



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

da Costa Lopes, Cláudia; Bôa-Viagem Rabello, Carlos; da Silva Júnior, Valdemiro Amaro; Calixto Ribeiro de Holanda, Mônica; Maria Florêncio de Arruda, Emmanuele; de Cássia Ramos da Silva, Jaqueline

Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte
recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 33, núm. 1, 2011, pp. 33-40

Universidade Estadual de Maringá
.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126503005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar

Cláudia da Costa Lopes^{1*}, Carlos Bôa-Viagem Rabello¹, Valdemiro Amaro da Silva Júnior², Mônica Calixto Ribeiro de Holanda³, Emmanuele Maria Florêncio de Arruda¹ e Jaqueline de Cássia Ramos da Silva¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Manoel de Medeiros, s/n, 52171-000, Recife, Pernambuco, Brasil. ²Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. ³Unidade Acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, Pernambuco, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: cclway@yahoo.com.br

RESUMO. Objetivou-se avaliar o desempenho, a digestibilidade das dietas, a retenção corporal de nutrientes e o desenvolvimento da mucosa intestinal de pintos de corte de 1 a 8 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis crescentes de levedura de cana-de-açúcar. Utilizou-se 300 pintos de corte, com um dia de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos e seis repetições de 10 aves. Os tratamentos consistiram de níveis crescentes de 0; 1,25; 2,5; 3,75 e 5,0% de inclusão de levedura. Não houve efeito da levedura sobre o desempenho zootécnico. Houve redução no coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta, na energia metabolizável aparente e a aparente corrigida com os níveis crescentes. O nível de 2,09% promoveu menor retenção corporal de proteína bruta, enquanto a retenção de gordura foi linear crescente. A altura de vilos e relação vilo:crypta do jejuno aumentou linearmente, a profundidade das criptas do ileo apresentaram menor profundidade no nível de 2,40% de levedura. A inclusão da levedura de cana-de-açúcar até 5% em dietas de pintos na fase pré-inicial não afeta o desempenho zootécnico, proporciona melhor desenvolvimento da mucosa intestinal; entretanto, reduz a energia metabolizável das dietas e aumenta a retenção de gordura corporal.

Palavras-chave: avaliação nutricional, frango de corte, vilosidades intestinais, retenção de nutrientes, *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRACT. **Performance, digestibility, body composition and gut morphology of broiler chicks fed diets containing yeast cane sugar.** The objective was to evaluate the performance, digestibility of diets, body retention of nutrients and the development of intestinal mucosa of post hatching broilers, of one up to eight day old, fed diets containing different levels of sugar cane yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). It was used 300 one day old chicks in a completely randomized design with five treatments and six replicates of 10 birds. The treatments consisted of increasing levels of 0, 1.25, 2.5, 3.75 and 5.0% inclusion of yeast. No effect of yeast on performance. There was a reduction in the coefficients of apparent metabolizable of gross energy, apparent metabolizable energy, apparent metabolizable energy corrected by nitrogen balance with increasing levels. The level of 2.09% results in lower retention of body protein, while the retention of fat was increased linearly. The height of villus and villous height:crypt depth ratio of the jejunum was increased linearly, and the depths of crypts of the ileum had lower depth level of 2.40% yeast. The inclusion of yeast cane sugar levels up to 5% in diets for broiler in the post hatching doesn't affect the performance and provides better development of the intestinal mucosa in the jejunum, however reduces metabolizable energy of diets and increases greater retention of body fat.

Key words: nutritional evaluation, broiler, intestinal villi, nutrient retention, *Saccharomyces cerevisiae*.

Introdução

Imediatamente após o nascimento, as aves apresentam seu sistema digestório completo, porém imaturo na sua capacidade de digestão e absorção (MAIORKA et al., 2002). Sendo assim, o uso de ração

pré-inicial na criação de frangos de corte é uma ferramenta real que permite aumentar a produtividade e os ganhos, pois o bom desenvolvimento do frango no final da criação depende, em parte, da obtenção adequada de energia e nutrientes pelo organismo, principalmente logo após o nascimento.

Considerando isso, o estudo da inclusão de nutrientes adversos ao milho e a soja são de grande valia, seja como fornecedor de nutrientes ou por proporcionarem benefícios em relação ao bom funcionamento do trato digestório.

