e 4 aves por parcela nos respectivos períodos experimentais. Os tratamentos foram: uma ração referência (milho e farelo de soja) e quatro rações testes com a substituição de 30% da ração referência por leveduras coletadas. Foi utilizado o óxido crômico como indicador nas rações experimentais. As aves foram alojadas em gaiolas de metabolismo, e ao final de cada período experimental foram sacrificadas para posterior coleta do conteúdo ileal. Houve variabilidade na composição aminoacídica das leveduras estudadas, contudo as leveduras 2 e 4 apresentaram maiores percentagem de aminoácidos. Os valores dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e valores de proteína digestível foram: lev. 1 (74,21; 72,59; 12,42), lev. 2 (83,64; 81,22; 14,66), lev. 3 (80,95; 76,74; 11,46), lev. 4 (82,87; 78,46; 16,57) para a fase pré-inicial; lev. 1 (65,08; 66,80; 11,43), lev. 2 (78,09; 78,28; 14,13), lev. 3 (65,73; 68,11; 10,17), lev. 4 (67,98; 66,66; 14,07) para a fase inicial; lev. 1 (62,24; 63,09; 10,79), lev. 2 (76,74; 74,75; 13,49), lev. 3 (61,42; 63,28; 9,45), lev. 4 (68,83; 62,61; 13,22) para a fase de crescimento I; lev. 1 (66,60; 61,40; 10,50), lev. 2 (72,98; 71,21; 12,85), lev. 3 (59,82; 62,64; 9,35), lev. 4 (68,04; 61,89; 13,07) para a fase de crescimento II. Houve diferença na composição aminoacídica e nos valores de proteína digestível das leveduras em função da idade, gerando assim quatro equações de predição.

Palavras-chave: Aminoácidos, conteúdo ileal, proteína bruta, *Saccharomyces cerevisae*

Amino acid composition, determination and prediction of the protein digestibility of cane sugar's different yeasts for broilers

Abstract - The experiment was conducted for determine the amino acids composition and digestible protein values of yeasts different, beyond to generate prediction equations for digestible protein values considering the age of the broilers and yeasts composition. Four yeasts were collected and used in ileum digestibility trials in four average ages, representing phases: post-hatching (8 days), initial (18 days), growth I (28 days) and growth II (38 days). Six hundred and ninety male broilers Cobb - 500 were distributed in a completely randomized design consisting of five treatments and six repetitions, with 8, 6, 5 and 4 birds per experimental unit for each average age. The treatments were: a reference diet (corn and soybean meal) and four test diets to replacing 30% the basal by the yeast collected. Chromic oxide was used as an indicator in the experimental diets. The birds were housed in metabolism cages, and at the end of each experimental period were sacrificed for collection of ileum contents. There was variation in amino acid composition of yeasts studied, however the yeast two and four had higher percentage of amino acids. The values of digestibility coefficients of dry matter, crude protein and digestible protein were, respectively: yeast 1 (74.21, 72.59, 12.42), yeast 2 (83.64, 81.22, 14.66), yeast 3 (80.95, 76.74, 11.46), yeast 4 (82.87, 78.46, 16.57) for post-hatching phase; yeast 1 (65.08, 66.80, 11.43), yeast 2 (78.09, 78.28, 14.13), yeast 3 (65.73, 68.11, 10.17), yeast 4 (67.98, 66.66, 14.07) for initial phase; yeast 1 (62.24, 63.09, 10.79), yeast 2 (76.74, 74.75, 13.49), yeast 3 (61.42, 63.28, 9.45), yeast 4 (68.83, 62.61, 13.22) for growth phase I, yeast 1 (66.60, 61.40, 10.50), yeast 2 (72.98, 71.21, 12.85), yeast 3 (59.82, 62.64, 9.35), yeast 4 (68.04, 61.89, 13.07) for growth phase II. The difference in amino acid composition and digestible protein values of the yeast of according to age, generated four prediction equations.

Key Words: Amino acids, ileum content, crude protein, *Saccharomyces cerevisiae*

Introdução

Desde o início da produção de frangos de corte no Brasil, sua cadeia produtiva vem se modernizando buscando sempre formas de melhorar cada vez mais o desempenho do setor, visto que há uma necessidade de redução de custos e aumento de produtividade.

A constante busca dos nutricionistas pela formulação de rações mais eficientes e economicamente viáveis aumenta a necessidade de pesquisas concernentes à composição química e valores de digestibilidade dos nutrientes contidos nos alimentos, resultando em maior eficiência na produção animal. Entre estes ingredientes, que vêm sendo estudados, encontram-se os produtos de origem microbiana como as leveduras, que são resíduos da indústria sucro-alcooleira, sendo estas boas fontes de proteína, aminoácidos e energia (Flemming, 2005; Butolo 1991; Miyada, 1985).

A biomassa de levedura pode ser um produto final, resultante de um processo específico otimizado para o máximo rendimento em massa celular, obtido em meio aeróbio, como na produção de fermentos (levedura de cultura) ou aquela em que o microorganismo não é o objetivo principal do processo, como na produção de álcool, mas sim o elemento primordial da transformação, em meio anaeróbio, que no final constituirá um subproduto, a levedura de recuperação (Horii, 1997). De acordo com o processo de produção, grau de aeração do meio de cultura e qualidade da cana, as leveduras podem apresentar diferenças na qualidade, tanto em relação ao teor de nutrientes quanto ao valor nutricional dos mesmos (Butolo, 2001).

Quando a levedura produzida é seca logo após o primeiro processo de fermentação, é obtido um produto com teores de proteína mais baixos e maiores níveis de fibra, contudo quando produzida por sucessivos processos de fermentação e centrifugação, o teor de proteína se eleva, podendo atingir 50% (Amaral, 2001).

Em relação à composição aminoacídica, Moreira et al., (1998) e Pepler (1970) verificaram que a mesma é pobre em aminoácidos sulfurados, como a metionina (0,51%) e a cistina (0,14%), porém, de acordo com o NRC (1994), a levedura de cana-de-açúcar apresenta bons níveis de lisina (3,23%), leucina (3,19%) e treonina (2,06%). É uma ótima fonte de vitaminas do complexo B (B1, B2, B6, ácido pantotênico, niacina, ácido fólico e biotina), carboidratos e minerais.

