

**CLÁUDIA DA COSTA LOPES**

**USO DA LEVEDURA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM RAÇÕES DE  
FRANGOS DE CORTE NA FASE PRÉ-INICIAL**

**RECIFE  
PERNAMBUCO – BRASIL  
2010**

**CLÁUDIA DA COSTA LOPES**

**USO DA LEVEDURA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM RAÇÕES DE  
FRANGOS DE CORTE NA FASE PRÉ-INICIAL**

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)

Conselheiros: Profa. Dra. Mônica Calixto Ribeiro de Holanda (UFRPE/UAG)

Prof. Dr. Valdemiro Amaro da Silva Júnior (UFRPE)

**RECIFE – PERNAMBUCO**

**2010**

Ficha catalográfica

L864u

Lopes, Cláudia da Costa

Uso da levedura de cana-de-açúcar em rações de frangos de corte na fase pré-inicial / Cláudia da Costa Lopes. -- 2010.

74 f. :il.

Orientador: Carlos Boa-Viagem Rabello.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2010.

Referências.

1. Levedura de cana-de-açúcar 2. Pintos de corte  
3. Morfologia intestinal 4. Desempenho 5. Composição corporal  
I. Rabello, Carlos Boa-Viagem, orientador  
II. Título

CDD 636.0852

**CLÁUDIA DA COSTA LOPES**

**USO DA LEVEDURA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM RAÇÕES DE FRANGOS  
DE CORTE NA FASE PRÉ-INICIAL**

Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 26 de julho de 2010.

Orientador:

---

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

Comissão Examinadora:

---

Profa. Dra. Mônica Calixto Ribeiro de Holanda  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Unidade Acadêmica de Garanhuns

---

Profa. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia

---

Prof. Dr. Valdemiro Amaro da Silva Júnior  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal

**RECIFE – PE**

**2010**

## BIOGRAFIA DO AUTOR

*Cláudia da Costa Lopes*, filha de Antônio Júlio Lopes e Vaneide Maria da Costa Lopes, nasceu em Recife – PE, no dia 25 de junho de 1984. Coursou o ensino fundamental e médio na Escola Dom Vital, concluindo o ensino médio em dezembro de 2001. Iniciou a graduação em Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco em abril de 2003, onde em 2006 tornou-se bolsista do Programa de Extensão Universitária na área de caprinocultura, no ano seguinte foi selecionada para participar do Programa de Monitoria da disciplina de Avicultura, no qual permaneceu até julho de 2008. Recebeu o título de Zootecnista em janeiro de 2008. A partir de agosto de 2008, iniciou as atividades no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco na área de Produção de Não Ruminantes. Em 26 de julho de 2010 submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

## **DEDICO**

Aos meus pais,

*Júlio e Vaneide*

Pelo amor, dedicação e por terem me mostrado a importância do estudo, pois sem educação não chegamos a lugar nenhum. Amo muito vocês.

Aos meus irmãos,

*Leandro e Luciano*

Pela compreensão, companheirismo, carinho e paciência.

Aos meus sobrinhos,

*Wesley, Tiago, Luciano Jr.*

Por serem exatamente assim como são.

Amo muito vocês meus lindos.

## **OFEREÇO**

A Deus e a Nossa Senhora de Fátima.

Pelo dom da vida, pelas bênçãos e graças recebidas e por terem colocado pessoas tão especiais em meu caminho.

Aos animais que deram a vida para a realização deste trabalho científico.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu bom e amado Deus por todas as graças recebidas, a minha mãezinha do céu por sempre ter intercedido por mim junto a Deus me dando forças nos momentos em que mais precisei e ao meu querido anjo da guarda por nunca ter me desamparado.

Aos meus pais, irmãos e sobrinhos, por sempre terem me amado e incentivado.

As minhas primas Iracema e Joyce e minhas cunhadas Dayse e Maria José, pela compreensão e por terem sido sempre grandes amigas e companheiras.

Ao meu o orientador Prof. Carlos Bôa-Viagem Rabello, pela orientação desde a graduação, por toda confiança, incentivo, oportunidade, críticas e grandiosos ensinamentos. Obrigada por estar sempre disposto a ajudar. Aprendi muito com suas orientações!

Ao prof. Valdemiro Amaro da Silva Júnior, pelas sugestões na elaboração do projeto e orientações no laboratório.

A Profa. Mônica Calixto Ribeiro de Holanda, pela co-orientação e contribuições na pesquisa.

A Profa. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, pela atenção, pelos ensinamentos e por tirar minhas dúvidas sempre que precisei.

Ao Prof. Wilson Moreira Dutra Júnior, por sempre ter contribuído com seus conhecimentos.

A Fundação de Amparo a Pesquisa e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE, pela concessão da bolsa de estudos.

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

Ao Laboratório de Nutrição Animal e ao Departamento de Zootecnia da UFRPE, pela disponibilização das instalações para realização das análises laboratoriais e dos experimentos.

Ao Laboratório de Nutrição Animal da UFV e a Evonik Brasil – Degussa, pela realização das análises de energia bruta e aminoácidos, respectivamente.

A Destilaria Miriri S/A, pela doação da levedura de cana-de-açúcar para execução da pesquisa.

A empresa Nexco Distribuidora, pela doação do antifúngico.

As amigas e auxiliares que mais me ajudaram na execução do experimento e na realização das análises laboratoriais: Emmanuele Maria Florêncio de Arruda e Jaqueline de Cássia Ramos da Silva. Sem a ajuda dessas meninas eu não teria dado conta do trabalho.

Aos meus outros ajudantes e amigos da graduação: Dênea Pires, Waleska Medeiros, Rafael Acioly, Tayara Soares, Michele Bernardino, Lidiane Custódio, Eriberto Serafin, Evelyn Luciane, Liliane Palhares, Débora Nathália, Simone, Talita Firemand e Paulo Márcio.

Aos amigos da Pós-Graduação que me acompanharam e contribuíram de alguma forma com meu aprendizado: Mônica Brainer, Izaura Lorena, Thaysa Torres, Christiano Borges, Cristiano Albuquerque, Almir Ferreira, Sandra Torres, Clenilson Marquezin, Cláudio Parro, Alcilene Samay, Priscila Antão, Juliana Cláudia, Emanuela Lima, Emanuela Nataly, Paulo Sales.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Maria Verônica, Vagner e Andréa por sempre estarem dispostos a me ajudar quando necessário.

Enfim, a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desta dissertação de Mestrado.

## SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	ix
Resumo .....	x
Abstract.....	xi
Considerações Iniciais.....	12
Capítulo 1 - Referencial Teórico.....	14
Referências Bibliográficas.....	28
Capítulo 2 - Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar.....	34
Resumo.....	35
Abstract.....	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	39
Resultados e Discussão.....	44
Conclusões.....	51
Agradecimentos.....	51
Referências Bibliográficas.....	52
Capítulo 3 - Uso da levedura de cana-de-açúcar ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) em dietas de pintos de corte na fase pré-inicial.....	56
Resumo.....	57
Abstract.....	58
Introdução.....	59
Material e Métodos.....	60
Resultados e Discussão.....	64
Conclusões.....	70
Agradecimentos.....	70
Referências Bibliográficas.....	71
Considerações Finais.....	74

## LISTA DE TABELAS

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

Tabela 1. Composição química da levedura de cana-de-açúcar, com base na matéria natural.....	39
Tabela 2. Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais.....	41
Tabelas 3. Médias de desempenho zootécnico dos pintos alimentados com níveis crescentes de levedura de cana-de-açúcar.....	44
Tabela 4. Valores médios de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) das dietas experimentais, expressos em base de matéria natural.....	46
Tabela 5. Médias de composição percentual e retenção de nutrientes corporais de frangos de corte aos 7 dias de idade, expressos na matéria natural.....	48
Tabela 6. Médias dos parâmetros morfológicos da mucosa intestinal de frangos de corte na fase pré-inicial alimentados com dietas contendo levedura de cana-de-açúcar ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) .....	49

### *Uso da Levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas de pintos de corte na fase pré-inicial*

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais.....	62
Tabela 2. Desempenho dos pintos alimentados com rações contendo levedura de cana-de-açúcar aos 8 dias de idade.....	64
Tabela 3. Valores médios de composição corporal de frangos de corte aos 7 dias de idade, expressos na matéria natural.....	66
Tabela 4. Médias dos parâmetros morfológicos da mucosa intestinal de frangos de corte na fase pré-inicial alimentados com levedura de cana-de-açúcar .....	68

## RESUMO

Foram realizados dois estudos com o objetivo de avaliar o efeito da utilização de níveis crescentes de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) na dieta de frangos de corte na fase pré-inicial, de um a oito dias de idade. Um total de 750 frangos de corte machos da linhagem Cobb 500 foram utilizados. Os delineamentos experimentais foram inteiramente casualizado, com 5 tratamentos constituídos de uma dieta referência sem inclusão da levedura e quatro dietas teste com a inclusão de 1,25; 2,5; 3,75 e 5,0% de levedura. No primeiro estudo 300 pintos com um dia de idade foram alojados em gaiolas de metabolismo e distribuídos em seis repetições de 10 aves cada. Nesta pesquisa avaliou-se: a digestibilidade das rações através da determinação da energia metabolizável aparente e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio e dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta; o desempenho zootécnico por meio do peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar; a retenção corporal de umidade, proteína, gordura e cinzas; e o desenvolvimento da mucosa intestinal mensurando-se a altura dos vilos, profundidade das criptas e relação vilos:cripta do duodeno, jejuno e íleo. Não houve efeito da levedura sobre as variáveis de desempenho. A energia metabolizável aparente, a aparente corrigida e os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta reduziram com a inclusão da levedura. A retenção corporal de proteína comportou-se de forma quadrática e a gordura de forma linear crescente. No jejuno houve aumento linear na altura dos vilos e relação vilos:cripta, entretanto no íleo a profundidade de criptas respondeu quadraticamente. No segundo estudo utilizaram-se 450 pintos no período de um a oito dias de idade alojados em boxes com cama reutilizada não tratada, distribuídos em seis repetições de 15 aves por unidade experimental. Foram avaliadas as variáveis de desempenho zootécnico: peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar; de composição corporal: umidade, proteína bruta, gordura e cinzas; e de morfologia intestinal: altura dos vilos, profundidade das criptas e relação vilos:cripta dos segmentos do intestino delgado. A inclusão de levedura proporcionou aumento no consumo de ração e conversão alimentar, melhora na absorção de minerais, na altura dos vilos e profundidade das criptas do jejuno e na profundidade das criptas do íleo. O nível de 2% pode ser recomendado para melhor desenvolvimento intestinal e absorção de minerais.

## ABSTRACT

Two studies were conducted to evaluate the effect of increasing levels of sugar cane yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in diets of post hatching broilers, from 1 to 8 days. A total of 750 male broiler chickens of Cobb 500 were utilized. A completely randomized experimental design, with five treatments consisting of a reference diet without addition of yeast and four test diets with the inclusion of 1.25, 2.5, 3.75 and 5.0% yeast. In the first study with 300 chicks a day old were housed in metabolism cages located in six replicates of 10 birds each. In this study we evaluated: the digestibility of rations by determining: the apparent metabolizable energy and apparent corrected by nitrogen balance and coefficients of apparent metabolizable dry matter, crude protein and gross energy; the performance: body weight, gain weight, feed intake and feed conversion; retention of body moisture, protein, fat and ash; and the development of intestinal mucosa measurand: villous height, crypt depth and villous:crypt ratio of the duodenum, jejunum and ileum. No effect of yeast on the performance. The apparent metabolizable energy, the corrected apparent metabolizable and coefficients of gross energy decreased with the addition of yeast. The retention of body protein was quadratic and fat increased linearly. In the jejunum there was a linear increase in villous height and villous:crypt, however in the ileum crypt depth was quadratic response. In the second study we used 450 broilers during the period 1 to 8 days old, reared on reused litter, distributed in 6 replicates of 15 birds each. We evaluated the variables of performance: body weight, weight gain, feed intake and feed conversion; of body composition: moisture, crude protein, fat and ash; and of intestinal morphology: villous height, crypt depth and villous:crypt segments of small intestine. The inclusion of yeast caused a linear increase in feed intake and feed conversion and caused a quadratic effect on body composition of ash. There was a quadratic response in the jejunum villous height and in crypt depth in jejunum and ileum.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nos últimos anos a avicultura do Brasil passou por intenso desenvolvimento tecnológico, devido a avanços nas áreas de genética, nutrição, manejo, sanidade, equipamentos, dentre outros, que tem proporcionado aumento na produtividade e redução nos custos de produção. Desta forma, a avicultura moderna passou a ser responsável por fornecer proteína de origem animal com menores preços para alimentação humana. No cenário mundial o país destaca-se pela competitividade, ocupando a primeira posição em exportação de carne de frango e a terceira em produção de frangos de corte (UBA, 2009).