Assim, a levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) tem sido objeto de estudo para alguns pesquisadores. A mesma é obtida a partir da fermentação anaeróbica do caldo da cana ou do melaço, no processo de produção do álcool, coletada via centrifugação do vinho ou via fundo das dornas de fermentação e, posteriormente, submetida à secagem (ZANUTTO et al., 1999). De acordo com alguns autores, a levedura apresenta teores de proteína bruta variando de 22,41 a 40,18% (BRUM et al., 1999; LONGO et al., 2005; ROSTAGNO et al., 2005) com excelente balanço de aminoácidos essenciais, sendo rica em lisina. Brum et al. (1999) e Rostagno et al. (2005) citam valores de 2,09 e 3,06% de lisina total da levedura. Sua energia metabolizável aparente pode variar de 1963 kcal kg⁻¹ a 2819 kcal kg⁻¹ para frangos de corte (BUTOLO et al., 1997; ROSTAGNO et al., 2005). Além disto, sua estrutura é composta por uma parede celular rica em mananoligossacáideos, que atuam sobre a mucosa intestinal fixando as bactérias patógenas Gram negativas com fimbrias tipo 1, específicas para oligossacáideos como os mananoligossacáideos, evitando que estas liguem-se aos sítios nos enterócitos movendo-se com o bolo fecal sem colonizar o trato intestinal (OYOFO et al., 1989). Após a separação da parede celular, retira-se ainda o extrato de levedura, rico em nucleotídeos que participam da divisão celular e do crescimento da célula, principalmente nos tecidos com rápida proliferação, como o trato digestivo.

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e a produção de álcool na safra 2008/2009 chegou a 27.512.962 m³ (UNICA, 2010). De acordo Butolo (1996), nas usinas, durante o processo de secagem da levedura, retiram-se valores entre 20 e 30 kg m⁻³ de álcool produzido. Dessa forma, o país produziu em média de 550.259.240 kg de levedura nesta safra. O volume da produção de levedura no Brasil e a sua composição química confirmam a potencialidade de uso deste ingrediente na alimentação de frangos de corte.

Avaliando o desempenho zootécnico e a morfologia da mucosa intestinal de frangos de corte aos 21 dias de idade, Zhang et al. (2005) utilizaram dietas contendo parede celular de levedura e obtiveram melhor conversão alimentar, maior altura de vilos e relação vilos:cripta na mucosa ileal; Gao et al. (2008), trabalhando com níveis crescentes de

inclusão de levedura, não obtiveram diferença no ganho de peso e conversão alimentar; entretanto, encontraram maior altura de vilos no duodeno e jejuno e menor profundidade de criptas no jejuno.

Perante essas considerações, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de níveis crescentes de inclusão de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre a digestibilidade das rações, o desempenho zootécnico, a retenção corporal de nutrientes e o desenvolvimento morfométrico da mucosa intestinal de pintos de corte na fase pré-inicial, de um a oito dias de idade.

Material e métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Digestibilidade de Aves e Suínos do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizado no município de Recife, Estado de Pernambuco.

A levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) avaliada nesta pesquisa foi doada pela Destilaria Miriri, localizada no município de Santa Rita, Estado da Paraíba, recuperada do processo de fermentação alcoólica para produção de etanol e seca pelo método de rolagem. Após análises determinou-se a seguinte composição química: 83,68% de matéria seca, 16,85% de proteína bruta, 1,26% de extrato etéreo, 8,47% de matéria mineral, 16,78% de fibra bruta e 3442 kcal kg⁻¹ de energia bruta. Na formulação das rações considerou-se a energia metabolizável de 2037 kcal kg⁻¹ determinada por Longo et al. (2005) em experimentos com pintos de um a sete dias de idade. A composição analisada em aminoácidos totais da levedura utilizada neste experimento foi: 0,26% de metionina; 0,14% de cistina; 0,39% de metionina+cistina; 1,23% de lisina; 0,97% de treonina; 0,75% de arginina; 0,78% de isoleucina; 1,20% de leucina; 0,90% de valina; 0,35% de histidina e 0,74% de fenilalanina.

Foram utilizados 300 pintos de corte machos (desempenho superior), da linhagem Cobb 500, com um dia de idade, alojados em baterias de três andares com gaiolas medindo 1,00 x 0,50 x 0,60 cm, equipadas com comedouro tipo calha, bebedouros tipo copinho, sistema de aquecimento com lâmpadas incandescentes e bandejas coletoras de excretas revestidas com lona plástica. Durante todo o período experimental, que teve duração de oito dias, adotou-se o programa de 24h de luz diária. Na instalação do experimento as aves foram pesadas e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos e seis repetições de dez aves por unidade experimental.

Os tratamentos consistiram de uma dieta referência à base de milho e farelo de soja sem inclusão de levedura, formulada para atender as exigências das aves recomendadas no manual da linhagem (COBB500, 2009), e quatro dietas teste com inclusão de 1,25; 2,5; 3,75 e 5,0% de levedura de cana-de-açúcar, também formuladas para atender às exigências da linhagem. Todas as rações foram isoenergéticas e isonutritivas para os nutrientes descritos na Tabela 1. Os teores de aminoácidos digestíveis da levedura de cana-de-açúcar foram estimados baseando-se nos coeficientes de digestibilidade, descritos por Rostagno et al. (2005).