A disponibilidade de equações de predição, método indireto de determinação da digestibilidade, através do uso de parâmetros químicos e físicos dos alimentos pode ser importante para aumentar a precisão no processo de formulação de rações, de tal forma que se possam corrigir estes valores, de acordo com as variações da composição química do alimento.

Dessa forma, objetivou-se determinar a os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca e da proteína bruta de diferentes leveduras de cana-de-açúcar em frangos de corte em diferentes idades, bem como gerar equações de predição para estimar os valores destes coeficientes de digestibilidade a partir da composição química das leveduras.

Material e Métodos

Para obtenção das leveduras foram adquiridas 04 amostras em diferentes Empresas (Usinas) da região Nordeste. Estas leveduras foram encaminhadas ao laboratório da empresa Degussa, onde foram realizados os aminogramas das mesmas por meio do HPLC e ao laboratório de química vegetal e ao laboratório de nutrição animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) onde foi determinada a composição físico-química (Tabela 1) de acordo com a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002).

Tabela 1 - Composição físico-química e energética das leveduras de cana-de-açúcar utilizadas no ensaio experimental expressos na matéria seca

Nutrientes	Leveduras			
	1	2	3	4
Matéria Seca, (%)	90,71	88,84	89,99	90,47
Proteína Bruta, (%)	17,11	18,05	14,94	21,12
Matéria Mineral, (%)	7,54	8,05	9,1	9,0
Extrato Etéreo, (%)	0,37	0,44	0,49	0,30
FDN ¹ , (%)	6,86	7,65	3,02	12,13
Energia Bruta, (kcal/kg)	4.214	4.268	4.011	4.095
DGM ² , (µm)	661	695	933	616

¹FDN- Fibra em Detergente Neutro;

²DGM – Diâmetro Geométrico Médio

*Expressos na matéria seca

No Laboratório de Digestibilidade de não-ruminantes do Departamento de Zootecnia (UFRPE) foram realizados quatro ensaios experimentais. Para tanto foram utilizados 690 frangos de corte machos da linhagem Cobb 500, com peso uniforme, sendo estes alojados em gaiolas de metabolismo (1,00x0,50x0,50m), onde todos os experimentos as aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC).

Os tratamentos consistiram de uma ração referência (RR) a base de milho e soja, e mais quatro rações testes, compostas pela mistura de 70% da RR e 30% de uma das leveduras estudadas, onde cada tratamento apresentou seis repetições, totalizando 30 unidades experimentais.

Desta forma tinham-se as rações: ração A- ração referência; ração B- 70% ração referência +30% de inclusão da levedura 2; ração C- 70% ração referência + 30% de inclusão da levedura 1; ração D- 70% ração referência + 30% de inclusão da levedura 3; ração E- 70% ração referência + 30% de inclusão da levedura 4.

O período experimental em cada fase de desenvolvimento dos animais constou de oito dias, porém os ensaios de metabolismo foram realizados em quatro idades médias: 8º dia (pré-inicial), 18º dia (inicial), 28º dia (crescimento I), 38º dia (crescimento II) de

idade, onde foram utilizadas 240, 180, 150 e 120 aves no total em cada período experimental, de modo a ter 8, 6, 5 e 4 aves por parcela, nos respectivos ensaios.

Durante os experimentos as aves foram alojadas em baterias dotadas de aquecimento na primeira semana de vida, para melhor conforto e receberam água e ração à vontade. O programa de luz adotado durante o período experimental foi de 24 horas de luz. Durante os períodos experimentais foram aferidas a temperatura e umidade do ar, no período pré-inicial a temperatura média foi de 33,2° C, no período inicial foi de 30,28° C com UR de 70,9%, na fase de crescimento I a temperatura média foi de 30,8° C e a UR de 71,7%, e na fase de crescimento II a temperatura média aferida foi de 31,06° C e a UR de 74,75%.

As rações referências (Tabela 2) foram formuladas utilizando as Tabelas de composição dos alimentos propostas por Rostagno et al. (2005). As aves experimentais foram criadas seguindo o manual das recomendações das linhagens (Cobb 500) em um galpão recebendo ração referência e a cada período experimental as aves foram selecionadas pelo peso, em busca da máxima uniformidade.

Nos quatro últimos dias de cada período experimental, acrescentou-se 1% de óxido crômico (Cr₂O₃) as rações como indicador. Ao final de cada período experimental todas as aves foram sacrificadas por deslocamento cervical para coleta do conteúdo existente no segmento ileal. Duas horas antes do sacrifício dos animais, foi estimulado o consumo das rações, para que desse modo pudesse apresentar mais material no íleo.

Tabela 2- Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais

Ingredientes	Fases experimentais, dias de idade			
	1 – 8	11 – 18	21 – 28	31 – 38
Milho	55,405	56,371	60,283	64,522
Farelo de soja 45%	37,470	35,778	31,741	27,704
Óleo de soja	2,427	3,680	4,259	4,202
Fosfato bicálcico	1,941	1,835	1,689	1,537
Calcário calcítico	0,921	0,888	0,842	0,801
Sal comum	0,517	0,502	0,477	0,452
L- lisina HCL (78,8%)	0,374	0,203	0,209	0,264
DL- Metionina (99%)	0,193	0,0825	0,244	0,239
L- Treonina (98,5%)	0,148	0,0580	0,0515	0,070
Suplemento vitamínico-	0,600	0,600	-	-
Suplemento vitamínico ²	-	-	0,100	0,100
Suplemento mineral ³	-	-	0,100	0,100
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição energética e nutricional				
Energia metabolizável,	2.960	3.050	3.150	3.200
Matéria seca, %	90,25	90,10	91,53	89,70
Proteína bruta, %	22,11	21,14	19,73	18,31
Cálcio, %	0,942	0,899	0,837	0,775
Fósforo disponível, %	0,471	0,449	0,418	0,386
Sódio, %	0,224	0,218	0,208	0,198
Potássio, %	0,840	0,812	0,749	0,687
Aminoácidos digestíveis, %				
Metionina + cistina	0,968	0,844	0,791	0,755
Metionina	0,677	0,559	0,522	0,500
Lisina	1,363	1,189	1,099	1,048
Treonina	0,886	0,773	0,714	0,681
Triptofano	0,243	0,234	0,213	0,193
Fibra bruta, %	2,985	2,910	2,760	2,614
Extrato etéreo, %	5,039	6,292	6,887	6,973
Matéria mineral, %	2,913	2,825	2,637	2,453