Entretanto, para que seja possível manter esta competitividade é necessário estar sempre reduzindo os custos de produção, sem reduzir o desempenho das aves. A alimentação é o fator que mais influência na elevação destes custos, pois representa 65% a 75% dos custos totais, sendo o milho e o farelo de soja os ingredientes que mais contribuem com este aumento por constituir, aproximadamente, 70% da composição da dieta das aves.

Em virtude das constantes oscilações nos preços destes ingredientes (milho e soja) muitas pesquisas estão sendo realizadas com o objetivo de introduzir novas alternativas na alimentação dos frangos de corte, principalmente a partir dos subprodutos agro-industriais, que são ingredientes de baixo custo e encontrados facilmente em certas regiões e em algumas épocas do ano.

Diversos pesquisadores têm buscado alternativas que atendam as exigências das aves em suas diferentes fases de produção, reduzam os custos com ração, melhorem a saúde, a absorção e a disponibilidade dos nutrientes, reduzam impactos ambientais e melhorem os índices zootécnicos desses animais.

A melhoria dos índices zootécnicos dos frangos de corte está relacionada em grande parte com morfologia do trato digestivo, em especial do intestino delgado, que é responsável pela digestão e absorção de nutrientes. As maiores alturas de vilos nos segmentos do intestino delgado garantem maior área de absorção de nutrientes, e com isso melhora no desempenho das aves.

Dentre os ingredientes alternativos pesquisados encontram-se, segundo Butolo (1991) os produtos de origem microbiana como as leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*), que são resíduos das destilarias de álcool. As leveduras podem ser utilizadas como fontes de proteína nas rações, podendo ainda auxiliar no bom funcionamento do trato digestivo por meio do aumento da superfície de absorção de nutrientes e da manutenção da integridade da mucosa intestinal, através da ação dos mananoligossacarídeos e nucleotídeos, presentes na parede celular e no extrato da levedura, respectivamente.

Sendo assim, a levedura de cana-de-açúcar apresenta-se com uma boa alternativa para alimentação de frangos de corte, devendo para isso ser avaliada na ração destes animais não apenas como ingrediente protéico, mas também como agente de desenvolvimento da mucosa intestinal.

# **CAPÍTULO I**

## **Referencial Teórico**

## **1. A fase pré-inicial de frango de corte e o desenvolvimento do trato gastrointestinal.**

Imediatamente após o nascimento, as aves apresentam seu sistema digestivo anatomicamente completo, porém imaturo na sua capacidade de digestão e absorção, quando comparada as aves adultas (Maiorka et al., 2002; Pelicano et al., 2003). Noy e Sklan (1998) afirmam que o peso do intestino de frangos aumenta mais rapidamente que o peso corporal logo após a eclosão, atingindo o máximo desenvolvimento no período de quatro a oito dias de idade. Os mesmos autores afirmam que a maior velocidade de crescimento relativo da área e altura de vilosidades são atingidas pelo duodeno com seis a oito dias e pelo jejuno e íleo com 10 dias. Sendo assim, o uso de uma dieta diferenciada na primeira semana de vida dos frangos de corte torna-se essencial. Segundo Penz Júnior & Vieira (1998) as principais razões que garantem a prática de uma dieta especial nesta fase estão sustentadas em que os frangos de corte nesta idade apresentam anatomia e fisiologia do aparelho digestivo diferenciada das aves com mais idade; têm necessidades nutricionais muito limitantes pelas dificuldades que têm em digerir e absorver carboidratos e lipídios; e apresentam um rápido desenvolvimento potencial nestes primeiros dias de vida.

Devido ao frango de corte atual apresentar uma taxa de crescimento acelerada e existir uma correlação entre o peso do pinto aos sete dias de idade e seu peso de abate (Freitas et al., 2008; Silva et al., 2009a), muitas pesquisas têm sido realizadas estudando a nutrição de frangos na primeira semana de vida, de um a sete dias de idade. De acordo com Lilja (1983) citado por Dibner (2000) o crescimento final da ave é diretamente proporcional ao desenvolvimento dos sistemas que fornecem substratos para o restante do corpo, especificamente os sistemas gastrointestinal e cardiovascular. Por esta razão, o uso de dietas com ingredientes que substituam o milho e o farelo de soja, e que

possam atuar como fornecedores de nutrientes ou proporcionar benefícios em relação ao bom funcionamento do trato digestivo vêm ganhando destaque entre nutricionistas.

Após a eclosão o trato gastrointestinal das aves sofre grandes alterações, como maturação funcional do intestino, as quais envolvem mudanças morfológicas e fisiológicas que proporcionam um aumento na área de superfície de digestão e absorção. As alterações morfológicas mais significativas são: aumento no comprimento do intestino, altura e densidade dos vilos, e conseqüentemente, no número de enterócitos, células caliciformes e células enteroendócrinas (Ferrer et al., 1995). A mucosa intestinal é constituída por células denominadas de enterócitos, as quais desenvolvem a capacidade de transportar monômeros para o interior celular e daí para a corrente sanguínea, através da membrana basolateral.

De acordo com Uni et al. (1998) o desenvolvimento da mucosa intestinal é decorrente de dois eventos citológicos primários associados: renovação celular (proliferação e diferenciação), resultante das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes localizadas nas criptas e ao longo dos vilos e a perda de células por descamação, que ocorre naturalmente no ápice dos vilos. O equilíbrio entre esses processos determinam um *turnover* (síntese-migração-extrusão) constante e, portanto, a manutenção da capacidade digestiva e absorptiva intestinal.

O *turnover* celular, ou seja, o tempo em que uma célula originada no processo mitótico entre cripta-vilo demora para migrar até a ponta do vilo e descamar para o lúmen intestinal é de aproximadamente quatro dias (Macari & Maiorka, 2000). Este período representa aproximadamente 10% do tempo de vida do frango, sendo assim, problemas de distúrbios da mucosa intestinal significam perdas no desempenho das aves, pois além de ocorrer redução na quantidade de nutrientes absorvidos há ainda o desvio da energia proveniente das reservas orgânicas e da ração para a renovação do

epitélio. McBride & Kelly (1990) estimam que a manutenção da mucosa intestinal e estruturas de suporte, têm custo de 20% da energia bruta consumida pelo animal.

O intestino delgado tem função primordial no processo de digestão, e principalmente na absorção de nutrientes (Macari & Maiorka, 2000). Desta forma, o número de vilosidades e seu tamanho, bem como o de microvilos, em cada segmento do intestino delgado conferem a eles características próprias, sendo que na presença de nutrientes a capacidade absorptiva do segmento será diretamente proporcional ao número de vilosidades ali presentes, tamanho dos vilos e área de superfície disponível para absorção (Macari, 1999).

Para que seja possível obter um bom desempenho animal no período pós-eclosão é fundamental a maturação intestinal e para que ela ocorra torna-se necessária a presença do alimento no intestino (Boleli et al., 2002), que propiciará as principais alterações da estrutura física e secretora do aparelho digestivo.

## **2. Levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*)**

As leveduras são microorganismos unicelulares pertencentes ao grupo dos fungos que se reproduzem assexuadamente por brotamento e se desenvolvem na fermentação alcoólica. Os fungos são organismos eucarióticos não-fotossintéticos que não ingerem alimentos, mas devem absorver os nutrientes dissolvidos no ambiente (Pelczar Jr. et al., 1997). Esses microorganismos possuem elevada velocidade de crescimento, possibilidade de serem cultivados em diversos tipos de substratos, e possuem ainda um alto teor de proteína e vitaminas do complexo B (Rocha, 2002).

Dentre as espécies de levedura, a *Saccharomyces cerevisiae* é a mais conhecida. Estas são elípticas, medem cerca de 6 a 8 µm de comprimento por 5µm de largura e não possuem flagelos nem outros meios de locomoção, apresentam membrana celular bem

definida, pouco espessa em células jovens e rígidas em células adultas (Pelczar Jr. et al., 1997).

De acordo com Assis (1996) a parede celular das leveduras é bastante espessa, apresentando cerca de 70 nm, que tem função importante tanto na proteção e estrutura como no metabolismo celular. Esta parede consiste de uma camada interna de glucana (provavelmente com função estrutural) e uma camada externa de manana, existindo proteínas embutidas entre elas (Dziezak, 1987).

A levedura de cana-de-açúcar ou levedura de recuperação (*Saccharomyces cerevisiae*) é obtida a partir da fermentação da cana ou do melaço, no processo de produção do álcool, coletada a partir da centrifugação do vinho ou a partir do fundo das dornas de fermentação e submetida à secagem (Miyada, 1987; Zanutto et al., 1999).

### **3. Produção, rendimento e processamento da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*).**

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e de álcool etílico via processamento fermentativo, utilizando-se da levedura como o microorganismo agente da fermentação (Rocha, et al., 2008). Desta forma, o país assume uma posição de destaque quanto à disponibilidade dos subprodutos obtidos no processamento de cana-de-açúcar, como a levedura, que pode ser utilizada na alimentação humana e animal (Carvalho, 2000).

Segundo a União das Indústrias de Cana-de-açúcar (ÚNICA, 2010) na safra de 2008/2009 o Brasil produziu 27.512.962 m<sup>3</sup> de álcool. Uma prática comum nas indústrias produtoras de álcool etílico é a sangria do creme de levedura, que consiste na retirada de parte do creme do processo de centrifugação (Silva, 1998), com o intuito de forçar o brotamento das células e sua renovação visando à máxima produtividade de

etanol. De acordo com Butolo (1996), nas usinas, durante o processo de secagem da levedura, retiram-se valores entre 20 e 30 kg/m<sup>3</sup> de álcool produzido. Sendo assim, estima-se que o Brasil produziu aproximadamente 550.259.240 toneladas de levedura nesta safra.

A biomassa da levedura produzida pode ser comercializada *in natura*, para alimentação de ruminantes, ou seca para elaboração de rações animal. A levedura de recuperação pode ser obtida por três maneiras distintas: sangria do leite da levedura, fundo de dorna e da vinhaça (Butolo, 1996) e após a obtenção do produto úmido, existem duas técnicas de secagem: por rolos rotativos e pela tecnologia “spray-dryer”.

O método de secagem por rolos rotativos consiste na secagem do leite de levedura por meio do contato direto com a superfície aquecida do rolo, a temperaturas que varia de 110 a 128°C, que gira sobre um compartimento constantemente abastecido com o creme de levedura. O creme é arrastado para a superfície do rolo, obtendo-se uma película, sendo retirada por uma lâmina (Landell et al., 1994). O produto final apresenta-se na forma de folhas que precisam ser quebradas para posterior ensaque.

Na secagem por spray dryer o leite de levedura é bombeado na câmara de secagem passando por um cabeçote atomizador que, girando a altíssima rotação, atomiza o leite em pequenas gotículas e, combinado com um fluxo de ar quente, entre 200 e 220°C, seca instantaneamente, sendo então recolhida no fundo da câmara em forma de cone e descarregada através de uma válvula rotativa onde já está pronto para ensaque na forma de pó sem necessidade de peneirar, moer ou qualquer outra operação (Furco, 1996; Lahr Filho et al., 1996).

Dentre estes métodos, a secagem por rolos rotativos é mais utilizada, principalmente nas destilarias de pequeno porte por necessitar de menores investimentos. Entretanto, destilarias de grande porte inclinam-se ao uso do secador

spray dryer, pois devido a temperatura máxima atingida e o tempo de contato durante a secagem serem menores quando comparado com a secagem por rolo rotativo, o produto obtido pode apresentar melhor qualidade nutricional (Scapinello, et al., 1997).

A biomassa da levedura além de poder ser utilizada integralmente, pode ainda ser utilizada em seus derivados através do autolisado, do extrato e da parede celular. Segundo Pacheco (1996) a levedura autolisada consiste no conteúdo total da célula lisada incluindo as proteínas e a parede celular, obtida por meio de tratamento enzimático, químico ou físico que induzem o rompimento da parede da célula e exposição do conteúdo interior. Após a autólise da célula é realizada a separação da parede celular por meio de centrifugação, em seguida as proteínas encontradas no interior da célula são extraídas por precipitação em pH ácido e posterior centrifugação, originando o extrato de levedura.

#### **4. Composição química da levedura**

A composição química e energética da levedura de cana sofre fortes influências do substrato em que foram desenvolvidas, 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 (Faria et al. 2000). Segundo Vananuvat & Kinssela (1975) dentre todos estes fatores, o substrato utilizado é um dos mais importante, pois afeta principalmente a composição em proteínas e lipídios da levedura.