As médias de temperaturas e umidades relativas máximas e mínimas, registradas com termohigrômetro digital diariamente às 17h foram: 32,9 e 29,4°C e 73,1 e 59,4%, respectivamente. O consumo de água e ração foi à vontade.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais.

Ingredientes	Níveis de inclusão de levedura de cana-de-açúcar				
	0%	1,25%	2,5%	3,75%	5,0%
Milho	57,430	56,758	56,085	55,413	54,740
Levedura	0,000	1,250	2,500	3,750	5,000
Farelo de Soja	34,590	34,203	33,815	33,428	33,040
Calcário Calcítico	0,992	0,993	0,994	0,995	0,996
Inerte	1,268	1,023	0,778	0,532	0,287
Óleo Soja	2,420	2,485	2,550	2,615	2,680
Fosfato Bicálcico	2,118	2,106	2,094	2,082	2,070
Premix Mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,518	0,512	0,507	0,501	0,495
L-Lisina HCl 78,8	0,100	0,101	0,102	0,102	0,103
DL-Metionina 99	0,231	0,235	0,240	0,244	0,248
L-Treonina, 98,5	0,083	0,085	0,087	0,089	0,091
Cloreto de Colina 70	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Energia Metabolizável (kcal kg ⁻¹)	2950	2950	2950	2950	2950
Proteína Bruta (%) ³	21,00 (19,78)	21,00 (19,75)	21,00 (19,94)	21,00 (19,57)	21,00 (19,37)
Cálcio (%)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Fósforo Disponível (%)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Sódio (%)	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224
Extrato etéreo (%)	4,94	4,971	5,006	5,040	5,074
Fibra bruta (%) ⁴	2,865 (2,865)	2,839 (3,042)	2,812 (3,219)	2,786 (3,396)	2,759 (3,573)
Aminoácidos Digestíveis (%) ⁵					
Lisina	1,081 (1,078)	1,081 (1,078)	1,081 (1,079)	1,081 (1,079)	1,081 (1,079)
Metionina+Cistina	0,800 (0,798)	0,800 (0,798)	0,800 (0,798)	0,800 (0,798)	0,800 (0,798)
Treonina	0,780 (0,775)	0,780 (0,775)	0,780 (0,775)	0,780 (0,775)	0,780 (0,775)
Triptofano	0,228	0,229	0,229	0,229	0,230

¹Quantidade kg⁻¹ de Produto: vit.A 7.500.000 UI, D3 2.500.000 UI, vit. E 18.000 mg, vit. K3 1.200 mg, tiamina 1.500 mg, vit. B2 5.500 mg, vit. B6 2.000 mg, vit. B12 12.500 mg, niacina 35.000 mg, pantoteno de cálcio 10.000 mg, biotina 67 mg, antioxidante 5.000 mg;

²Quantidade kg⁻¹ de Produto: Manganês 150.000 mg, zinco 140.000 mg, ferro 100.000 mg, cobre 16.000 mg, iodo 1.500 mg; ³Valores entre parênteses determinados após análises; ⁴Valores entre parênteses calculados após análise dos teores de fibra bruta da levedura; ⁵Valores entre parênteses calculados em função das análises de aminoácidos do milho, farelo de soja e levedura determinados pela empresa Evonik Brasil - Degussa Hüls.

Para avaliação das variáveis de desempenho, ao término do período experimental, as aves e as sobras de ração foram pesadas para determinação

do consumo de ração, peso médio final, ganho de peso e conversão alimentar.

O período de adaptação das aves foi considerado do 1º ao 3º dia. As excretas foram coletadas do 4º ao 8º dia para determinação dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMn) e para determinação dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB) e da energia bruta (CMEB), das rações experimentais.

Devido à temperatura da sala onde o experimento foi realizado encontrar-se elevada, as excretas mantiveram-se sempre secas e sem ocorrência de fermentação. Sendo assim, as excretas foram coletadas uma vez ao dia, às 14h. Utilizou-se nas rações 1% de óxido férreo em pó como marcador fecal do início e final da coleta. O consumo de ração e a produção de total de excretas foram registrados.

Diariamente, as excretas eram coletadas, pesadas, armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e acondicionadas em freezer a -20°C. Após o término do experimento, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas por unidade experimental e retiradas alíquotas de aproximadamente 300 gramas, para pré-secagem em estufa de circulação forçada a 55°C por 72h. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho tipo faca com peneira de 1 mm, acondicionadas em recipientes e encaminhadas para análises laboratoriais.