() Valores determinados ¹ Suplemento vitamínico-mineral. (Níveis de garantia por kg do produto). Vit. A: 1500.000 UI, Vit. D3: 500.000 UI. Vit. E: 3.333 mg. Vit K3: 250 mg, Riboflavina: 1.000 mg. Tiamina: 300 mg, Vit B6 (Pirixina): 500 mg, Vit B12: 3.333 mg, Niacina: 6,667 mg, Pantotenato de cálcio: 2.000 mg, Ácido fólico: 285 mg, Biotina: 8,33 mg, cloreto de colina: 70 mg, Metionina: 295 mg, Ferro: 5000 mg, Cobre: 1.550 mg, Manganês: 14.000 mg, Zinco: 12.130 mg, Iodo: 280 mg, Selênio: 70 mg, Robenidina: 6.000 mg, Licomicina: 734 mg, Aditivo Antioxidante: 16.667 mg.

² Suplemento vitamínico. (Níveis de garantia por Kg do produto). Vit A 1000000 UI, Vit B3 2000000 UI, Vit E 20000 mg, Vit K3 4000 mg, Vit B1 1880 mg, Vit B2 5000 mg, Vit B6 2000 mg, Vit B12 1000 mg, niacina 30000 mg, Ác. Pantotênico 13500 mg, Ác. Fólico 500 mg, Selênio 250 mg, Antioxidante 100000 mg.

³ Suplemento mineral. (Níveis de garantia por Kg do produto). Manganês 75000 mg, Zinco 70000 mg, Ferro 60000 mg, Cobre 85000 mg, Iodo 1500 mg, Cobalto 200 mg.

O íleo foi exposto após incisão abdominal e um segmento de aproximadamente 18 cm terminando a 1,5 cm da junção íleo-ceco-cólica foi pinçado e seu conteúdo delicadamente retirado com a ajuda de pinças e depositado dentro de tubos plásticos, logo após, armazenados em freezer à -20 °C. Durante os ensaios experimentais realizados, o intervalo de tempo entre o abate e a colheita do conteúdo ileal foi em média de 2,1 minutos, sendo este tempo suficiente para que não houvesse descamação do íleo, de acordo com Summers & Robblee (1985), o tempo para iniciar a descamação do íleo após o abate é de aproximadamente 15 minutos, o que poderia ocasionar a contaminação do material, vindo a mascarar os resultados obtidos.

Ao final de todos os períodos experimentais, os materiais coletados foram descongelados e homogeneizados, posteriormente as amostras foram colocadas em placas de Petri, pesadas e novamente congeladas; estas, foram submetidas à secagem à vácuo a -54°C em liofilizador durante 48 horas.

Em seguida, as amostras pré-secas foram moídas em moinho bola, e encaminhadas aos laboratórios para a determinação da matéria seca, proteína bruta e cromo de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). As análises de matéria seca foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia, as proteínas brutas foram realizadas no Laboratório de Química Vegetal, e, as determinações do cromo foram realizadas no Laboratório do CENAPESQ da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Com os resultados das análises foram realizados os cálculos para se determinar os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB) e da proteína digestível (PD), utilizando as fórmulas proposta por Matterson (1965):

1 - Fator de Indigestibilidade

$$(FI) = \text{Indicador na dieta} / \text{Indicador na digesta}$$

2 – Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca

$$\text{CDAMS (\%)} = 100 - (FI * 100)$$

3 – Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta

$$\text{CDAPB (\%)} = \text{PB}_{\text{dieta}} - (\text{PB}_{\text{digesta}} * FI) / \text{PB}_{\text{dieta}} * 100$$

4 – Proteína digestível

$$\text{PD} = \text{PB}_{(\text{dieta} / \text{alimento})} * \text{CDAPB}_{(\text{dieta} / \text{alimento})} / 100$$

Os valores determinados para os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB) e a proteína digestível (PD) das rações e da levedura de cana-de-açúcar nos ensaios experimentais foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados de composição química, como sendo: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo, (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), e a energia bruta (EB), e, física como o diâmetro geométrico médio (DGM) das leveduras estudadas, além da variável idade, também foram submetidos à análise de regressão múltipla, sendo estes valores como variáveis independentes, e, como variáveis dependentes os valores de CDAMS e CDAPB, verificando aquelas variáveis que melhor correlacionaram com os valores de CDAMS e CDAPB, gerando assim equações de predição para energia metabolizável aparente e aparente corrigida para as leveduras, através do método Stepwise de Eliminação Indireta (Backward) nas fases experimentais.

Para verificar o bom ajuste das equações de predição aos dados foram usados os coeficientes de determinação (R^2) e o critério de informação Akaike (AIC) de acordo

Akaike (1974). As análises estatísticas foram realizadas por intermédio do pacote estatístico Statistical Analysis Systems 9.1.3 (SAS, 2008).

Resultados e Discussão

A caracterização aminoacídica dos ingredientes utilizados na formulação das rações faz-se necessária para o correto atendimento das exigências aminoacídicas do animal (Silva, 2009). Na Tabela 3, são apresentados os teores de aminoácidos das quatro leveduras de cana-de-açúcar.