A temperatura de secagem a qual a levedura é submetida também atua diretamente na composição química da levedura. Na secagem por spray dryer a rápida exposição do material e a elevada temperatura de operação garantem a preservação de todas suas propriedades, principalmente dos aminoácidos (Zanutto et al. 1999).

Entretanto, na secagem por rolos rotativos o tempo de exposição do material aos rolos é elevado (quando comparado ao spray dryer) e a temperatura dos rolos pode ser superior a 200°C, este fato pode causar a queima do material e, conseqüentemente, uma desnaturação protéica reduzindo assim a qualidade e digestibilidade da levedura.

A utilização da levedura íntegra na dieta de não ruminantes pode reduzir a digestibilidade protéica da ração, pois a parede celular é resistente às enzimas digestivas, tornando indisponíveis os componentes intracelulares (Marsaioli Junior & Arévalo, 2001). Por esta razão, 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), pois a levedura autolisada disponibiliza todos os compostos celulares de forma mais facilitada.

Alguns estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar a composição química e energética da levedura de cana-de-açúcar, e estas pesquisas mostram como os fatores citados anteriormente podem influenciar em sua composição. Na literatura é possível encontrar teores de matéria seca variando de 86,46 a 94,7%; extrato etéreo de 0,01 a 0,84%; fibra bruta variável entre 0,46 a 1,36%; matéria mineral de valores de 3,11 a 12,89% e proteína bruta variando entre 19,38 a 40,18% (Brum et al., 1999; Faria et al., 2000; Apolônio et al., 2003; Yamada et al., 2003; Perdomo et al., 2004; Longo et al., 2005; Rostagno et al., 2005; Generoso, et al., 2008; Silva et al., 2008a; Silva et al., 2009a). Brum et al. (1999); Rostagno et al. (2005) e Apolônio et al. (2003), citam valores de 2,09, 3,06 e 4,41% de lisina total da levedura. A energia metabolizável aparente da levedura de cana-de-açúcar pode variar de 1963 a 2819 kcal/kg para frangos de corte (Butolo, 1997; Rostagno et al., 2005; Generoso, et al., 2008; Silva et al., 2008a).

## **5. Ação da levedura sobre o desempenho e a mucosa intestinal de frangos de corte**

A levedura íntegra inativa pode ser usada como fonte protéica e ação prebiótica nas rações e a levedura íntegra ativa com ação probiótica. Gibson & Roberfroid (1995) definem os prebióticos como “ingredientes alimentares que não são digeridos na porção proximal do trato digestivo de monogástricos, e que proporcionam efeito benéfico ao hospedeiro por estimular seletivamente o crescimento e/ou metabolismo de um limitado grupo de bactérias”. Segundo Fuller (1989) probiótico é definido como “um suplemento alimentar constituído de microorganismos vivos capazes de beneficiar o hospedeiro através do equilíbrio da microbiota intestinal”. Assim, partindo destas afirmações fica claro que a levedura de cana-de-açúcar pode ser utilizada com qualquer destes objetivos, precisando apenas ser processada para tal.

As leveduras, sejam elas vivas ou não, possuem em sua composição uma fração de carboidratos (20 a 40%) que na grande maioria fazem parte da parede celular, composta principalmente de glucanas e mananas. Estes carboidratos têm impacto no sistema imunológico e na habilidade em prevenir a colonização de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal (Barbalho, 2009). Durante a colonização do trato digestivo por bactérias patogênicas, o glicocálix das bactérias adere ao glicocálix dos enterócitos. A presença dos mananoligossacarídeos (MOS), constituintes da parede celular da levedura, nas dietas atuam sobre a mucosa intestinal fixando as bactérias patogênicas Gram negativas (como a *Escherichia coli* e a *Salmonella sp.*), específicas para estes oligossacarídeos, evitando que estas liguem-se aos sítios nos enterócitos, e por uma exclusão competitiva são movidas com o bolo fecal sem colonizar o trato intestinal (Flemming, 2005). Segundo Ferket (2004) os MOS exercem efeito significativo na promoção e crescimento animal pelo aumento da resistência a patógenos entéricos, por melhorarem a disponibilidade da energia da dieta, devido a redução na competição por

amido e açúcares entre a microflora e o hospedeiro e por diminuir o pH intestinal evitando a proliferação de bactérias maléficas.

O extrato de levedura, também, é fonte de nucleotídeos que são precursores dos ácidos nucleicos DNA e RNA, eles aumentam a resistência imunológica e melhoram a integridade intestinal e a flora microbiana do trato gastrointestinal com o desenvolvimento de microorganismos benéficos, resultando em melhor digestão e absorção de nutrientes e em redução da excreção e da poluição ambiental (Nunes et al., 2008). Estes nucleotídeos encontrados no conteúdo intracelular das leveduras podem acelerar a síntese de DNA nas células, auxiliando o crescimento e a recuperação dos tecidos (Rossi et al., 2007), principalmente nos tecidos com rápida proliferação, como o trato digestivo e em condições de estresse fisiológico.

As ações da levedura sobre a mucosa intestinal proporcionam melhora no desempenho animal, à medida que podem fornecer nucleotídeos para auxiliar no crescimento e proliferação das células e à medida que reduzem a colonização do trato digestivo por bactérias patogênicas, que iriam disputar os nutrientes da dieta com o hospedeiro ou mesmo causar injúria na mucosa intestinal provocando aumento na síntese celular.

De acordo com Macari e Maiorka (2000) a adição de parede celular da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) aumentou significativamente as vilosidades intestinais e o ganho de peso de frangos de corte. Ganner et al. (2009) afirmaram que as frações da parede celular da levedura beneficiaram a saúde intestinal e o número de células caliciformes, apesar de não terem influenciado a altura dos vilos.

A adição de 0,25% de levedura na dieta de frangos de corte proporcionou maior altura de vilos e menor profundidade de criptas em todos os segmentos do intestino delgado sem afetar o desempenho das aves aos 21 dias de idade, entretanto no período

total de 42 dias houve melhora no desempenho zootécnico das aves criadas em gaiolas (Gao et al., 2008).

Zhang et al. (2005) testaram os efeitos da levedura íntegra, da parede celular de levedura e do extrato de levedura sobre a morfologia intestinal e desempenho de pintos de corte. Os autores obtiveram maiores altura dos vilos da mucosa ileal para as aves que receberam a levedura íntegra e o extrato de levedura e menor conversão alimentar nas aves alimentadas com a parede celular.

O fornecimento de 2% de extrato de levedura na dieta de frangos melhorou a conversão alimentar das aves (Silva et al. 2009b) aos 21 dias de idade, e proporcionou uma menor profundidade das criptas do duodeno (Silva et al. 2008b) em aves aos 42 dias de idade.

Quando utilizada em substituição aos antibióticos empregados na avicultura como controladores da flora microbiana e como promotores de crescimento, Grigoletti et al. (2002) afirmaram que a levedura de cana-de-açúcar pode substituir os antibióticos, com eficiência semelhante, em relação ao ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva. Subrata et al. (1997) pesquisando leveduras e antibióticos (aureomicina, clortetraciclina) isolados ou em combinação, na dieta de frangos de corte, não observaram diferença no desempenho aos 21 dias entre os tratamentos. Estes resultados demonstram que a levedura tem a propriedade de manter o equilíbrio entre os microorganismos da flora intestinal, podendo ser utilizada até mesmo em substituição de antibióticos. Lima (2010) quando utilizou levedura seca por spray dryer e antimicrobiano, e Yang et al. (2007) adicionando antibióticos e mananoligossacarídeos, também, não observaram diferenças nos parâmetros morfológicos do intestino delgado de pintos aos sete dias de idade.

Testando diferentes probióticos (*Bacillus subtilis*; *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis* e; *Saccharomyces cerevisiae*) na dieta de frangos de corte, Pelicano et al. (2003) observaram menores profundidade das criptas em todos os segmentos do intestino delgado quando as aves receberam *Saccharomyces cerevisiae* em relação aos demais probióticos.

A inclusão de 10% de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*), não afetou o ganho de peso (Butolo, 1991), o rendimento de carcaça e de gordura abdominal (Silva et al., 2003) de frangos de corte. Grangeiro et al. (2001), também, não obtiveram diferenças nos parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e umidade da cama de frangos recebendo níveis de até 7,5% de levedura nas dietas.

Santin et al. (2001) não encontraram diferença no desempenho de frangos aos sete dias de idade recebendo 0,2% de parede celular de levedura, no entanto, quando avaliaram o desempenho até os 42 dias de idade obtiveram aumento no ganho de peso. Estes mesmos autores observam que a parede celular da levedura proporcionou aumento na altura dos vilos do intestino delgado aos sete dias de idade.

Iji et al. (2001), Albino et al. (2006) e Yang et al. (2007) também não encontraram diferenças significativas no desempenho de frangos aos 21 dias de idade, quando estes receberam dietas contendo mananoligossacarídeos, derivados da *Saccharomyces cerevisiae*. Ausência de efeito da adição de MOS em níveis de 0% a 0,15% na dieta de frangos até os 42 dias de idade, também foram reportadas por Yalçinkaya et al. (2008).

Aumento no consumo de ração e na conversão alimentar de pintos aos sete dias foram encontrados por Longo et al. (2005) quando utilizaram a levedura como fonte protéica em comparação com ovo em pó, plasma sanguíneo e farelo de glúten de milho, atribuindo este fato a maior textura, menor pulverulência e maior inclusão de óleo

vegetal nas rações com levedura. Lima (2010) obteve piora no ganho de peso e conversão alimentar de frangos aos sete dias recebendo levedura como fonte protéica. Este autor afirma que a piora nestes parâmetros pode estar relacionada com o aumento na relação gordura/fibra bruta, devido à necessidade de maiores níveis de inclusão de óleo de soja nas dietas contendo 20% de levedura.

As explicações de todos os autores citados convergem para dois pontos principais, são eles: melhoria de saúde do lúmen intestinal e aumento na área de absorção no intestino, ou seja, altura de vilos. Esse efeito é atribuído às características de composição da célula da levedura, no que se refere aos componentes de parede celular, nomeadamente, os mananligossacarídeos, bem como aos nucleotídeos presentes na levedura. Tudo isso exerce influência direta sobre o desempenho final dos frangos de corte.

## **6. Considerações finais**

A primeira semana da vida do frango de corte é de suma importância para um bom desempenho ao final da criação, por esta razão o uso de uma dieta diferenciada na fase pré-inicial torna-se cada vez mais necessária.

A mucosa intestinal é responsável pela absorção dos nutrientes da dieta, entretanto, para uma melhor absorção destes nutrientes a mucosa precisa encontrar-se completamente desenvolvida e sem injúrias de forma a proporcionar uma maior área de absorção.

Contudo, o uso de alimentos na nutrição de frangos que contribuem para o desenvolvimento e integridade intestinal, vem sendo cada vez mais pesquisados. Neste sentido a levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) atua como fornecedora de mananligossacarídeos, que previnem a fixação de bactérias patogênicas

no intestino delgado e como fornecedora de nucleotídeos que participam da síntese celular. Sendo assim, a levedura apresenta-se como uma boa opção para compor a dieta de frangos de corte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 mananligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.742-749, 2006.
- APOLÔNIO, L.R.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; SOUZA, A.V.C.; SILVA, F.C.O.; BÜNZEN, S. Digestibilidade ileal de aminoácidos de alguns alimentos, determinada pela técnica da cânula T simples com suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.605-614, 2003.
- 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.
- BARBALHO, R.L.C. **Suplementação de levedura hidrolisada (Hidrolises®) nas dietas de frangos de corte**. 2009. (Dissertação de mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/USP., Pirassununga – SP, 2009.
- BOLELI, I. C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ED.) **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- BRUM, P.A.R.; LIMA, G.J.M.M.; ZANOTTO, D.L.; KLEIN, C.H. **Composição nutritiva de ingredientes para rações de aves**. (C.T.): Embrapa Suínos e Aves, 1999. p.1-4.
- 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 1997 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1997. p. 11.
- 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.
- 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: ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1996. p.70-89.
- CARVALHO, L.C.C. Ethanol program in Brazil: 25 years or near one century? In: World Sugar Farmers Conference, 7<sup>th</sup>, 2000, Durban, South Africa. **Proceedings...** Durban: World Association of Beet and Cane Growers, 2000.