No início do experimento foram abatidas seis aves de um dia de idade e ao término (aos oito dias de idade), duas aves por parcela com peso médio do grupo, para obtenção da composição corporal. As aves destinadas ao abate foram submetidas a jejum de oito horas e sacrificadas por deslocamento cervical para evitar perda de sangue e penas e permitir a avaliação da deposição de nutrientes. As carcaças foram congeladas e autoclavadas à temperatura de 127°C e pressão de 1 atm por uma hora. Após este procedimento, as amostras foram homogeneizadas em liquidificador, secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h, trituradas em moinho bola, acondicionadas em recipientes identificados e encaminhada ao laboratório.

As análises laboratoriais realizadas foram, para as excretas e rações, os teores de matéria seca, proteína bruta e energia bruta; para as amostras das carcaças os teores de matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta e cinzas, segundo as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). A partir dos resultados

das excretas e rações foram calculados os valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio, de acordo com as equações propostas por Matterson et al. (1965), e os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta. Com os dados da composição corporal de umidade, cinzas, gordura e proteína corporal total ao início e ao fim do período experimental, por diferença estimou-se a quantidade retida no corpo das aves. A determinação da retenção corporal de nutrientes foi realizada segundo a metodologia do abate comparativo (FARREL, 1974).

Ao término da pesquisa, outras duas aves de cada repetição, também com peso médio da parcela, foram sacrificadas para coleta de fragmentos do intestino delgado e posterior avaliação do desenvolvimento da mucosa intestinal, através da altura dos vilos, profundidade das criptas e relação vilo: cripta. Foram coletadas as porções médias dos segmentos do duodeno, jejuno e íleo. Estes foram abertos longitudinalmente e fragmentos de aproximadamente 2 cm de comprimento cuidadosamente coletados, lavados em água destilada, estendidos pela túnica serosa e fixados em solução fixadora de formol 10%. Posteriormente, as amostras foram desidratadas em solução crescente de álcool, diafanizadas em xanol, incluídas em parafina e cortadas em 5 μm para confecção das lâminas. As secções foram coradas com hematoxilina-eosina.

As análises morfológicas dos cortes histológicos foram realizadas em analisador de imagem Motic Images Plus 2.0 do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da UFRPE. Foram selecionados e medidos os comprimentos em linha reta de 15 vilosidades e 15 criptas, de cada região intestinal. As medidas de altura de vilosidades foram tomadas a partir da região basal do vilo, coincidente com porção superior das criptas, até o seu ápice, e a profundidade das criptas foi medida da sua base até a transição cripta: vilosidade. Também se calculou as relações entre altura das vilosidades e profundidade das criptas.

Os resultados obtidos para todas as variáveis foram submetidos ao teste de Bartlett, para avaliação da homogeneidade dos dados e, havendo a necessidade, os mesmos sofreram transformação logarítmica. Devido à heterogeneidade das variáveis de morfologia da mucosa intestinal, foi necessária transformação logarítmica destes dados. Por fim, os dados foram submetidos à análise de regressão utilizando o pacote computacional SISVAR versão 4.6 (FERREIRA, 2003).

Resultados e discussão

Os níveis estudados de inclusão de levedura de cana-de-açúcar às dietas não afetaram ($p > 0,05$) os parâmetros de desempenho zootécnico: peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (Tabela 2).

Resultados semelhantes para frangos de sete dias de idade foram encontrados por Santin et al. (2001) com dietas contendo até 0,2% de parede celular de levedura e por Grigoletti et al. (2002), trabalhando com níveis até 0,6% de levedura, associada ou não a antibióticos. Albino et al. (2006) e Yang et al. (2007), utilizando mananoligossacarídeos (MOS) derivados da *Saccharomyces cerevisiae*, também não encontraram diferença no desempenho de frangos de corte entre um e 21 dias de idade.

Tabela 2. Desempenho zootécnico dos pintos de corte, na fase pré-inicial, alimentados com níveis crescentes de levedura de cana-de-açúcar.

Variáveis	Nível de inclusão da levedura (%)					Média	P	CV (%)
	0,0	1,25	2,5	3,75	5,0			
Peso corporal (g ave ⁻¹)	218	214	227	218	219	220	0,19	3,97
Ganho de peso (g ave ⁻¹)	182	166	180	170	171	174	0,26	7,73
Consumo de ração (g ave ⁻¹)	185	185	192	186	189	188	0,62	5,13
Conversão alimentar (g g ⁻¹)	1,03	1,11	1,07	1,09	1,10	1,08	0,19	6,00

CV = coeficiente de variação; P = probabilidade.