Tabela 3 – Composição aminoacídica das leveduras de cana-de-açúcar com base na matéria seca

Aminoácidos Totais ¹ , %	Leveduras			
	1	2	3	4
Metionina	0,26	0,28	0,19	0,28
Cistina	0,11	0,11	0,08	0,14
Metionina + Cistina	0,38	0,39	0,27	0,43
Lisina	1,25	1,27	0,97	1,40
Treonina	0,97	1,01	0,76	1,07
Arginina	0,76	0,79	0,58	0,97
Isoleucina	0,85	0,88	0,66	0,94
Leucina	1,23	1,28	1,00	1,38
Valina	0,99	1,03	0,82	1,12
Histidina	0,35	0,37	0,28	0,40
Fenilalanina	0,74	0,76	0,58	0,82
Glicina	0,82	0,85	0,65	0,91
Serina	0,89	0,90	0,74	0,99
Prolina	0,63	0,68	0,52	0,73
Alanina	1,06	1,12	0,95	1,23
Ácido aspártico	1,73	1,78	1,58	1,99
Ácido glutâmico	1,86	1,95	1,54	2,20

¹ Análises realizadas pela empresa Evonik Brasil – Degussa Hüls.

Quanto aos teores de aminoácidos totais, as leveduras 2 e 4 obtiveram valores superiores as demais, sendo estes resultados inferiores ao encontrados por Silva (2010), Butolo (1997) e ao NRC (1994) para os valores de lisina (3,23%), leucina (3,19%) e treonina (2,06%), entretanto a levedura 1 apresentou valores de aminoácidos

semelhantes aos descritos por Lopes (2010). A levedura 3 apresentou os menores teores de aminoácidos.

Os valores obtidos para os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDAMS, %), da proteína bruta (CDAPB, %) e a proteína digestível (PD,%) das rações, referência e testes, encontram-se na Tabela 4. Dentre as rações testes no período pré-inicial, as maiores percentagens obtidas para o CDAMS foram às rações B (87,99), D (87,24) e E (88,75), assim como para as percentagens da PD (17,07; 16,98 e 17,30, respectivamente). A ração teste B apresentou maior valor de CDAPB (89,75 %). A ração C apresentou os menores resultados para os parâmetros avaliados.

Tabela 4 – Média dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB) e valores de proteína digestível (PD) das rações experimentais com base na matéria seca

Parâmetros	Rações					Média	CV	P
	A	B	C	D	E			
PRÉ-INICIAL (8º dia)								
CDAMS (%)	89,56 ^a	87,99 ^b	85,39 ^c	87,24 ^b	87,75 ^b	87,59	0,29	0,01
CDAPB (%)	92,84 ^a	89,75 ^b	87,33 ^c	88,51 ^{bc}	88,95 ^{bc}	89,48	0,53	0,01
PD (%)	19,01 ^a	17,07 ^b	16,28 ^c	16,98 ^b	17,30 ^b	17,33	0,53	0,01
INICIAL (18º DIA)								
CDAMS (%)	90,80 ^a	87,42 ^b	83,80 ^c	84,05 ^c	84,61 ^c	86,14	0,65	0,01
CDAPB (%)	94,05 ^a	89,86 ^b	86,64 ^c	87,07 ^c	86,63 ^c	88,85	0,73	0,01
PD (%)	19,11 ^a	17,47 ^b	16,34 ^d	17,42 ^b	16,83 ^c	17,44	0,73	0,01
CRESCIMENTO I (28º DIA)								
CDAMS (%)	91,72 ^a	87,74 ^b	83,71 ^d	83,57 ^c	85,52 ^c	86,45	0,59	0,01
CDAPB (%)	94,06 ^a	88,92 ^b	85,64 ^c	85,78 ^c	85,54 ^c	87,99	0,87	0,01
PD (%)	17,85 ^a	15,22 ^b	14,97 ^c	14,89 ^c	14,03 ^d	15,39	0,86	0,01
CRESCIMENTO II (38º DIA)								
CDAMS (%)	90,69 ^a	85,98 ^b	84,14 ^d	82,39 ^e	84,55 ^c	85,55	0,17	0,01
CDAPB (%)	91,68 ^a	86,23 ^b	83,45 ^c	83,87 ^c	83,61 ^c	85,76	0,97	0,01
PD (%)	16,01 ^a	14,48 ^b	13,85 ^c	13,88 ^c	13,46 ^d	14,33	0,96	0,01

*A- Ração referência; B- ração referência +30% de levedura 2; C- ração referência + 30% da levedura 1; D- ração referência + 30% da levedura 3; E- ração referência + 30% da levedura 4.; *CV – coeficiente de variação; * P - probabilidade; As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade .

Na fase inicial, a ração teste B apresentou os maiores percentuais para os CDAMS (87,42) e para o CDAPB (89,86), e os maiores resultados para PD foram observados

para as rações testes B e D (17,47 e 17,42 %). As demais rações apresentaram valores inferiores estatisticamente semelhantes para os parâmetros avaliados.

No período de crescimento I, os maiores percentuais apresentados para os CDAMS, CDAPB e PD no período de crescimento I foi observado para ração teste B (87,74; 88,92 e 15,22, respectivamente), como também, foi observado este comportamento para o período de crescimento II, em que a ração teste B apresentou os maiores percentuais (85,98; 86,23 e 14,48, respectivamente) dos parâmetros avaliados.

De acordo com Short et al. (1999) o uso de testes de digestibilidade ileal em aves é justificado pela interferência da fermentação microbiana e pela contaminação com nitrogênio proveniente da urina nos resultados de ensaios de digestibilidade baseados na análise da excreta.

Os valores obtidos para os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDAMS, %), da proteína bruta (CDAPB, %) e a proteína digestível (PD,%) das leveduras de cana-de-açúcar estudadas, encontram-se na Tabela 5. Dentre os alimentos testados na fase pré-inicial as leveduras 2, 3 e 4 apresentaram maior percentual do CDAMS (83,64; 80,95 e 82,87, respectivamente). A levedura 2 apresentou o maior valor para o CDAPB (81,22%) e a levedura 4 obteve a maior percentagem de PD (16,57%).

No período inicial, o maior percentual para os CDAMS e CDAPB foram para a levedura 2 (78,09 e 78,28%, respectivamente) e para o valor de PD, as leveduras 2 e 4 apresentaram mais elevados percentuais (14,13 e 14,07%). O mesmo comportamento foi observado nos períodos de crescimento I e II, onde a levedura 2 obteve os maiores valores para os CDAMS (76,74 e 72,98%,) e para os CDAPB (74,75 e 71,21%) e para o PD as leveduras 2 e 4 apresentaram maiores resultados (13,49 e 13,22%) e (12,85 e 13,07%) respectivamente em ambas as fases experimentais.