- DIBNER, J. Alimentação inicial e desenvolvimento da imunidade intestinal. In: Conferência APINCO de Ciência e tecnologia Avícolas. 2000, Campinas-SP. **Anais...** Campinas: FACTA – Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia Avícola, 2000, p.175-180.
- DZIEZAK, J.D. Yeasts and yeast derivatives: applications. **Food Technology**, v.41, n.2, p.104-121, 1987.
- FARIA, H.G.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; MARTINS, E.N. 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.
- FERKET, P.R. Alternatives to antibiotics in poultry production: responses, practical experience and recommendations. In: International Feed Industry Symposium, 20<sup>th</sup>, 2004, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2004. p.54-67.
- FERRER, R.; PLANAS, J. M.; MORETTO, M. Cell apical surface area in enterocytes from chicken small and large intestine during development. **Poultry Science**, v. 74, n. 2, p. 1995-2002, 1995.
- FLEMMING, J.S. **Utilização de leveduras, probióticos e mananoligossacarídeos (MOS) na alimentação de frangos de corte**. 2005. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2005.
- FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; DAHLKE, F.; RAMOS, F.S.; BARBOSA, N.A.A. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.73-78, 2008.
- FULLER, R. Probiotics in man and animals. **Journal applied Bacteriology**, v. 66, n.1, p.55-61, 1989.
- 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 – Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1996. p.52-58.
- GANNER, A.; NITSCH, S.; REISINGER, N.; APPLGATE, T.; GOLDFLUS, F. SCHATZMAYR, G. Effect of yeast cell wall fractions on jejunal structure, performance and health status of broiler chicken. In: I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal, 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA – Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2009. p.147-148.
- 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.
- GENEROSO, R. A. R.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T.; BRUMANO, G. 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.

- GIBSON, G.R., ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v.125, n.6, p.1401-1412, 1995.
- GRANGEIRO, M. G. A.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; ESPÍNDOLA, G. B.; SOUZA, F. M. 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.
- 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.
- IJI, P.A.; SAKI, A.A.; TIVEY, D.R. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannanoligosaccharide. **Journal Science Food Agriculture**, v.81, p.1186-1192, 2001.
- LAHR FILHO, D.; GHIRALDINI, J. A.; ROSSELL, C. E. V. Estudos de otimização da recuperação de biomassa de levedura em destilarias. 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.59-67.
- LANDELL, L. C.; KRONKA, R. N.; THOMAZ, M. C.; CURTARELLI, S.M.Utilização da levedura de centrifugação da vinhaça (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica para leitões na fase inicial (10 a 30 kg PV). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.2, p. 283-291, 1994.
- LIMA, S.B.P. **Levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte industrial**. 2010. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 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.
- MACARI, M. A Fisiologia do Sistema Digestivo das Aves (I). **Revista Aves e Ovos**, São Paulo, v. 15, n. 8/9, p. 12-20, Jun 1999.
- MACARI, M.; MAIORKA, A. Função gastrointestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: Conferencia APINCO 2000 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Campinas-SP. **Anais...** Campinas: FACTA – Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia Avícola, 2000, p.162-174.
- 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**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- 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.

- McBRIDE, B.W.; KELLY, J.M. Energy cost of a absorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: a review. **Journal of Animal Science**, v.68, n.9, p. 2997-3010, 1990.
- MIYADA, V.S. **A levedura seca na alimentação de suínos: Estudos adicionais sobre o seu valor protéico e vitamínico**. 1987. (Tese de Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), Piracicaba – SP, 1987.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Metabolic responses to early nutrition. **Journal Applied Poultry Research**. v.7, n.4, p.437-451, 1998.
- NUNES, J. K.; MAIER, J. C.; ROSSI, P.; DALLMANN, P. R.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F. SILVA, J. G. C. Suplementação de extrato de levedura na dieta de poedeiras comerciais: Desempenho produtivo. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.2, p.357- 364. 2008.
- PACHECO, M.T.B. Levedura como fonte de proteína: Extração, isolamento, propriedades nutritivas e funcionais. 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.5-14.
- PELCZAR JR, M.J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2.ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997. 524p.
- PELICANO, E. R. L.; SOUZA, P. A. SOUZA, H. B. A.; OBA, A.; NORKUS, E. A.; KODAWARA, L. M.; LIMA, T. M. A. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.98, n.547, p.125-134, 2003.
- PENZ JÚNIOR, A.M.; VIEIRA, S.L. Nutrição na Primeira Semana. In: Conferência APINCO de Ciência e tecnologia Avícolas. 1998, Campinas-SP. **Anais...** Campinas: FACTA – Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia Avícola, 1998, p.121-140.
- PERDOMO, M.C.; VARGAS, R.E.; CAMPOS J.G. Valor nutritivo de la levedura de cervecería (*Saccharomyces cerevisiae*) y de SUS derivados, extracto y parede celular, em la alimentación aviar. **Archivo Latinoamericano de Produccion Animal**, v.12, n.3, p.89-95, 2004.
- ROCHA, A.P.T. **Estudo do desempenho de um leite de jorro convencional para secagem de leveduras**. 2002. 156p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2002.
- ROCHA, A.P.T.; ALSINA, O.L.S.; SILVA, V.S.; SILVA, F.L.H. Cinética da produção de levedura seca em leite de jorro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.81-86, 2008.
- ROSSI, P.; XAVIER, E.G.; RUTZ, F. Nucleotídeos na nutrição animal. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.1, p.05-12, 2007

- 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:UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 2 ed. 186p.
- 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.
- SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; OLIVEIRA, P.B.; FARIA, H.G.; PEDRO, M.R.S.; MACHADO, R.M. Desempenho de coelhos em crescimento alimentados com levedura de recuperação (*Saccharomyces ssp.*) seca pelo método spray-dry. **Revista UNIMAR**, v.19, n.3, p.913-921, 1997.
- SILVA, F.L.H. **Modelagem, simulação e controle de fermentação alcoólica contínua extrativa**. 1998. (Tese de Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 1998.
- SILVA, J. D. B.; GUIM, A.; SILVA, L. P. G.; JACOME, I. M. T. D.; GALÃO, A. F.; ALMEIDA, M. M.; PEREIRA, V. O. Utilização de diferentes níveis de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas e seus efeitos no desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal em frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.25, n.2, p.285-291, 2003.
- SILVA, R. B.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; LOPES, I. R. V.; LIMA, R. C.; BEZERRA, R. M. Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinados em diferentes aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.3, p.269-275, 2008a.
- SILVA, V.K.; AMOROSO, L.; FUKAYAMA, E.H.; DOURADO, L.R.B.; MORAES, V.M.B. Digestibilidade do extrato de levedura em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1969-1973, 2009a.
- SILVA, V.K.; SILVA, J.D.L.; GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.H.; HADA, F.H.; MORAES, V.M.B. Extrato de leveduras e prebiótico na dieta pré-inicial para frangos de corte criados em diferentes temperaturas sobre a morfometria duodenal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Minas Gerais. **Anais...** Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008b. (CD-ROM).
- 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 rações contendo extrato de levedura e prebiótico e criados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.690-696, 2009b.
- SUBRATA, S.; MANDAL, L.; BANERJEE, G. C.; et al. Effect of feeding yeasts and antibiotic on the performance of broilers. **Indian Journal of Poultry Science**, v.32, n.2, p.126-131, 1997.
- UBA – União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual**. 2009.

- UNI, Z., PLANTIN, R. SKLAN, D. Cell proliferation in chicken intestinal epithelium occurs both in the crypt and along the villus. **Journal of Comparative Physiology B.**, v.168, n.4, p.241-247, 1998.
- UNICA – **União das indústrias de cana-de-açúcar**. 2010. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>> Acesso em: 01/05/2010.
- VANANUVAT, P.; KINSELLA, J.E. Aminoacid composition of protein isolates from *Saccharomyces fragilis*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.23, n.3, p.595-597, 1975.
- YALÇINKAYA, I.; GÜNGÖR, T.; BAĞIŞALAN, M.; ERDEM, E. Mannan oligosaccharides (MOS) from *Saccharomyces cerevisiae* in broilers: Effects on performance and blood biochemistry. **Turkish. Journal Veterinary and Animal Sciences.**, v.32, n.1, p.43-48, 2008.
- YAMADA, E.A.; ALVIM, I.D.; SANTUCCI, M.C.C.; SGARBIERI, V.C. Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. **Revista de Nutrição**, v.16, n.4, p.423-432, 2003.
- 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.

## **CAPÍTULO II**

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

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

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

**Resumo** – O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho, a digestibilidade das dietas, a retenção corporal de nutrientes e o desenvolvimento da mucosa intestinal de pintos de corte na fase pré-inicial, de um a oito dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*). Utilizaram-se 300 pintos de corte, da linhagem comercial Cobb 500, com um dia de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos e seis repetições de 10 aves cada. Os tratamentos consistiram de uma dieta referência, a base de milho e farelo de soja, e quatro dietas testes contendo níveis de 1,25; 2,5; 3,75 e 5,0% de inclusão de levedura. Avaliou-se, para o desempenho: peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar; para a digestibilidade: energia metabolizável aparente, aparente corrigida para o balanço de nitrogênio, coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca e da energia bruta; para composição corporal: retenção de água, proteína, gordura e cinzas; e para desenvolvimento da mucosa intestinal: a altura dos vilos, profundidade das criptas e relação vilo:cripta dos segmentos do duodeno, jejuno e íleo. Não houve efeito da levedura sobre as variáveis de desempenho zootécnico. Os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta, a energia metabolizável aparente e a aparente corrigida apresentaram comportamento linear decrescente com a inclusão da levedura. A retenção corporal de proteína bruta comportou-se de forma quadrática, com menor retenção no nível de 2,09%, e a retenção de gordura teve efeito linear crescente. A altura de vilo e relação vilo:cripta do segmento do jejuno comportaram-se de forma linear crescente e, as profundidades das criptas do íleo apresentaram comportamento quadrático, com menor profundidade no nível de 2,40% de levedura. A inclusão da levedura de cana-de-açúcar em níveis até 5% em dietas para frangos de corte na fase pré-inicial não afeta o desempenho zootécnico e proporciona melhor desenvolvimento da mucosa intestinal no jejuno, entretanto reduziu a energia metabolizável das dietas e causou maior retenção de gordura corporal.

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

**Performance, digestibility, body composition and gut morphology of broiler chicks fed diets containing yeast cane sugar**

**Abstract** – The experiment were conducted 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 days old, fed diets containing different levels of sugar cane yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). Three hundred, one day old, male broiler of Cobb 500 commercial line, were allotted in a completely randomized design with five treatments and six replicates of ten birds each. The treatments consisted of a reference diet, corn and soybean meal, and four test diets containing levels of 1.25, 2.5, 3.75 and 5.0% inclusion of yeast. To evaluate the performance: weight, weight gain, feed intake and feed conversion; for digestibility: apparent metabolizable energy, apparent metabolizable energy corrected by nitrogen balance; coefficients of apparent metabolizable dry matter and gross energy; for body composition: water retention, protein, lipid and ash, and for development of intestinal mucosa: the villus height, crypt depth and villus height: depth crypt ratio segments of duodenum, jejunum and ileum. No effect of yeast on performance. The coefficients of apparent metabolizable of gross energy, apparent metabolizable energy, apparent metabolizable energy corrected by nitrogen balance were decrease linearly with yeast inclusion. The retention of body protein was quadratic, with lower retention level of 2.09%, and 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 showed a quadratic response with less depth in the 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 reduced metabolizable energy of diets and caused 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 digestivo completo, porém imaturo na sua capacidade de digestão e absorção (Maiorka et al., 2002; Pelicano et al., 2003). 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 isto, o estudo da inclusão de ingredientes 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 digestivo.

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; Apolônio et al., 2003; Longo et al., 2005; Rostagno et al., 2005; Silva et al., 2008a) com excelente balanço de aminoácidos essenciais, sendo rica em lisina. Brum et al. (1999); Rostagno et al. (2005) e Apolônio et al. (2003), citam valores de 2,09%, 3,06% e 4,41% de lisina total da levedura. Sua energia metabolizável aparente pode variar de 1963 kcal/kg a 2819 kcal/kg para frangos de corte (Butolo, 1997; Rostagno et al., 2005; Silva et al., 2008a). Além disto, sua estrutura é composta por uma parede celular rica em mananoligossacarídeos, que atuam sobre a mucosa intestinal fixando as bactérias patogênicas Gram negativas com fimbrias tipo 1, específicas para oligossacarídeos como os mananoligossacarídeos, evitando que estas liguem-se aos sítios nos enterócitos

movendo-se com o bolo fecal sem colonizar o trato intestinal (Flemming, 2005). 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 (Rossi et al., 2007), 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 m<sup>3</sup> (UNICA, 2010). De acordo Butolo (1996), nas usinas, durante o processo de secagem da levedura, retiram-se valores entre 20 e 30 kg/m<sup>3</sup> de álcool produzido. Desta forma, o país produziu em média de 550.259.240 toneladas 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 vilo: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/Pernambuco, no período de 6 a 13 de abril de 2009.

A levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) avaliada nesta pesquisa foi doada pela Destilaria Miriri, localizada no município de Santa Rita/Paraíba, recuperada do processo de fermentação alcoólica para produção de etanol e seca pelo método de rolagem. Sua composição química encontra-se apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química da levedura de cana-de-açúcar, com base na matéria natural

Nutrientes	Levedura
Matéria Seca, %	83,68
Proteína Bruta, %	16,85
Extrato Etéreo, %	1,26
Matéria Mineral, %	8,47
Fibra Bruta, %	16,78
Energia Bruta, %	3442
Energia Metabolizável Aparente, kcal/kg <sup>1</sup>	2037
<b>Aminoácidos Totais<sup>2</sup></b>	
Metionina, %	0,26
Cistina, %	0,14
Metionina + Cistina, %	0,39
Lisina, %	1,23
Treonina, %	0,97
Triptofano, % <sup>3</sup>	-
Arginina, %	0,75
Isoleucina, %	0,78
Leucina, %	1,20
Valina, %	0,90
Histidina, %	0,35
Fenilalanina, %	0,74

<sup>1</sup> Valores determinados por Longo et al. (2005) com fangos de um a sete dias de idade;

<sup>2</sup> Análises realizadas pela empresa Evonik Brasil - Degussa Hüls;

<sup>3</sup> Não analisado.

Foram utilizados 300 pintos de corte machos, da linhagem Cobb 500, com um dia de idade, alojados em baterias de três andares com gaiolas medindo 1,00x0,50x0,60cm, equipadas com comedouro tipo calha, bebedouros tipo copinho, sistema de aquecimento com lâmpadas 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 24 horas 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 10 aves por unidade experimental.

Os tratamentos consistiram de uma dieta referência, a base de milho e farelo de soja, 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. Todas as rações foram isoenergéticas e isonutritivas para os nutrientes descritos na Tabela 2. 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 diariamente às 17h00 foram: 32,9 e 29,4°C e 73,1 e 59,4%, respectivamente. O consumo de água e ração foi à vontade.

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.

Durante o experimento foram coletadas excretas 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.

Tabela 2 – Composição percentual e valores nutricionais 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 <sup>1</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Vitamínico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum (NaCl)	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 energética e nutricional (valores calculados)					
Energia Metabolizável	2950	2950	2950	2950	2950
Aparente (kcal/kg)	2950	2950	2950	2950	2950
Proteína Bruta, % <sup>3</sup>	21,00 <sup>(19,78)</sup>	21,00 <sup>(19,75)</sup>	21,00 <sup>(19,94)</sup>	21,00 <sup>(19,57)</sup>	21,00 <sup>(19,37)</sup>
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
Cloro, %	0,355	0,351	0,347	0,343	0,339
Potássio, %	0,794	0,799	0,804	0,809	0,814
Extrato etéreo, %	4,94	4,971	5,006	5,040	5,074
Fibra bruta, % <sup>4</sup>	2,865 <sup>(2,865)</sup>	2,839 <sup>(3,042)</sup>	2,812 <sup>(3,219)</sup>	2,786 <sup>(3,396)</sup>	2,759 <sup>(3,573)</sup>
Aminoácidos Digestíveis, % <sup>5</sup>					
Lisina	1,081 <sup>(1,078)</sup>	1,081 <sup>(1,078)</sup>	1,081 <sup>(1,079)</sup>	1,081 <sup>(1,079)</sup>	1,081 <sup>(1,079)</sup>
Metionina+Cistina	0,800 <sup>(0,798)</sup>	0,800 <sup>(0,798)</sup>	0,800 <sup>(0,798)</sup>	0,800 <sup>(0,798)</sup>	0,800 <sup>(0,798)</sup>
Metionina	0,519 <sup>(0,515)</sup>	0,522 <sup>(0,518)</sup>	0,524 <sup>(0,521)</sup>	0,527 <sup>(0,523)</sup>	0,530 <sup>(0,526)</sup>
Treonina	0,780 <sup>(0,775)</sup>	0,780 <sup>(0,775)</sup>	0,780 <sup>(0,775)</sup>	0,780 <sup>(0,775)</sup>	0,780 <sup>(0,775)</sup>
Triptofano	0,228	0,229	0,229	0,229	0,230

<sup>1</sup> Quantidade/kg 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, pantotenato de cálcio 10.000 mg, biotina 67 mg, antioxidante 5.000 mg;

<sup>2</sup> Quantidade/kg de Produto: Manganês 150.000 mg, zinco 140.000 mg, ferro 100.000 mg, cobre 16.000 mg, iodo 1.500 mg;

<sup>3</sup> Valores entre parênteses determinados após análises;

<sup>4</sup> Valores entre parênteses calculados após análise dos teores de fibra bruta da levedura;

<sup>5</sup> Valores entre parênteses calculados em função das análises de aminoácidos do milho, farelo de soja e levedura determinados pela empresa Evonik Brasil - Degussa Hüls.

As excretas foram coletadas uma vez ao dia, às 14h00, encontrando-se secas devido a temperatura da sala. Utilizou-se nas rações 1% de óxido férrico 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 72 horas. Posteriormente as amostras foram moídas em moinho tipo faca com peneira de 1 mm, acondicionadas em recipientes e encaminhadas para análises laboratoriais. Foram realizadas as análises quanto aos teores de matéria seca, proteína bruta e energia bruta das excretas e das rações, segundo as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002), a partir destes resultados foram calculados os valores de EMA e EMAn, de acordo com as equações propostas por Matterson et al. (1965), e os coeficientes de digestibilidade da MS, PB e EB.

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 a 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 72 horas, trituradas em moinho bola e acondicionadas em recipientes identificados. O material foi encaminhado ao laboratório para determinação dos teores de matéria

seca, extrato etéreo, proteína bruta e cinzas de acordo com a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). A partir dos teores médios analisados, determinaram-se os conteúdos de umidade, cinzas, gordura e proteína corporal total ao início e ao fim do período experimental, e 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 coletados os segmentos do duodeno (porção média), jejuno (porção média posterior aos ductos biliares e anterior ao divertículo de Meckel's) e íleo (porção média posterior ao divertículo de Meckel's e anterior a junção íleo cecal) de acordo com a metodologia descrita por Sun et al. (2005). 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 (100 mL de formol comercial 40%, 6,5 g de fosfato monobásico de Sódio, 4,0 g de fosfato dibásico de sódio e 900 mL de água destilada). Posteriormente as amostras foram desidratadas em solução crescente de álcool, diafanizadas em xilol, incluídas em parafina e cortadas em 5µm para confecção das lâminas (Propeht et al., 1992). 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. As leituras das lâminas foram realizadas por um único avaliador e as lâminas foram identificadas apenas por números (portanto, sem identificação dos tratamentos) para evitar uma análise tendenciosa. Foram selecionados e medidos os

comprimentos em linha reta de 15 vilosidades e 15 criptas, bem orientadas, 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 calculou-se 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. Para as variáveis de morfologia da mucosa intestinal, houve a necessidade de transformação. 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 os parâmetros de desempenho zootécnico: peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias de desempenho zootécnico dos pintos alimentados com níveis crescentes de levedura de cana-de-açúcar

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

CV = coeficiente de variação;

P = probabilidade.

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, Grigoletti et al. (2002) e Maiorka et al. (2001) trabalhando com níveis até 0,6% de levedura e 0,2% de parede celular de levedura, respectivamente, associada ou não a antibióticos. Iji et al. (2001), 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.

Zhang et al. (2005) trabalhando com parede celular de levedura e Silva et al. (2009) incluindo 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 protéicas (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 digestivo. Entretanto, nesta pesquisa, as aves não foram submetidas a 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. Gao et al. (2008) não obtiveram diferença no desempenho de frangos de corte aos 21 dias de

idade criados em gaiolas e pouco ambiente de estresse e, Fairchild et al. (2001) também não obtiveram diferença 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 4. A utilização dos níveis crescentes da levedura proporcionou redução linear 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 a ração referência com a ração contendo 5% de levedura.

Tabela 4 – Valores médios de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) das dietas experimentais, expressos em base de matéria natural

Nutrientes	Nível de inclusão da levedura (%)					F	ER	P	R <sup>2</sup>	CV,%
	0,0	1,25	2,5	3,75	5,0					
EMA (kcal/kg)	3199	3181	3136	3177	3113	9,41	L <sup>1</sup>	0,01	0,62	1,37
EMAn (kcal/kg)	3022	3005	2955	2994	2942	9,25	L <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup>	0,02	0,53	1,37

<sup>1</sup> EMA = 3139,093333-13,994667X;

<sup>2</sup> EMAn = 3018,133333-13,706667X;

<sup>3</sup> CMEB = 79,000267-0,287947X.

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 Ferreira (1994) 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 (Marsaioli Jr & Arévalo, 2001). Resultados semelhantes para os coeficientes de digestibilidade da energia bruta (77,24%) foram reportados por Gao et al. (2008) com frangos aos 15 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de 0 a 0,75% levedura de cana-de-açúcar.

As médias da composição corporal total e da retenção de nutrientes no corpo das aves encontram-se descritas na Tabela 5. A composição percentual total de proteína bruta e cinzas apresentou comportamento quadrático, com menores teores nos níveis de 2,16 e 2,60%, respectivamente. No entanto, a composição e a retenção de gordura responderam de forma linear crescente aos níveis de inclusão da levedura nas dietas. Os resultados de retenção de proteína no corpo das aves comportaram-se de forma quadrática, apresentando menor retenção no nível de 2,09% de inclusão.

As rações foram formuladas com base nos aminoácidos digestíveis, estimando-se os mesmos para a levedura. A composição química da levedura varia dentre outros fatores, pelo tipo de substrato no qual é produzida, grau de aeração do meio, métodos de fermentação, idade das células, número de lavagens sucessivas para eliminação de impurezas, temperatura de secagem e forma de armazenamento (Faria et al. 2000). Leveduras provenientes de destilarias de álcool submetidas a secagem pelo método de rolagem muitas vezes passam por temperaturas superiores a 200°C em tempo maior que 1 minuto e meio, podendo ocasionar desnaturação protéica. Este fato pode afetar 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 deficiência de aminoácidos nas dietas, isto pode provocar aumento de cadeias carbônicas disponíveis (em virtude da desaminação de aminoácidos excedentes), que não serão utilizadas para síntese proteica sendo desviadas para a síntese de ácidos graxos (Champe & Harvey, 1996).

Tabela 5 – Médias de composição percentual e retenção de nutrientes corporais de frangos de corte aos oito dias de idade, expressos na matéria natural

Nutrientes	Nível de inclusão da levedura (%)					F	ER	P	R <sup>2</sup>	CV, %
	0,0	1,25	2,5	3,75	5,0					
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 <sup>1</sup>	0,03	0,71	8,48
Gordura	7,83	8,03	8,58	10,42	9,61	23,9	L <sup>2</sup>	0,00	0,73	10,57
Cinzas	2,57	2,48	2,27	2,47	2,53	4,24	Q <sup>3</sup>	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 <sup>4</sup>	0,05	0,79	11,05
Gordura	13,0	13,4	15,0	18,4	16,9	22,5	L <sup>5</sup>	0,00	0,75	13,91
Cinzas	4,8	4,6	4,3	4,6	4,8	1,12	ns	0,36	-	10,65

<sup>1</sup> Proteína bruta = 18,594714-1,067010X+0,246095X<sup>2</sup>;

<sup>2</sup> Gordura = 7,707667+0,475733X;

<sup>3</sup> Cinzas = 2,589-0,169733X+0,032533X<sup>2</sup>;

<sup>4</sup> Proteína bruta = 31,967095-2,031886X+0,485790X<sup>2</sup>;

<sup>5</sup> Gordura = 12,764667+1,049067X.

Na Tabela 6 podem-se observar as médias obtidas para as variáveis de morfologia intestinal. No duodeno não foi encontrado efeito 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 vilo:cripta não diferiram estatisticamente.

Tabela 6 – Médias dos parâmetros morfológicos da mucosa intestinal de frangos de corte na fase pré-inicial alimentados com dietas contendo levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*). Médias obtidas com 12 aves por tratamento

Parâmetros ( $\mu\text{m}$ )	Nível de inclusão, %					F	ER*	P	R <sup>2</sup>	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 <sup>1</sup>	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 <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup>	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

\*Equações de regressão obtidas com dados transformados para log de X;

<sup>1</sup> Equação de regressão linear:  $Y = 2,872425 + 0,018804X$ ;

<sup>2</sup> Equação de regressão linear:  $Y = 0,569821 + 0,024660X$ ;

<sup>3</sup> Equação de regressão quadrática:  $Y = 2,164802 - 0,048961X + 0,010193X^2$ .