Zhang et al. (2005) ao trabalharem com parede celular de levedura, e Silva et al. (2009), ao incluírem extrato de levedura na ausência de prebióticos obtiveram uma melhora na conversão alimentar de frangos aos 21 dias. Resultados negativos foram obtidos por Longo et al. (2005), encontrando maior consumo de ração e pior conversão alimentar para pintos aos sete dias alimentados com levedura quando comparados a dietas com outras fontes proteicas (proteína isolada de soja, ovo em pó, plasma sanguíneo e farelo de glúten de milho). Lima (2010) obteve comportamento linear decrescente para peso corporal e ganho de peso e linear crescente para conversão alimentar, quando trabalhou com o mesmo tipo de levedura desta pesquisa, em níveis superiores a 5% de inclusão para frangos de um a sete dias de idade.

A levedura de cana-de-açúcar contém em sua parede celular mananoligossacarídeos (MOS) que atuam como beneficiadores do desenvolvimento animal, por se aderirem às fimbrias das bactérias patogênicas impedindo que colonizem o trato digestório. Entretanto, nesta pesquisa, as aves não foram submetidas à desafio, já que foram criadas em gaiolas, e este fato pode ter sido responsável por não serem encontradas diferenças em seu

desempenho, pois as condições experimentais nas quais as aves são criadas podem influenciar o efeito da inclusão da levedura na dieta, e estas condições não refletem as peculiaridades de campo. Gao et al. (2008) não obtiveram diferenças no desempenho de frangos de corte aos 21 dias de idade, criados em gaiolas, e pouco ambiente de estresse imunológico, e Fairchild et al. (2001) também não obtiveram diferenças no desempenho de perus recebendo MOS quando estas aves não foram submetidas a desafios por *Escherichia coli*.

Os valores médios da energia metabolizável aparente, aparente corrigida e os coeficientes de digestibilidade das rações estão apresentados na Tabela 3. A utilização dos níveis crescentes da levedura proporcionou redução linear ($p < 0,05$) de até 2,6% nos níveis de energia metabolizável aparente e aparente corrigida para balanço de nitrogênio, e até 2,3% nos coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta, quando comparando à ração referência (sem inclusão de levedura) com a ração contendo 5% de levedura.

A energia metabolizável aparente e aparente corrigida das dietas pode ter sido afetada negativamente pelo teor de fibra encontrado na levedura utilizada; estes teores proporcionaram aumento no conteúdo total de fibra bruta das rações. De acordo com Carré et al. (1990), a fração fibrosa tem efeito diluidor da energia metabolizável das rações. O alto conteúdo de fibra observado na

levedura pode ser decorrente de utilização de células adultas e de contaminação com impurezas durante a fermentação e secagem. A utilização da levedura 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 (MASAIOLI JUNIOR; ARÉVALO, 2001).

As médias da composição corporal total e da retenção de nutrientes no corpo das aves encontram-se descritas na Tabela 4. A composição percentual total de proteína bruta e cinzas apresentou comportamento quadrático ($p < 0,05$), com menores teores nos níveis de 2,16 e 2,60%, respectivamente. No entanto, a composição e a retenção de gordura corporal responderam de forma linear crescente ($p < 0,01$) aos níveis de inclusão da levedura nas dietas. Os resultados de retenção de proteína no corpo das aves comportaram-se de forma quadrática ($p < 0,05$), apresentando menor retenção no nível de 2,09% de inclusão.

As rações foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis, estimando-se os mesmos para a levedura. A composição química da levedura varia entre outros fatores, pelo tipo de substrato no qual é produzida, grau de aeração do meio, métodos de fermentação, temperatura de secagem e forma de armazenamento (FARIA et al., 2000).

Tabela 3. Energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB) e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) das dietas experimentais contendo níveis crescentes de levedura de cana-de-açúcar, para pintos de 1 a 8 dias de idade. Dados expressos em base de matéria natural.

Variáveis	Nível de inclusão da levedura (%)									
	0,0	1,25	2,5	3,75	5,0	F	ER	P	R ²	CV (%)
EMA (kcal kg ⁻¹)	3199	3181	3136	3177	3113	9,41	L ¹	0,01	0,62	1,37
EMAn (kcal kg ⁻¹)	3022	3005	2955	2994	2942	9,25	L ²	0,01	0,64	1,43
CMMS (%)	73,38	73,12	72,26	74,11	72,14	2,38	ns	0,08	-	1,73
CMPB (%)	67,85	67,60	67,26	70,78	67,15	1,48	ns	0,25	-	4,50
CMEB (%)	79,06	78,69	77,67	78,75	77,23	6,49	L ³	0,02	0,53	1,37

F = calculado na análise de variância; ER = equação de regressão; P = probabilidade; CV = coeficiente de variação; L = equação de regressão linear; ns = não significativo. ¹EMA = 3139,093333-13,994667X; ²EMAn = 3018,133333-13,706667X; ³CMEB = 79,000267-0,287947X.