Tabela 5 – Média dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB) e valores de proteína digestível (PD) das leveduras de cana-de-açúcar com base na matéria seca

Parâmetros	Leveduras				Média	CV	P
	1	2	3	4			
PRÉ-INICIAL (8º DIA)							
CDAMS (%)	74,21 ^b	83,64 ^a	80,95 ^a	82,87 ^a	80,42	1,32	0,0029
CDAPB (%)	72,59 ^b	81,22 ^a	76,74 ^{ab}	78,46 ^{ab}	77,25	2,61	0,0524
PD (%)	12,42 ^c	14,66 ^b	11,46 ^c	16,57 ^a	13,77	2,65	0,001
INICIAL (18º DIA)							
CDAMS (%)	65,08 ^b	78,09 ^a	65,73 ^b	67,98 ^b	69,22	2,97	0,01
CDAPB (%)	66,80 ^b	78,28 ^a	68,11 ^b	66,66 ^b	69,96	3,73	0,01
PD (%)	11,43 ^b	14,13 ^a	10,17 ^c	14,07 ^a	12,45	3,75	0,01
CRESCIMENTO I (28º DIA)							
CDAMS (%)	62,24 ^c	76,74 ^a	61,42 ^c	68,83 ^b	67,31	3,10	0,01
CDAPB (%)	63,09 ^b	74,75 ^a	63,28 ^b	62,61 ^b	65,93	4,80	0,01
PD (%)	10,79 ^b	13,49 ^a	9,45 ^c	13,22 ^a	11,74	4,60	0,01
CRESCIMENTO II (38º DIA)							
CDAMS (%)	66,60 ^c	72,98 ^a	59,82 ^d	68,04 ^b	66,89	0,81	0,01
CDAPB (%)	61,40 ^b	71,21 ^a	62,64 ^b	61,89 ^b	64,28	5,36	0,01
PD (%)	10,50 ^b	12,85 ^a	9,35 ^c	13,07 ^a	11,44	4,89	0,01

*CDAMS – coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca; *CDAPB – coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta; *PD – proteína digestível; *CV – coeficiente de variação; * P - probabilidade; As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Marsaioli Jr & Arévalo (2001) a utilização da levedura na íntegra em dietas de frangos, também, pode reduzir a digestibilidade dos nutrientes devido à presença da parede celular espessa e resistente a digestão enzimática, tornando indisponível o conteúdo intracelular. Apesar disso, Amaral (2001) trabalhando com suínos em crescimento alimentados com leveduras de cana-de-açúcar, obteve para o coeficiente de digestibilidade ileal aparente da proteína bruta de 81,50%, sendo este resultado semelhante ao encontrado na fase inicial e superior as demais fases deste experimento.

Os maiores valores observados para PD das leveduras 2 e 4 em todos os experimentos, pode ser explicado pelo fato destas duas leveduras possuírem os maiores

teores de proteína bruta (18,05 e 21,12%, respectivamente), sendo seus coeficiente de digestibilidade da proteína alto, o que conseqüentemente eleva o percentual de PD.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta, assim com a proteína digestível das leveduras de cana-de-açúcar estudadas foram diminuindo com avançar da idade, sendo isso considerado um fato normal, pois de acordo com Nery et al. (2007), nas primeiras fases de vida das aves, pré-inicial e inicial, ocorre maior retenção de nitrogênio para deposição de tecido protéico.

As equações de regressão múltiplas geradas para estimar os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e o os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) das leveduras encontram-se nas tabelas 6 e 7. Para a predição dos valores dos CDAMS e da PB, no total foram gerados 20 modelos significativos, sendo 10 modelos para CDAMS e 10 para CDAPB. Para averiguar o ajuste dos dados, foi usado o coeficiente de determinação (R^2) e o critério de informação Akaike AIC. Alguns modelos significativos que foram gerados utilizam o intercepto como integrante da equação, porém grande parte das equações não utilizou o intercepto no modelo. Janssen (1989) na elaboração da Tabela Européia de Valores Energéticos de Alimentos para Aves, não levou em consideração o intercepto, assim como Rostagno et al, (2005) na elaboração das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos.

Os coeficientes de determinação das equações de regressão (R^2) variaram de 0,7311 a 0,9970 para o CDAMS, com AIC de 270,8590 a 272,8590, e, para o CDAPB o R^2 foi de 0,7892 a 0,9978 com AIC de 234,8464 a 236,7936, utilizando-se equações de três a cinco variáveis, de acordo com Beal (2005) o modelo com menor AIC entre todos os modelos concorrentes é considerado o melhor.

Tabela 6 – Equações de predição para o CDAMS para frango de corte em função da composição físico-química das leveduras¹

ER	Coeficiente de regressão									R ²	AIC
	Intercepto	Idade	MS	PB	MM	EE	FDN	DGM	EB		
1	774,4090	-0,4238	-7,5078	---	---	-45,0130	---	---	---	0,7333	270,8590
2	581,6970	-0,4239	-5,6351	---	---	---	0,8322	---	---	0,7311	271,6167
3	20,6280	-0,4238	---	---	-2,1379	133,7980	3,3103	---	---	0,7333	272,8590
4	---	-0,4244	---	3,0178	---	126,9270	---	-0,03277	---	0,9970	270,9417
5	---	-0,4238	---	-11,9276	-77,3154	---	39,1270	0,90068	---	0,9970	272,8590
6	---	-0,4238	---	---	-14,4265	105,9480	7,5644	0,14282	---	0,9970	272,8590
7	---	-0,4238	1,3986	-13,0529	---	212,8860	13,7644	---	---	0,9970	272,8590
8	---	-0,4238	---	-2,9739	---	129,1760	5,1576	---	0,010543	0,9970	272,8590
9	---	-0,4238	---	---	-1,4664	127,3190	3,1407	---	0,004539	0,9970	272,8590
10	---	-0,4238	0,2055	---	-2,1965	138,6920	3,4009	---	---	0,9970	272,8590