Também não foram observadas diferenças nos parâmetros do duodeno por Lima (2010) quando utilizou levedura seca por spray dryer e antimicrobianos, Yang et al. (2007) adicionando antibióticos e mananligossacarídeos e, Silva et al. (2008b) em rações contendo extrato de levedura. O duodeno é o segmento do intestino delgado com função principal de secreção enzimática para 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 vilo:cripta do jejuno comportou-se de forma linear crescente e a profundidade da cripta do íleo de forma quadrática, com o aumento dos níveis 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 (Santin, et al. 2001; Hooge, 2004; Baurhoo et al., 2007), embora isto não tenha sido traduzido em melhora no desempenho zootécnico. Segundo Nabuurs (1995), a relação desejável entre vilosidades e criptas intestinais, é quando as vilosidades apresentam-se altas e as criptas rasas.

Resultados semelhantes para a altura dos vilos e relação vilo:cripta no jejuno foram obtidos por Gao et al. (2008) e por Santin et al. (2001) que também encontraram maiores relações vilo: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 com 14 dias de idade, Baurhoo et al. (2009) não encontraram diferença no desenvolvimento da mucosa intestinal no jejuno. Baurhoo et al. (2007) não observaram diferença nas alturas dos vilos e profundidade das criptas do jejuno de frangos, aos 14 dias de idade, quando alimentados com dietas contendo MOS, lignina ou antibióticos; e Lima (2010) utilizando a levedura seca por spray dryer e antimicrobianos também não encontrou efeito da dieta sobre a altura do vilo e relação vilo:cripta do jejuno.

Bradley & 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 na profundidade das criptas na mucosa íleal 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.

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 são desenvolvidas 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.

### **Conclusões**

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.

Os níveis crescentes da levedura nas dietas reduziram a energia metabolizável e o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta das rações.

A inclusão de levedura em níveis até 2,09% em dietas para frangos de corte de um a oito dias de idade, proporcionou menor retenção corporal de proteína. Os níveis crescentes de inclusão causaram o aumento na retenção de gordura.

A presença da levedura proporciona maior altura dos vilos e relação vilos:cripta no jejuno, promovendo maior área de absorção dos nutrientes da dieta neste segmento do intestino delgado, sendo que no íleo, níveis a partir 2,40% proporcionam maiores profundidade.

### **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 Bibliográficas

- 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 mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.3, p.742-749, 2006.
- APOLÔNIO, L.R.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; SOUZA, A.V.C.; SILVA, F.C.O.; BÜNZEN, S. **Digestibilidade ileal de aminoácidos de alguns alimentos, determinada pela técnica da cânula T simples com suínos.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.3, p.605-614, 2003.
- BAURHOO, B.; GODFLUS, F.; ZHAO, X. **Purified cell wall of saccharomyces cerevisiae increases protection against intestinal pathogens in broiler chickens.** Internacional 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, p.124-127, 1994.
- BRUM, P.A.R.; LIMA, G.J.M.M.; ZANOTTO, D.L.; KLEIN, C.H. **Composição nutritiva de ingredientes para rações de aves.** (C.T.): Embrapa Suínos e Aves, 1999. p.1-4.
- 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 1997 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1997. p. 11
- 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.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. **Bioquímica Ilustrada.** 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul (ARTMED), 1996. P.237-241.
- COBB 500. **Suplemento de crescimento e nutrição para frangos de corte.** 2009.
- FAIRCHILD, A.S.; GRIMES, J.L.; TONES, F.T. et al. **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.
- FARIA, H.G.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; MARTINS, E.N. **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.
- FARREL, D.J. General principles and assumptions of calorimetry. In: MORRIS, T.R.; FREEMAN, B.M. (Eds.) **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.
- FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. P.85-113.
- FLEMMING, J.S. **Utilização de leveduras, probióticos e mananoligossacarídeos (MOS) na alimentação de frangos de corte.** 2005. 109f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- 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 (Saccharomyces cerevisiae in the broilers feeding).** Archives of Veterinary Science, v.7, n.2, p.151-157, 2002.
- HOOGE, D.M. **Meta-analysis of broiler chicken pen trials evaluating dietary mannanoligosaccharide, 1993-2003.** International Journal of Poultry Science, v.3, n.3, p.163-174, 2004.
- III, P.A.; SAKI, A.A.; TIVEY, D.R. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannanoligosaccharide. **Journal Science Food Agriculture**, v.81, p.1186-1192, 2001.
- 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.
- 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: **FISIOLOGIA AVIÁRIA APLICADA A FRANGOS DE CORTE.** 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.113-120.
- MAIORKA, A.; SANTIN, E.; SUGETA, S.M.; ALMEIDA, J.G.; MACARI, M. **Utilização de prebióticos, probióticos ou simbióticos em dietas para frangos.** Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.3, n.1, 2001. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-635X2001000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2001000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)> Acesso em: 21/03/2009.

- 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**. University of Connecticut Storrs. Agricultural Experiment Station Research Report, v.11, 11 p., 1965.
- NABUURS, M.J.A. **Morphological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning**. Pig News Information, v.16, n.3, p.93-97, 1995.
- PELICANO, E. R. L.; SOUZA, P. A. SOUZA, H. B. A.; OBA, A.; NORKUS, E. A.; KODAWARA, L. M.; LIMA, T. M. A. **Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos**. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, v.98, n.547, p.125-134, 2003.
- PROPHET, E.M.; MILLIS, B.; ARRINGTON, J.B. ET AL. Laboratory methods in histotechnology. **America Registry of Pathology**: Washington: 275p. 1992
- ROSSI, P.; XAVIER, E.G.; RUTZ, F. **Nucleotídeos na nutrição animal**. Revista Brasileira de Agrociência, v.13, n.1, p.05-12, 2007.
- 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. Departamento de Zootecnia, 2005. 186 p.
- 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)**. 3ª ed. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 2002, 235p
- SILVA, R. B.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; LOPES, I. R. V.; LIMA, R. C.; BEZERRA, R. M. **Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinados em diferentes aves**. Acta Scientiarum Animal Sciences, v.30, n.3, p.269-275, 2008a.
- SILVA, V.K.; SILVA, J.D.L.; GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.H.; HADA, F.H.; MORAES, V.M.B. Extrato de leveduras e prebiótico na dieta pré-inicial para frangos de corte criados em diferentes temperaturas sobre a morfometria duodenal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Minas Gerais. **Anais...** Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008b. (CD-ROM).

- 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 rações contendo extrato de leveduras e prebióticos e criados em diferentes temperaturas.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.4, p.690-696, 2009.
- SUN, X.; MCELROY, A.; WEBB, K.E.JR.; SEFTON, A.E.; NOVAK, C. **Broiler performance and intestinal alterations when fed drug-free diets.** Poultry Science. v.84, n.8, p.1294-1302, 2005.
- UNICA – União das indústrias de cana-de-açúcar. [2010]. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>> Acesso em: 01/05/2010.
- 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.

## **CAPÍTULO III**

Uso da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas de frangos de corte na fase pré-inicial

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

## **Uso da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas de frangos de corte na fase pré-inicial**

**Resumo** – O experimento foi conduzido com 450 frangos de corte machos, no período de 1 a 8 dias de idade, com o objetivo de avaliar o efeito da levedura de cana-de-açúcar sobre o desempenho zootécnico, a composição corporal e o desenvolvimento da mucosa intestinal. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado constituído de cinco tratamentos e seis repetições de 15 aves cada. A levedura de cana-de-açúcar foi incluída nas dietas experimentais nos níveis de 0; 1,25; 2,5, 3,75 e 5,0%. Na avaliação do desempenho, as aves e as rações foram pesadas no início e término do experimento para determinação do peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. No encerramento do experimento quatro aves por unidade experimental foram sacrificadas por deslocamento cervical, sendo duas destinadas a avaliação dos teores de umidade, proteína bruta, gordura e cinzas corporal e duas destinadas a coleta dos segmentos do intestino delgado para avaliação da altura dos vilos, profundidade das criptas e relação vilo:cripta. Os níveis crescentes de levedura proporcionaram aumento linear no consumo de ração e conversão alimentar dos frangos. A inclusão superior a 1,44% de levedura ocasionou redução nos teores de cinza corporal. A altura dos vilos e profundidade das criptas no jejuno apresentaram comportamento quadrático com máxima altura e profundidade nos níveis de 2,09 e 2,06%, respectivamente. No íleo a redução na profundidade de cripta aconteceu a partir do nível de 2,56%, levando também a aumento na relação vilo:cripta. Os resultados obtidos nesta pesquisa sugerem que a inclusão de levedura aumenta o consumo de ração e a conversão alimentar, melhora a absorção de minerais corporais, aumenta a altura dos vilos no jejuno e a relação vilo:cripta no íleo, recomendando-se o uso de 2% de inclusão.

**Palavras-chave:** Composição corporal, desempenho, frango de corte, levedura de cana-de-açúcar, morfologia intestinal

**Use of sugar cane yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in diets of broiler chickens in the post hatching**

**Abstract** – The experiment was conducted with 450 broilers in the period 1-8 days old, to evaluate the effect of sugar cane yeast on the performance, body composition and development of the intestinal mucosa. The design was completely randomized consisting of five treatments and six replicates of 15 birds each. The sugar cane yeast was included in diets at levels of 0, 1.25, 2.5, 3.75 and 5.0%. In evaluating the performance, the birds and feed were weighed at the beginning and end of the experiment for determination of body weight, weight gain, feed intake and feed conversion. At the close of the experiment four birds per experimental unit, were sacrificed by cervical dislocation, two for the evaluation of humidity, crude protein, fat and ash body and two for the collection of segments of the small intestine for evaluation of villous height, depth crypt and villous:crypt ratio. The increasing levels of yeast provided a increased linear in feed intake and feed conversion of chickens. The inclusion of more than 1.44% yeast resulted in lower levels of gray body. The villous height and crypt depth in jejunum was quadratic with maximum height and depth in the levels of 2.09 and 2.06%, respectively. Reduction in the ileum crypt depth occurred from the level of 2.56%, also causing an increase in villous:crypt. The results of this research suggest that the inclusion of yeast increases feed intake and feed conversion, improves absorption of minerals, increases the height of the villi in the jejunum and villous:crypt in the ileum, it is recommended to use 2% of inclusion.

**Key Words:** Body composition, performance, broiler, sugar cane yeast, intestinal morphology

## Introdução

Em virtude da sazonalidade na produção e da variação nos preços do milho e do farelo de soja, principais matérias-primas que compõem a ração dos frangos de corte, muitos pesquisadores estão avaliando subprodutos agroindustriais, com o intuito de serem utilizados como ingredientes alternativos na alimentação destas aves. Dentre estes alimentos, segundo Butolo (1991) a levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) assume posição de destaque por apresentar elevada produção nacional (cerca de 20 kg/m<sup>3</sup> de álcool produzido), além ser fonte protéica de alto valor biológico e possuir componentes que agem sobre a mucosa intestinal melhorando a absorção de nutrientes e conseqüentemente os índices zootécnicos das aves.

O trato gastrointestinal (TGI) do frango de corte, pós-eclosão não se encontra totalmente desenvolvido (Noy e Sklan, 1998), sendo assim, o fornecimento de uma dieta exógena de qualidade, imediatamente após o nascimento, promove o rápido desenvolvimento do sistema digestivo e órgãos anexos garantindo aumento na capacidade de digestão e absorção de nutrientes (Uni et al., 1998). Segundo Nitsan et al. (1991) o sistema digestivo da ave cresce mais rapidamente que o restante do corpo ou até mesmo que os órgãos essenciais como coração e pulmão nos primeiros dias de vida, e por essa razão a utilização de dietas nesta fase que contribuam com o desenvolvimento do TGI podem proporcionar melhores resultados no desempenho final do frango.

No intestino delgado ocorrem os processos finais da digestão do alimento e as vilosidades da mucosa intestinal aumentam a área de absorção de nutrientes, ou seja, vilosidades altas melhoram esta absorção (Cunningham, 2004). A parede celular da *Saccharomyces cerevisiae* contém carboidratos, como os mananligossacarídeos, que bloqueiam a fixação de certas bactérias patogênicas nas paredes intestinais favorecendo

o crescimento de bactérias benéficas preservando a integridade mucosa intestinal (Chaud et al., 2007; Silva et al. 2008) e o extrato da levedura contém nucleotídeos e inositol que auxiliam no processo de síntese celular nas vilosidades aumentando seu tamanho.