Tabela 4. Médias de composição percentual e retenção de nutrientes corporais de frangos de corte aos oito dias de idade, recebendo dietas contendo levedura, expressos na matéria natural.

Variáveis	Nível de inclusão da levedura (%)									
	0,0	1,25	2,5	3,75	5,0	F	ER	P	R ²	CV (%)
Composição Total (%)										
Umidade	71,63	71,88	73,56	70,30	70,15	1,78	ns	0,16	-	3,55
Proteína Bruta	18,52	18,03	16,74	18,63	19,24	5,19	Q ¹	0,03	0,71	8,48
Gordura	7,83	8,03	8,58	10,42	9,61	23,9	L ²	0,00	0,73	10,57
Cinzas	2,57	2,48	2,27	2,47	2,53	4,24	Q ³	0,05	0,69	9,15
Nutrientes retidos (g)										
Umidade	122,0	121,9	129,5	118,8	119,3	1,68	ns	0,18	-	6,62
Proteína Bruta	31,9	30,8	28,7	32,1	33,7	4,01	Q ⁴	0,05	0,79	11,05
Gordura	13,0	13,4	15,0	18,4	16,9	22,5	L ⁵	0,00	0,75	13,91
Cinzas	4,8	4,6	4,3	4,6	4,8	1,12	ns	0,36	-	10,65

F = calculado na análise de variância; ER = equação de regressão; P = probabilidade; CV = coeficiente de variação; L = equação de regressão linear; Q = equação de regressão quadrática; ns = não significativo. ¹Proteína bruta = 18,594714-1,067010X+0,246095X²; ²Gordura = 7,707667+0,475733X; ³Cinzas = 2,589-0,169733X+0,032533X²; ⁴Proteína bruta = 31,967095-2,031886X+0,485790X²; ⁵Gordura = 12,764667+1,049067X;

Leveduras provenientes de destilarias de álcool submetidas à secagem pelo método de rolagem muitas vezes passam por temperaturas superiores a 200°C em tempo maior que 1 minuto e meio, podendo provocar uma desnaturação proteica. Este fato pode alterar a digestibilidade dos aminoácidos, provocando um desbalanceamento no conteúdo de aminoácidos digestíveis das dietas. A redução na retenção de proteína bruta, até do nível de 2,09%, e aumento linear na retenção de gordura pelas aves pode ter sido ocasionado devido ao excesso ou a deficiência de aminoácidos nas dietas, provocando um consequente aumento de cadeias carbônicas disponíveis (em virtude da desaminação de aminoácidos em excesso), que serão desviadas para a síntese de ácidos graxos (CHAMPE; HARVEY, 1996).

Na Tabela 5 podem-se observar as médias obtidas para as variáveis de morfologia intestinal. No duodeno não foi encontrado efeito ($p > 0,05$) da inclusão de levedura sob nenhum dos parâmetros avaliados; no jejuno apenas a profundidade das criptas não foi afetada e no íleo as alturas das vilosidades e a relação vilosidade:cripta não diferiram estatisticamente.

Também não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) nas variáveis do duodeno por Lima (2010) quando utilizou levedura seca por *spray dry* e antimicrobianos, e por Yang et al. (2007) adicionando antibióticos e mananoligossacarídeos. O duodeno é o primeiro segmento do intestino delgado com função principal de digestão; este fato pode ter sido responsável por não terem sido observadas diferenças da adição de levedura sobre as variáveis analisadas.

A altura dos vilos e relação vilosidade:cripta do jejuno comportou-se de forma linear crescente e a profundidade da cripta do íleo de forma quadrática ($p < 0,05$), com o aumento da inclusão de levedura

na dieta. As vilosidades longas estão correlacionadas com a melhora na saúde intestinal, proporcionando melhor uniformidade e integridade da mucosa, além de proporcionar maior absorção de nutrientes, devido ao aumento da superfície de absorção (BAURHOO et al., 2007; SANTIN et al., 2001), embora isto não tenha sido traduzido em melhora no desempenho zootécnico.

Resultados semelhantes para a altura dos vilos e relação vilosidade:cripta no jejuno foram obtidos por Gao et al. (2008) e por Santin et al. (2001), que também encontraram maiores relações vilosidade:cripta no jejuno com a utilização de parede celular de levedura nas dietas.

Em pesquisas utilizando dietas livres de antibióticos, com antibiótico ou com MOS para frangos de 1 a 14 dias de idade, Baurhoo et al. (2009) não encontraram diferença no desenvolvimento da mucosa intestinal do jejuno. Baurhoo et al. (2007) não observaram diferenças na altura dos vilos e profundidade de criptas do jejuno de frangos aos 14 dias de idade, quando alimentados com dietas contendo MOS, lignina ou antibióticos; e Lima (2010) trabalhando com a levedura seca por *spray dry* e antimicrobianos também não encontrou efeito da dieta sobre a altura do vilosidade e relação vilosidade:cripta do jejuno.