1 – valores com base na matéria seca;

ER- equação de regressão; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; MN – Matéria mineral; FDN – fibra em detergente neutro; DGM – diâmetro geométrico médio; EB – energia bruta;

R² – coeficiente de determinação; AIC- critério de informação Akaike ;

Para os valores preditos dos CDAMS, dentre as equações geradas com a utilização do intercepto, o modelo 1 ($CDAMS = 774,4090 - 0,4238 * idade - 7,5078 * MS - 45,0130 * EE$) apresentou melhor ajuste aos dados, levando em consideração o valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,7333$) e o menor valor de AIC (270,8590). Para as equações que não utilizaram o intercepto, o modelo 4 ($CDAMS = -0,4244 * idade + 3,0178 * PB + 126,9270 * EE - 0,03277 * DGM$) com $R^2 = 0,9970$ e AIC de 270,9417.

Os valores preditos para os CDAPB dentre as equações que fizeram uso do intercepto, o modelo 1 ($CDAPB = 606,862 - 0,4280 * idade - 5,7967 * MS - 0,00821 * DGM$) com R^2 de 0,7892 e AIC de 234,8464 foi que melhor se ajustou aos dados. Para as equações que não utilizaram o intercepto como parte do modelo, a equação 6 ($CDAPB = -0,4264 * idade + 2,6145 * PB + 139,7170 * EE - 0,03208 * DGM$) foi a que melhor se ajustou aos dados, pois obteve o valor de R^2 de 0,9978 e o menor valor de AIC (235,4788).

Dentre as demais equações que utilizaram ou não o intercepto nos modelos, estas apresentaram também ótimos valores de coeficiente de determinação (R^2), mas como também foi usado o AIC, cujo critério de escolha é o de menor valor, os modelos que apresentaram este fator foram as que melhor se ajustaram aos dados, sendo estas escolhidas para prever um valor com maior acurácia.

Tabela 7 – Equações de predição para o CDAPB para frango de corte em função da composição físico-química das leveduras¹

ER	Coeficiente de regressão									R ²	AIC
	Intercepto	Idade	MS	PB	MM	EE	FDN	DGM	EB		
1	606,862	-0,4280	-5,7967	---	---	---	---	-0,00821	---	0,7892	234,8464
2	-410,561	-0,4279	---	-1,1833	12,2808	---	---	---	0,098236	0,7893	236,7636
3	-408,208	-0,4279	---	---	11,6207	---	-0,7832	---	0,095329	0,7893	236,7636
4	-312,959	-0,4279	---	---	8,5200	29,9180	---	---	0,074372	0,7893	236,7636
5	-397,515	-0,4279	---	---	9,2357	---	---	0,02245	0,092263	0,7893	236,7936
6	---	-0,4264	---	2,6145	---	139,7170	---	-0,03208	---	0,9978	235,4788
7	---	-0,4299	---	3,4172	-3,2762	114,9860	---	---	---	0,9678	235,6676
8	---	-0,4279	---	-11,5125	-78,1119	---	38,4113	0,90498	---	0,9978	236,7636
9	---	-0,4279	1,6374	-15,1822	---	228,3350	14,9434	---	---	0,9978	236,7636
10	---	-0,4279	---	---	-17,4119	102,2610	7,9472	0,1735	---	0,9978	236,7636

1 – valores com base na matéria seca;

ER- equação de regressão; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; MN – Matéria mineral; FDN – fibra em detergente neutro; DGM – diâmetro geométrico médio; EB – energia bruta;

R² – coeficiente de determinação; AIC- critério de informação Akaike;

Nos modelos gerados para os CDAMS e para o CDAPB com ou sem a utilização do intercepto, o parâmetro idade foi incluído em todas as equações, sendo um dos objetivos deste trabalho averiguar o efeito da idade sobre estes valores. Observa-se que a aves ao envelhecerem um dia, os valores diminuem em média 0,4239% para o CDAMS e 0,4280% para o CDAPB. De acordo com Santin et al. (2001), os mananoligossacarídeos (MOS) presente na parede celular das leveduras de cana-de-açúcar apresentam um mecanismo devido a uma D-manose, o que causa um efeito intercedido causando uma melhoria da saúde do lúmen intestinal, ocorrendo um aumento da área de absorção no intestino, principalmente nas primeiras semanas quando há uma maior retenção de nitrogênio para deposição tecidual.

Os valores estimados para os CDAMS e CDAPB através dos modelos gerados, e os valores determinados nos ensaios de digestibilidade para as leveduras estudadas, juntamente com a média da soma dos quadrados dos desvios destas estimativas, encontram-se nas Tabelas 8 e 9. Comparando os valores estimados dentre as equações que fizeram uso do intercepto, com os valores determinados nos ensaios biológicos para os CDAMS e do CDAPB das leveduras de cana-de-açúcar estudadas, observa-se que todos os modelos predizem valores muito próximos aos determinados, assim como para os modelos que não utilizaram o intercepto. A média da soma dos quadrados dos desvios é bastante semelhante entres todos os modelos significativos gerados. Dessa forma, qualquer modelo significativo que foi gerado, pode prever valores dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta com proximidade aos determinados.