Em estudos com frangos de corte aos 21 dias de idade Silva et al. (2003) obtiveram menor consumo de ração e conversão alimentar quando forneceram níveis crescentes de levedura seca, entretanto Solis de los Santos et al. (2007) não encontraram diferença no desempenho de perus alimentados com dietas contendo mananoligossacarídeos derivados da *Saccharomyces cerevisiae*. Santin et al. (2001) trabalhando com parede celular de levedura observaram maiores alturas de vilos nos segmentos do intestino delgado aos sete dias de idade sem efeito sobre o desempenho zootécnico.

Com base no exposto, o objetivo desta pesquisa foi estudar o efeito da adição de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre o desempenho zootécnico, a morfometria intestinal e a composição corporal de frangos de corte de um a oito dias de idade.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado nas instalações experimentais do Laboratório de Pesquisa com Aves pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizado no município de Recife/Pernambuco. O período experimental foi de 8 dias, de 21 a 28 de outubro de 2009.

Foram utilizados 450 pintos de corte machos (sexados no incubatório), da linhagem Cobb 500, com um dia de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições de 15 aves por

unidade experimental. Os tratamentos consistiram de cinco dietas balanceadas (Tabela 1) contendo levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*), seca pelo método de rolagem, em níveis crescentes de inclusão de 0,0; 1,25; 2,5; 3,75 e 5,0%.

As rações foram formuladas para atender as exigências nutricionais preconizadas pelo manual da linhagem (Cobb500, 2009), de forma a serem isoenergéticas e isonutritivas para os nutrientes descritos na Tabela 1.

As aves foram alojadas em galpões de alvenaria, dividido em boxes com dimensões de 1,00 x 1,95 m, coberto com telha de fibro-cimento, tela de arame e cortina de polietileno, equipados com bebedouro pendular, comedouro tubular infantil e sistema de aquecimento com lâmpadas de 100 watts. Colocou-se sobre o piso de concreto em cada boxe 5 cm de espessura de cama de maravalha reutilizada não tratada, proveniente de um lote criado até os 21 dias de idade.

Adotou-se o programa de luz com 24 horas de luz (natural + artificial) durante todo o período experimental.

As temperaturas e umidades relativas máximas e mínimas registradas diariamente às 16h00 apresentaram as seguintes médias: 33,1 e 24,8°C e 90,7 e 53,6%, respectivamente. O fornecimento de água e ração foi à vontade.

Ao final dos oito dias todas as aves e a sobra das rações foram pesadas para determinação do peso vivo médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Tabela 1 – Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais

Ingredientes	Níveis de inclusão de levedura de cana-de-açúcar				
	0%	1,25%	2,5%	3,75%	5,0%
Milho	51,500	50,841	50,181	49,522	48,862
Levedura <sup>1</sup>	0,000	1,250	2,500	3,750	5,000
Farelo de Soja	39,400	39,003	38,605	38,208	37,810
Calcário Calcítico	0,980	0,961	0,983	0,984	0,985
Inerte	1,251	0,938	0,626	0,313	0,000
Óleo Soja	3,190	3,318	3,445	3,573	3,700
Fosfato Bicálcico	2,095	2,083	2,072	2,060	2,048
Premix Mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Vitamínico <sup>3</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum (NaCl)	0,518	0,512	0,507	0,501	0,495
L-Lisina HCl 78,8	0,014	0,017	0,019	0,022	0,024
DL-Metionina 99	0,239	0,243	0,247	0,251	0,255
L-Treonina 98,5	0,063	0,065	0,067	0,069	0,071
Cloreto de Colina 70	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Adsorvente <sup>4</sup>	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional (valores calculados)					
Energia Metabolizável	2924	2924	2924	2924	2924
Aparente (kcal/kg)					
Proteína Bruta, %	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Cálcio, %	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fósforo Disponível, %	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Sódio, %	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224
Cloro, %	0,354	0,350	0,346	0,342	0,338
Potássio, %	0,865	0,870	0,875	0,880	0,885
Extrato etéreo, %	5,530	5,627	5,721	5,814	5,908
Fibra bruta, %	3,023	2,997	2,970	2,943	2,917
Aminoácidos Digestíveis, % <sup>5</sup>					
Lisina	1,080 <sup>(1,124)</sup>	1,080 <sup>(1,125)</sup>	1,080 <sup>(1,125)</sup>	1,080 <sup>(1,125)</sup>	1,080 <sup>(1,126)</sup>
Metionina+Cistina	0,800 <sup>(0,830)</sup>	0,800 <sup>(0,830)</sup>	0,800 <sup>(0,830)</sup>	0,800 <sup>(0,829)</sup>	0,800 <sup>(0,829)</sup>
Metionina	0,525 <sup>(0,537)</sup>	0,525 <sup>(0,540)</sup>	0,525 <sup>(0,542)</sup>	0,525 <sup>(0,545)</sup>	0,525 <sup>(0,547)</sup>
Treonina	0,780	0,780	0,780	0,780	0,780
Triptofano	0,241	0,240	0,239	0,238	0,237

<sup>1</sup> Composição química e aminoácídica determinada: 86,84% MS; 17,13% PB; 0,94% EE; 7,51% MM; 12,85% FB; 1579kcal/kg EMA; 0,26% Met.; 0,38% Met+Cis.; 1,20% Lis; 1,02% Tre.;

<sup>2</sup> Quantidade/kg de Produto: vit.A 10.000.000 UI. D3 2.000.000 UI, vit. E 20.000 mg, vit. K3 4.000 mg, vit. B1 1.800 mg, vit. B2 5.000 mg, vit. B6 2.000 mg, vit. B12 10.000 mcg, niacina 30.000 mg, ac. Pantotênico 13.500 mg, ac. Fólico 500 mg; selênio 250 mg; antioxidante 100.000.

<sup>3</sup> Quantidade/kg de Produto: Manganês 150.000 mg, zinco 140.000 mg, ferro 100.000 mg, cobre 16.000 mg, iodo 1.500 mg;

<sup>4</sup> Adsorvente Azomite;

<sup>5</sup> Valores entre parênteses calculados em função das análises de aminoácidos da levedura determinados pela empresa Evonik Brasil - Degussa Hüls.

Para avaliação da composição corporal das aves, ao término do experimento, duas aves com o peso médio da parcela foram submetidas a um jejum de oito horas e em seguida sacrificadas por deslocamento cervical. As aves com sangue, penas e vísceras foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados, congeladas em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$  e posteriormente submetidas a autoclavagem em temperatura de  $127^{\circ}\text{C}$  e pressão de 1 atm por uma hora. Após autoclavagem as amostras foram homogeneizadas em liquidificador, secas em estufa de ventilação forçada a  $55^{\circ}\text{C}$  por 72 horas e trituradas em moinho bola. O material seco e moído foi analisado no Laboratório de Nutrição Animal da UFRPE, quanto aos teores de matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta e matéria mineral segundo a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Amostras de aproximadamente 2 cm de comprimento das porções médias dos segmentos: duodeno, jejuno e íleo de duas aves por unidade experimental foram coletadas, abertas longitudinalmente, lavadas em água destilada, estendidas pela túnica serosa e fixadas em solução tampão de formalina 10% (Solis de los Santos et al., 2007). Em seguida foram lavadas em álcool 70% para retirada do fixador e posteriormente desidratadas em séries crescentes de alcoóis, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina (Pelicano et al., 2003). Após microtomia semi-seriada, a uma espessura de 5  $\mu\text{m}$ , dois cortes histológicos foram colocados em cada lâmina e corados com hematoxilina-eosina.

Os cortes histológicos foram fotografados e analisados em analisador de imagem Motic Images Plus 2.0 do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da UFRPE. Foram feitas medidas em linha reta do comprimento dos vilos e da profundidade das criptas de 15 vilosidades e 15 criptas de cada região intestinal e calculadas as relações entre altura dos vilosidades:profundidade das criptas. Em um total de 180 lâminas (5

tratamentos x 6 repetições x 2 animais x 3 segmentos), foram efetuadas 30 leituras/lâmina (15 leituras para altura de vilo e 15 para profundidade de cripta), perfazendo um total de 5.400 leituras (1080 leituras/tratamento).

Os dados obtidos para todas as variáveis foram testados quanto a sua homogeneidade, com auxílio do Teste de Bartlett, quando necessários sofreram transformação de log de (x). Os dados de morfologia intestinal apresentaram a necessidade de transformação. Por fim, todos os dados foram submetidos à análise de regressão utilizando o pacote computacional SISVAR versão 4.6. (Ferreira, 2003).

### Resultados e Discussão

Conforme pode ser observado nos resultados de desempenho zootécnico (Tabela 2) os níveis crescentes de inclusão de levedura não influenciaram o peso corporal e o ganho de peso das aves, porém provocaram o aumento linear do consumo de ração e, conseqüentemente, piora na conversão alimentar. O consumo de ração e a conversão alimentar tiveram um aumento de 4,57 e 8,08%, respectivamente, para as aves que receberam 5% de levedura em relação as que não receberam levedura na dieta.

Tabela 2 – Desempenho dos pintos alimentados com rações contendo levedura de cana-de-açúcar aos 8 dias de idade

Parâmetros	Nível de inclusão da levedura (%)					F	ER	P	R <sup>2</sup>	CV, %
	0,0	1,25	2,5	3,75	5,0					
Peso corporal (g/ave)	216	219	218	217	217	0,36	ns	0,83	-	1,76
Ganho de peso (g/ave)	178	171	172	171	171	0,48	ns	0,31	-	5,89
Consumo de ração (g/ave)	175	178	181	182	183	6,42	L <sup>1</sup>	0,02	0,96	3,00
Conversão alimentar (g/g)	0,99	1,04	1,05	1,06	1,07	6,37	L <sup>2</sup>	0,02	0,87	5,05

<sup>1</sup> Consumo de ração = 175,8584 + 1,54832X;

<sup>2</sup> Conversão alimentar = 1,0048 + 0,01504X.

O aumento no consumo de ração pode ser justificado pelo aumento na inclusão de óleo de soja em virtude dos maiores níveis de levedura, proporcionando melhor textura e facilitando a apreensão das rações pelas aves. Longo et al. (2005) atribuíram o aumento no consumo da ração por pintos até os sete dias de idade, à maior textura, menor pulverulência e maior inclusão de óleo de soja em rações com levedura. Contudo, a levedura íntegra é constituída também de uma parede celular resistente a degradação das enzimas do aparelho digestivo (Albino et al., 2006), fato este que pode ter tornado indisponível alguns nutrientes que contribuiriam para melhoria do ganho de peso. Como a conversão alimentar é um parâmetro que leva em consideração o ganho de peso e o consumo de ração, a atuação deste ingrediente sobre o consumo, mesmo não influenciando o ganho de peso, afetou diretamente esta variável.

Resultados semelhantes foram obtidos por Yang et al. (2007) não observando efeito do mananoligossacarídeo sobre peso corporal e o ganho de peso de frangos aos 21 dias de idade e por Gao et al. (2008) trabalhando com a cultura de levedura, em níveis até 0,75%. Estes autores não encontraram diferença no peso vivo, ganho de peso e conversão alimentar de frangos no período de um a 21 dias de idade, entretanto, encontraram comportamento quadrático para o consumo de ração, ficando o menor consumo entre os níveis de 0,25 e 0,50%. Longo et al. (2005) avaliaram a levedura e outras fontes protéicas (isolado protéico de soja, ovo em pó, plasma sanguíneo e farelo de glúten de milho) para pintos na fase pré-inicial e obtiveram piores resultados de consumo de ração e conversão alimentar para os frangos alimentados com levedura.

Entretanto, Lima (2010) pesquisando o efeito da adição da levedura seca por rolagem, em níveis de até 20% na dieta de frangos na fase pré-inicial, obteve redução no peso corporal e ganho de peso e aumento linear na conversão alimentar com o aumento dos níveis testados. Contudo, Silva et al. (2003) depararam-se com um menor consumo

ração e ganho de peso sem influenciar na conversão alimentar de frangos aos 21 dias alimentados com dietas contendo 0,5 e 10% de levedura.

Na Tabela 3 estão apresentadas as médias de composição química corporal dos frangos em percentual e em gramas de peso vivo após jejum. Não houve efeito da levedura sobre o percentual de proteína bruta e gordura, nem sobre os teores de umidade, proteína e gordura em relação ao peso vivo das aves após jejum. Entretanto, os níveis crescentes de inclusão de levedura proporcionaram resposta quadrática com o menor percentual de umidade no nível de 2,49%, maior percentual de cinzas em 1,44% e maior teor de cinzas em gramas no nível de 1,55%.