Bradley e Savage (1994) sugeriram que o uso de *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de frangos de corte reduz a condição de estresse ao qual a mucosa é submetida e reduz o número de bactérias e outras toxinas presentes no intestino. Entretanto, o aumento quadrático na profundidade das criptas na mucosa ileal obtidas neste experimento, a partir do nível de 2,40% de inclusão da levedura, pode indicar acelerada taxa de renovação dos vilos levando a maior gasto de energia pelas células.

Tabela 5. Médias dos parâmetros morfológicos da mucosa intestinal de frangos de corte na fase pré-inicial alimentados com dietas contendo levedura de cana-de-açúcar.

Variáveis (μm)	Nível de inclusão (%)					F	ER*	P	R^2	CV (%)
	0	1,25	2,5	3,75	5,0					
Duodeno										
Alt. vilos	994,9	972,4	1117,4	1066,5	1132,7	0,95	ns	0,45	-	2,45
Prof. Criptas	208,1	266,7	220,5	217,9	191,6	1,43	ns	0,25	-	4,32
Relação VC	4,98	3,94	5,42	5,30	5,97	1,38	ns	0,27	-	21,47
Jejuno										
Alt. vilos	755,8	821,0	831,6	825,0	972,4	7,38	L ¹	0,01	0,81	2,25
Prof. Criptas	195,2	207,6	189,3	214,1	182,6	0,49	ns	0,74	-	3,75
Relação VC	3,91	3,98	4,47	4,15	5,54	5,24	L ²	0,03	0,63	16,28
Íleo										
Alt. vilos	549,1	552,0	545,6	590,4	581,8	0,48	ns	0,75	-	1,87
Prof. Criptas	147,5	131,6	132,1	130,0	152,8	5,51	Q ³	0,03	0,89	2,85
Relação VC	2,16	2,11	2,12	2,11	2,18	0,95	ns	0,45	-	13,98

F = calculado na análise de variância; ER = equação de regressão; P = probabilidade; CV = coeficiente de variação; L = equação de regressão linear; Q = equação de regressão quadrática; ns = não significativo; Relação VC = Relação vilosidade:cripta. *Equações de regressão obtidas com dados transformados para log de X; ¹Equação de regressão linear: $Y = 2,872425 + 0,018804X$; ²Equação de regressão linear: $Y = 0,569821 + 0,024660X$; ³Equação de regressão quadrática: $Y = 2,164802 - 0,048961X + 0,010193X^2$

Poucos estudos têm sido desenvolvidos com a utilização da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) íntegra seca por rolagem na avicultura, a maior parte das pesquisas é desenvolvida com as frações de parede celular ou extrato, obtidas a partir da levedura íntegra. Este fato, portanto, confirma a necessidade de realização de mais estudos com esse tipo de material, considerando a oferta regional deste ingrediente.

Conclusão

A célula íntegra de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) não afeta os parâmetros de desempenho de frangos de corte na fase pré-inicial; entretanto pode afetar a energia metabolizável e o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta das rações. A inclusão de levedura em níveis superiores a 2,09% em dietas para frangos de corte de um a oito dias de idade proporciona maior retenção de proteína e gordura corporal. A presença da levedura proporciona maior altura dos vilos e relação vilo: cripta no jejuno, promovendo maior área de absorção dos nutrientes da dieta neste segmento do intestino delgado, no ileo, níveis a partir 2,40% promovem maior profundidade de criptas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FACEPE – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Pernambuco pela concessão da bolsa de mestrado, a Destilaria Miriri S/A pela doação da levedura de cana-de-açúcar e a Evonik Brasil – Degussa, pela análise dos teores de aminoácidos do ingrediente.