Tabela 8 – Estimativa dos valores do CDAMS por meio das equações de predição, com base na matéria seca

Equações com intercepto											
CDAMS ₁ = 774,7090-0,4239(idade)-7,5078(MS)-45,0130(EE)										R ² = 0,7333	
CDAMS ₂ = 581,6970-0,4239(idade)-5,6351(MS)+0,8322(FDN)										R ² = 0,7311	
CDAMS ₃ = 20,6880-0,4238(idade)-21379(MM)+133,7980(EE)+3,3103(FDN)										R ² = 0,7333	
Equações sem intercepto											
CDAMS ₄ = -0,4244(idade)+3,0178(PB)+126,9270(EE)-0,03277(DGM)										R ² = 0,9970	
CDAMS ₅ = -0,4238(idade)-11,9276(PB)-77,3154(MM)+39,1270(FDN)+0,90068(DGM)										R ² = 0,9970	
CDAMS ₆ = -0,4238(idade)-14,4265(MM)+105,9480(EE)+7,5644(FDN)+0,14282(DGM)										R ² = 0,9970	
CDAMS ₇ = -0,4238(idade)+1,3936(MS)-13,0529(PB)+212,8860(EE)+13,7644(FDN)										R ² = 0,9970	
CDAMS ₈ = -0,4238(idade)-2,9739(PB)+129,1760(EE)+5,1576(FDN)+0,010543(EB)										R ² = 0,9970	
CDAMS ₉ = -0,4238(idade)-1,4664(MM)+127,3190(EE)+3,1407(FDN)+0,004539(EB)										R ² = 0,9970	
CDAMS ₁₀ = -0,4238(idade)+0,2055(MS)-2,1965(MM)+138,6920(EE)+3,4009(FDN)										R ² = 0,9970	
Alimento	CDAMS ¹	CDAMS ₁ ²	CDAMS ₂ ²	CDAMS ₃ ²	CDAMS ₄ ²	CDAMS ₅ ²	CDAMS ₆ ²	CDAMS ₇ ²	CDAMS ₈ ²	CDAMS ₉ ²	CDAMS ₁₀ ²
Levedura 1	67,04	66,97	66,49	66,97	67,17	66,97	66,97	66,98	66,97	66,98	66,97
Levedura 2	78,08	78,14	77,96	78,15	78,06	78,14	78,14	78,14	78,14	78,14	78,14
Levedura 3	66,98	66,98	67,35	66,98	66,94	66,98	66,98	66,98	66,98	66,98	66,98
Levedura 4	71,93	71,93	72,23	71,93	71,87	71,93	71,93	71,93	71,93	71,93	71,93
Média	71,00	71,00	71,00	71,00	71,01	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00
SQD ³	---	92,8558	92,6707	92,8346	93,0743	92,8350	92,8350	92,8348	92,8347	92,8347	92,8346
Média SQD ⁴	---	23,2139	23,1676	23,2086	23,2685	23,2087	23,2087	23,2087	23,2086	23,2086	23,2086

¹CDAMS- coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, observada “in vivo” em ensaios com frangos;

²- Estimativas de CDAMS pelas equações de predição;

³- soma dos quadrados dos desvios;

⁴- média da soma dos quadrados dos desvios

Este trabalho é pioneiro em relação à predição dos CDAMS e da PB, através de equações de regressão geradas a partir da composição química de leveduras de cana-de-açúcar. Na literatura é escassa no que diz respeito à digestibilidade ileal da matéria seca e da proteína bruta de leveduras de cana-de-açúcar determinadas com frangos de corte. Apenas este trabalho não será suficiente para determinar que estas equações geradas possam prever com acurácia os valores dos coeficientes de digestibilidade de todas as leveduras do mercado, é necessário que outros estudos sejam realizados para esclarecimento das particularidades das mesmas.

Tabela 9 – Estimativa dos valores do CDAPB por meio das equações de predição, com base na matéria seca

Equações com intercepto											
CDAPB ₁ = 606,862-0,4280(idade)-5,7967(MS)-0,00821(DGM)										R ² = 0,7892	
CDAPB ₂ = -410,561-0,4279(idade)-1,1833(PB)+12,2808(MM)+0,098236(EB)										R ² = 0,7893	
CDAPB ₃ = -408,208-0,4279(idade)+11,6207(MM)-0,7832(FDN)+0,095329(EB)										R ² = 0,7893	
CDAPB ₄ = -312,959-0,4279(idade)+8,5200(MM)+29,9180(EE)+0,074372(EB)										R ² = 0,7893	
CDAPB ₅ = -397,515-0,4279(idade)+9,2357(MM)+0,02245(DGM)+0,092263(EB)										R ² = 0,7893	
Equações sem intercepto											
CDAPB ₆ = -0,4264(idade)+2,6145(PB)+139,7170(EE)-0,03208(DGM)										R ² = 0,9978	
CDAPB ₇ = -0,4299(idade)+3,4172(PB)-3,2762(MM)+114,9860(EE)										R ² = 0,9978	
CDAPB ₈ = -0,4279(idade)-11,5125(PB)-78,1119(MM)+38,4113(FDN)+0,90498(DGM)										R ² = 0,9978	
CDAPB ₉ = -0,4279(idade)+1,6374(MS)-15,1822(PB)+228,3350(EE)+14,9434(FDN)										R ² = 0,9978	
CDAPB ₁₀ = -0,4279(idade)-17,4119(MM)+102,26(EE)+7,9472(FDN)+0,1735(DGM)										R ² = 0,9978	
Alimento	CDAPB ¹	CDAPB ₁ ²	CDAPB ₂ ²	CDAPB ₃ ²	CDAPB ₄ ²	CDAPB ₅ ²	CDAPB ₆ ²	CDAPB ₇ ²	CDAPB ₈ ²	CDAPB ₉ ²	CDAPB ₁₀ ²
Levedura 1	65,97	65,77	65,91	65,91	65,91	65,91	65,41	66,42	65,91	65,91	65,91
Levedura 2	76,46	76,61	76,64	76,64	76,65	76,65	76,84	76,29	76,64	76,64	76,64
Levedura 3	67,69	67,71	67,69	67,69	67,69	67,70	68,06	67,69	67,69	67,69	67,69
Levedura 4	67,40	67,53	67,40	67,41	67,41	67,41	67,56	67,29	67,40	67,41	67,40
Média	69,38	69,40	69,41	69,41	69,41	69,41	69,46	69,42	69,41	69,41	69,41
SQD ³	---	94,7054	93,9277	93,9277	93,9277	93,9275	93,3003	94,7307	93,9279	93,9277	93,9278
Média SQD ⁴	---	23,6763	23,4819	23,4819	23,4819	23,4819	23,3251	23,6826	23,4819	23,4819	23,4819

¹ CDAPB – coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, observada “in vivo” em ensaios com frangos;

² Estimativas do CDAPB pelas equações de predição;

³ soma dos quadrados dos desvios;

⁴ média da soma dos quadrados dos desvios

Conclusões

As leveduras estudadas apresentaram variabilidade quanto a sua composição aminoacídica, entretanto as leveduras 2 e 4 apresentaram maiores percentuais de aminoácidos. Os CDAMS e da PB, também, diferenciaram entre si, porém a levedura 2 apresentou em todas as fases experimentais os maiores valores de coeficiente de digestibilidade, assim como para os valores de PD. Quatro modelos, com ou sem a utilização do intercepto, apresentaram melhor ajuste aos dados de composição físico-química, nas equações geradas para prever os valores dos CDAMS e da PB. Contudo, todos os valores preditos pelos modelos gerados para CDAMS e da PB foram muito próximos aos valores determinados nos ensaios de metabolismo.

Referências Bibliográficas

- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control.**, Boston, v.19, n.6, p.716-723, Dec. 1974.
- AMARAL, A.M. **Digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos em alimentos utilizados em dietas para suínos em crescimento.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- BEAL, D.J. SAS code to select the best multiple linear regression model for multivariate data using information criteria in *The Proceedings of the South East SAS Users Group*. **13th Annual South East SAS Users Group (SESUG) 2005**;1-6.
- BUTOLO, E.A.F. Leveduras vivas e termolizadas na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Anais...** Campinas- SP: CBNA, p. 191-198, 2001.
- BUTOLO, J.E.; NOBRE, P.T.C. Utilização da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO' 1997 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997a, Campinas, SP **Anais...** Campinas, SP: FACTA/WSPA-BR, 1997. p.29.
- BUTOLO, J.E. Avaliação biológica da levedura de cana (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte, fase inicial e engorda, substituindo-se total e parcialmente a suplementação de vitaminas do complexo B, presentes na levedura de cana. In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE LEVEDURA DE CANA, 2, 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: CTC, 1991. p.47.
- FLEMMING, J.S. **Utilização de leveduras, probióticos e mananoligossacarídeos (MOS) na alimentação de frangos de corte.** (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2005.
- JANSSEN, W.M.A. **European table of energy values foe poultry feedstuffs.** 3. Ed. Beekbergen, 1989. 84 p.
- HORII, J. Tecnologia da Produção de Levedura Desidratada Visando Qualidade do Produto Final. In: SIMPÓSIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DA LEVEDURA DESIDRATADA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Anais...** Campinas- SP: CBNA, p. 6-25, 1997.
- LOPES, C.C. **Uso da levedura de cana-de-açúcar em rações de frangos de corte na fase pré-inicial.** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.

- MASAIOLI JUNIOR, A. ARÉVALO, Z.D.S. Estudo da termólise de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* de usinas de álcool usando energia de microondas. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.19, n.1, p. 53 – 64, 2001.
- MATTERSON, L.D. POTTER, L.M.; STUTZ, N. W.; et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.
- MIYADA, V.S. Utilização da levedura na alimentação de monogástrico. **In: Simpósio sobre aproveitamento de subprodutos da agroindústria na alimentação animal**, 1., 1985, Botucatu. **Anais...** Botucatu, 1985.p.56 – 69.
- MOREIRA, J.A.; MIYADA, V.S.; MENTEN, J.F.M; et al. Uso da levedura desidratada como fonte protéica para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.6, p. 1160 – 1167, 1998.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1994. **Nutrient Requirements Of Poultry**. 9 Ed. Washington: National Academy Press. 155p.
- NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNI, H.S.; et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.
- PEPPLER, H.J. Food Yeast. **In: Rose AH, Harrison JS. (eds.). The Yeast**. London Academic Press, 1970. p. 421-462.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005. v.1. 186 p.
- SANTIN, E.; MAIORKA, A.; MACARI, M., Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 10, p. 236 – 244, 2001.
- SAS, Statistical Analysis System. Version 9.1.3 SAS Inc., Cary, NC, USA. 2008.
- SHORT, F.J. WISEMAN J. BOORMAN KN. Application of a method to determine ileal digestibility in broilers of amino acids in wheat. **Anim. Feed Sci. Technol.**, Amsterdam, v. 79, p. 195-209, 1999.
- SILVA, D. A. T. **Avaliação nutricional e energética da levedura de cana-de-açúcar “spray dry” para galinhas poedeiras**. 2010. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 2010.
- SILVA, E.P. **Avaliação nutricional de farinhas de vísceras de aves e a utilização em rações de frango de corte**. 2009. (Dissertação de mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 2009.

BARBOSA, E.N.R. Valor nutricional do resíduo da indústria sucro-alcooleira...

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**.
3ª ed. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 2002, 235p.

SUMMERS, D.J.; ROBBLEE, A.R. Comparison of apparent amino acid digestibilities in anesthetized versus sacrificed chickens using diets containing soybean meal and canola meal. **Poult. Sci.**, Champaign, v. 64, p. 536-541, 1985.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As leveduras de cana-de-açúcar estudadas, seca pelo método de rolagem apresentam variabilidade na composição físico-química. As leveduras 2 e 4 apresentaram maiores teores de aminoácidos.

Os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida, assim como os valores de metabolizabilidade da matéria seca e da energia bruta, também apresentaram variações com as diferentes leveduras nas idades estudadas.

Para os coeficientes de digestibilidade da proteína e a proteína digestível, a levedura 2 apresentou os maiores percentuais.

Através desta variabilidade foi possível gerar equações para prever seus valores energéticos e protéicos, oito modelos, com ou sem a utilização do intercepto apresentaram melhor ajuste aos dados de composição físico-químicos, porém os resultados obtidos para os valores energéticos e de digestibilidade foram semelhantes quando comparados com obtidos nos ensaios biológicos. A escolha da equação a ser utilizada pelo nutricionista caberá as análises proximais do alimento disponíveis no momento da formulação.

Entretanto, mais estudos devem ser realizados, com objetivo de esclarecer outros fatores inerentes às leveduras, além disso, é de grande importância um estudo sobre a padronização do processamento de secagem, de forma que melhore a qualidade energética e protéica.