Referências

- ALBINO, L. F. T.; FERES, F. A.; DIONIZIO, M. A.; ROSTAGNO, H. S.; VARGAS JÚNIOR, J. G.; CARVALHO, D. C. O.; GOMES, P. C.; COSTA, C. H. R. Uso de prebióticos à base de mananoligossacárido em rações para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 742-749, 2006.
- BAURHOO, B.; GODFLUS, F.; ZHAO, X. Purified cell wall of *saccharomyces cerevisiae* increases protection against intestinal pathogens in broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, v. 8, n. 3, p. 133-137, 2009.
- BAURHOO, B.; PHILLIP, L.; RUIZ-FERIA, C. A. Effects of purified lignin and mannan oligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens. *Poultry Science*, v. 86, n. 6, p. 1070-1078, 2007.
- BRADLEY, G. T.; SAVAGE, T. F. Enhance utilization of dietary calcium, phosphorus, nitrogen and metabolizable energy in poult feed diet containing a yeast culture. *Poultry Science*, v. 73, suppl., p. 124, 1994.
- BRUM, P. A. R.; LIMA, G. J. M. M.; ZANOTTO, D. L.; KLEIN, C. H. **Composição nutritiva de ingredientes para rações de aves.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999.
- BUTOLO, J. E. Uso de biomassa de levedura em alimentação animal: propriedades, custo relativo a outras fontes de nutrientes. In: WORKSHOP – PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1996. p. 70-89.
- BUTOLO, E. A. F.; NOBRE, P. T. C.; BUTOLO, J. E. Determinação do valor energético e nutritivo da levedura de cana-de-açúcar e de cerveja (*saccharomyces cerevisiae*) para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, 1997. p. 11.
- CARRÉ, B.; DEROUET, L.; LECLERCQ, B. The digestibility of cell-wall polysaccharides from wheat (bran or whole grain), soybean meal, and white lupin meal in cockerels muscovy ducks, and rats. *Poultry Science*, v. 69, n. 4, p. 623-633, 1990.
- CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. Bioquímica ilustrada. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1996. p. 237-241.
- COBB500. Suplemento de crescimento e nutrição para frangos de corte. Guapiaçu: Cobb-Vantress Brasil Ltda, 2009.
- FAIRCHILD, A. S.; GRIMES, J. L.; TONES, F. T.; WINELAND, M. J.; EDENS, F. W.; SEFTON, A. E. Effects of hen age, Bio-Mos®, and flavomycin on poult susceptibility to oral *Escherichia coli* challenge. *Poultry Science*, v. 80, n. 5, p. 562-571, 2001.
- FARREL, D. J. General principles and assumptions of calorimetry. In: MORRIS, T. R.; FREEMAN, B. M. (Ed.). **Energy requirements of poultry.** Edinburgh: British Poultry Science, 1974. p. 1-23.
- FERREIRA, D. F. **Programa SISVAR.** Sistema de Análise de Variância. Versão 4.6 (Build 6.0). Lavras: DEX/UFLA, 2003.
- GAO, J.; ZHANG, H. J.; YU, S. H.; WU, S. G.; YOON, I.; QUIGLEY, J.; GAO, Y. P.; QI, G. H. Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions. *Poultry Science*, v. 87, n. 7, p. 1377-1384, 2008.
- GRIGOLETTI, C.; FRANCO, S. G.; FLEMMING, J. S.; FEDALTO, L. M.; BACILA, M. *Saccharomyces cerevisiae* na alimentação de frangos de corte. *Archives of Veterinary Science*, v. 7, n. 2, p. 151-157, 2002.
- LIMA, S. B. P. **Levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte industrial.** 2010. 72f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- LONGO, F. L.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A.; FIGUEIREDO, A. N.; RACANICCI, A. M. C.;

- GAIOTTO, J. B.; SORBARA, J. O. B. Diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 112-122, 2005.
- MAIORKA, A.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. p. 113-120.
- 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.; SINGSEN, E. P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs. **Agricultural Experiment Station Research Report**, v. 7, p.3-11, 1965.
- OYOFO, B. A.; NORMAN, J. O.; MOLLENHAUER, C. Prevention of *Salmonella typhimurium* colonization of broilers with D-mannose. **Poultry Science**, v. 68, n. 10, p. 1357-1360, 1989.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2005.
- SANTIN E.; MAIORKA, A.; MACARI, M.; GRECCO, M.; SANCHEZ, J. C.; OKADA, T. M.; MYASAKA, M. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *saccharomyces cerevisiae* cell wall. **Journal Applied Poultry Research**, v. 10, n. 3, p. 236-244, 2001.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SILVA, V. K.; SILVA, J. D. T.; GRAVENA, R. A.; MARQUES, R. H.; HADA, F. H.; MORAES, V. M. B. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com ração contendo extrato de leveduras e prebióticos e criados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 690-696, 2009.
- UNICA-União das Industrias de Cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em: 1 maio 2010.
- YANG, Y.; IJI, P. A.; KOCHER, A.; MIKKELSEN, L. L.; CHOCT, M. Effects of mannanoligosaccharide on growth performance, the development of gut microflora, and gut function of broiler chickens raised on new litter. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, n. 2, p. 280-288, 2007.
- ZANUTTO, C. A.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; MURAKAMI, A. E. Utilização da levedura de recuperação (*Saccharomyces* sp.), seca por rolo rotativo ou por spray-dry, na alimentação de leitões na fase inicial. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 21, n. 3, p. 705-710, 1999.
- ZHANG, A. W.; LEE, B. D.; LEE, S. K.; AN, G. H.; SONG, K. B.; LEE, C. H. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 84, n. 7, p. 1015-1021, 2005.

Received on August 1, 2010.

Accepted on September 28, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.