Tabela 3 – Valores médios de composição corporal de frangos de corte aos oito dias de idade, expressos na matéria natural

Nutrientes	Nível de inclusão da levedura (%)					F	ER	P	R <sup>2</sup>	CV, %
	0,0	1,25	2,5	3,75	5,0					
Composição Corporal (%)										
Umidade	70,43	70,12	68,91	68,91	71,07	7,21	Q <sup>1</sup>	0,01	0,74	2,07
Proteína Bruta	18,55	18,33	19,57	19,62	19,17	2,08	ns	0,11	-	5,14
Gordura	7,76	7,85	8,30	8,62	8,22	1,66	ns	0,19	-	8,16
Cinzas	2,69	2,63	2,65	2,64	2,14	11,6	Q <sup>2</sup>	0,00	0,83	6,58
Composição Corporal (g)										
Umidade	141,11	138,65	139,62	138,67	142,57	0,45	ns	0,77	-	4,16
Proteína Bruta	37,11	36,22	39,70	39,48	38,43	2,64	ns	0,06	-	5,82
Gordura	15,53	15,51	16,88	17,35	16,63	1,77	ns	0,17	-	9,15
Cinzas	5,39	5,19	5,39	5,32	4,28	12,6	Q <sup>3</sup>	0,00	0,79	6,65

<sup>1</sup> Umidade (%) = 70,756105-1,402621X+0,281356X<sup>2</sup>;

<sup>2</sup> Cinza (%) = 2,640819+0,119836X-0,041615X<sup>2</sup>;

<sup>3</sup> Cinzas (g) = 5,256943+0,272758X-0,088061X<sup>2</sup>.

A redução na composição corporal de minerais pode ter sido ocasionada pelo aumento nos níveis de óleo de soja nas dietas com inclusão de levedura, a fim de mantê-las isoenergéticas. A ração com 5% de levedura apresentou aproximadamente 7% mais gordura que a ração referência. Segundo Andretotti et al. (2004) a adição de óleo nas rações de frangos pode ocasionar a formação de sabões de cálcio no lúmen intestinal

dificultando a absorção deste mineral. A utilização de oligossacarídeos melhora a absorção intestinal de minerais em ratos e humanos (Ohta et al., 1998; Mineo et al., 2002), entretanto, em aves este efeito tem sido pouco estudado (Oliveira et al., 2009). Os mananoligossacarídeos presentes na parede celular da levedura de cana-de-açúcar passam intactos pelo intestino delgado, chegando aos cecos sofrem fermentação microbiana produzindo os ácidos graxos de cadeia curta que proporcionarão a acidificação luminal e solubilização dos íons de cálcio que não foram absorvidos no intestino delgado (Suzuki & Hara, 2004) aumentando sua absorção. Porém, esta situação não foi observada no presente experimento, possivelmente porque não foi utilizado o mananoligossacarídeo isolado e sim a célula íntegra da levedura, na qual os MOS encontram-se em menos disponível.

Oliveira et al. (2009) obtiveram aumento nos níveis de cálcio na tíbia de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com dietas contendo mananoligossacarídeos e complexo enzimático (celulase, protease e  $\alpha$ -amilase).

Os resultados dos parâmetros morfológicos da mucosa intestinal dos frangos estão apresentados na Tabela 4. Não foram observadas diferenças significativas na morfologia da mucosa do duodeno. No jejuno a inclusão da levedura proporcionou efeito quadrático sobre a altura dos vilos e profundidade das criptas, apresentando pontos de máxima em 2,09 e 2,06%, respectivamente, sem exercer influência sobre a relação vilos:cripta neste segmento. Entretanto, no íleo houve uma redução na profundidade das criptas a partir do nível de 2,56% e um aumento na relação vilos:cripta a partir de 2,61% de adição da levedura nas dietas.

Os parâmetros do duodeno podem não ter sido influenciados pelos níveis de inclusão de levedura devido a este segmento ser responsável principalmente pela

digestão dos alimentos. A ausência de efeito no duodeno também foram observados por Yang et al. (2007) e por Lima (2010).

Tabela 4 – Médias dos parâmetros morfológicos da mucosa intestinal de frangos de corte na fase pré-inicial alimentados com levedura de cana-de-açúcar. Médias obtidas com 12 aves por tratamento.

Parâmetros ( $\mu\text{m}$ )	Nível de inclusão, %					F	ER*	P	R <sup>2</sup>	CV, %
	0	1,25	2,5	3,75	5,0					
DUODENO										
Alt. vilos	1261,5	1081,3	1172,8	1132,7	1169,4	3,58	ns	0,46	-	3,58
Prof. criptas	226,5	251,5	242,0	262,1	235,8	0,96	ns	0,45	-	2,78
Relação VC	5,78	4,42	4,92	4,36	5,09	0,94	ns	0,46	-	20,50
JEJUNO										
Alt. vilos	846,4	944,6	931,6	855,4	828,3	4,21	Q <sup>1</sup>	0,05	0,85	1,83
Prof. criptas	192,5	219,4	203,7	203,2	169,5	5,21	Q <sup>2</sup>	0,03	0,89	3,10
Relação VC	4,57	4,44	4,60	4,23	4,91	0,51	ns	0,73	-	11,24
ÍLEO										
Alt. vilos	599,5	574,8	539,9	628,7	563,9	1,05	ns	0,40	-	2,27
Prof. criptas	163,7	197,7	190,7	182,5	172,1	4,14	Q <sup>3</sup>	0,05	0,78	2,92
Relação VC	3,68	3,02	2,86	3,45	3,31	5,18	Q <sup>4</sup>	0,03	0,54	14,37

\*Equações de regressão obtidas com dados transformados para log de X;

<sup>1</sup> Equação de regressão quadrática:  $Y = 2,933185 + 0,032320X - 0,007713X^2$ ;

<sup>2</sup> Equação de regressão quadrática:  $Y = 2,278586 + 0,046826X - 0,011319X^2$ ;

<sup>3</sup> Equação de regressão quadrática:  $Y = 2,221327 + 0,047948X - 0,009351X^2$ ;

<sup>4</sup> Equação de regressão quadrática:  $Y = 0,549438 - 0,060518X + 0,011563X^2$ .

Os resultados obtidos nesta pesquisa corroboram com os obtidos por Gao et al. (2008) trabalhando com níveis de 0 a 0,75% de inclusão de levedura na dieta de frangos de um a 42 dias de idade. Estes autores concluíram que aos 21 dias de idade o nível de 0,25% de inclusão de levedura proporcionou maiores alturas dos vilos no íleo, menores profundidades das criptas no jejuno e íleo e maior relação vilo:cripta no íleo.

Iji et al. (2001) obtiveram efeito linear para altura dos vilos no jejuno de frangos recebendo mananoligossacarídeos, Zhang et al. (2005) avaliando a mucosa íleal de

frangos alimentados com levedura íntegra, extrato da levedura ou parede celular da levedura encontraram maior altura de vilo e relação vilo:cripta para aves alimentadas com extrato de levedura e parede celular de levedura, enquanto a profundidade de cripta não foi afetada. Entretanto, Pelicano et al. (2003) encontraram menores profundidades de criptas de frangos aos 42 dias de idade recebendo dietas contendo *Saccharomyces cerevisiae* quando comparado com outros probióticos (*Bacillus subtilis*; *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*).

De acordo com Solis de los Santos et al. (2007) o uso de mananoligossacarídeos na dieta de perus acelera a maturidade intestinal com maior importância no íleo que nos demais segmentos do intestino delgado. Maiores profundidades de criptas indicam aumento de atividade proliferativa celular, para garantir adequada taxa de renovação epitelial, compensando perdas nas alturas das vilosidades (Pluske et al., 1997), porém nesta pesquisa foi observado fato contrário, uma vez que no jejuno o aumento na profundidade das criptas foi acompanhado do aumento na altura dos vilos e no íleo não houve diferença na altura dos vilos.

Independente do aumento na conversão alimentar, a inclusão de levedura nas dietas proporcionou aumento na altura dos vilos e profundidade das criptas do jejuno e na relação vilo:cripta no íleo, características importantes que favorecem a absorção dos nutrientes provenientes das dietas. Grande parte das pesquisas realizadas com a *Saccharomyces cerevisiae* utilizam os produtos comerciais, mananoligossacarídeos ou nucleotídeos extraídos da célula íntegra da levedura, que elevam os custos da ração. Com esta pesquisa foi possível observar que a célula íntegra da levedura seca pelo método de rolagem, pode ser utilizada na dieta de pintos de corte proporcionando melhora no desenvolvimento do trato digestivo.

### **Conclusões**

O uso da levedura íntegra de cana-de-açúcar proporcionou aumento no consumo e conversão alimentar; melhor absorção de minerais; aumento na altura dos vilos e profundidade das criptas do jejuno e menor profundidade de criptas e maior relação vilo:cripta do íleo. Sendo os melhores resultados obtidos com o nível de 2% de inclusão de levedura na dieta de pintos de corte na fase pré-inicial.

### **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 Bibliográficas

- 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 mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.742-749, 2006.
- ANDREOTTI, M.O.; JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, M.J.B.; CANCHERINI, L.C.; ARAÚJO, L.F.; RODRIGUES, E.A. Tempo de trânsito intestinal, desempenho, característica de carcaça e composição corporal de frangos de corte alimentados com rações isoenergéticas formuladas com diferentes níveis de óleo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.333, n.4, p.870-879, 2004.
- 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.
- CHAUD, S.G.; SGARBIERE, V.C.; VICENTE, E.; SILVA, N.; ALVES, A.B.; MATTOS, J.A.R. Influência das frações da parede celular de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre os índices séricos de glicose e lipídios, microbiota intestinal e produção de ácidos graxos voláteis (AGV) de cadeias curtas de ratos em crescimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p.338-348, 2007.
- COBB 500. **Suplemento de crescimento e nutrição para frangos de corte**. 2009.
- COSTA, L.F. Leveduras na nutrição animal. Revista eletrônica Nutritime, v.1, n.1, p.1-6, 2004. Disponível em: <  
[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/001V1N1P01\\_06\\_JUL2004.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/001V1N1P01_06_JUL2004.pdf)  
> . Acesso em: 20/01/2009.
- CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 450p.
- 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.
- IJI, P.A.; SAKI, A.A.; TIVEY, D.R. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannanoligosaccharide. **Journal Science Food Agriculture**, v.81, p.1186-1192, 2001.
- LIMA, S.B.P. **Levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte industrial**. 2010. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 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.
- MINEO, H.; HARA, H.; SHIGEMATSU, N.; YASUHIDE O.; TOMITA, F. Melibiose, difructose anhydride III and difructose anhydride IV enhance net calcium absorption in rat small and large intestinal epithelium by increasing the passage of tight junctions in vitro. **The Journal of Nutrition**, v.132, n.12, p.3394-3399, 2002.
- NITSAN, Z.; BEN-AVRAHAM, Z. ZOREF, Z.; NU, I. Growth and development of digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, v.32, n.3, p.515-523, 1991.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Metabolic responses to early nutrition. **Journal Applied Poultry Research**. v.7, n.4, p.437-451, 1998.
- OHTA, A.; MOTOHASHI, Y.; OHTSUKI, M.; HIRAYAMA, M.; ADACHI, T.; SAKUMA, K. Dietary fructooligosaccharides change the concentration of calbindin-d9k differently in the mucosa of the small and large intestine of rats. **The Journal of Nutrition**, v.128, n.6, p.934-938, 1998.
- OLIVEIRA, M.C.; GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.H.; RODRIGUES, E.A.; MORAES, V.N.B. Efeito da utilização de mananoglucosacarídeo e enzimas sobre os parâmetros ósseos de frangos de corte. **Revista Biotemas**, v.22, n.4, p.177-184, 2009.
- PELICANO, E. R. L.; SOUZA, P. A. SOUZA, H. B. A.; OBA, A.; NORKUS, E. A.; KODAWARA, L. M.; LIMA, T. M. A. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.98, n.547, p.125-134, 2003.
- PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J.; WILLIAMS, I.H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, v.51, n.3, p.215-236, 1997.
- 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:UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 2 ed. 186p.
- 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)**. 3ª ed. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 2002, 235p.
- SILVA, J. D. B.; GUIM, A.; SILVA, L. P. G.; JACOME, I. M. T. D.; GALÃO, A. F.; ALMEIDA, M. M.; PEREIRA, V. O. Utilização de diferentes níveis de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas e seus efeitos no desempenho, rendimento de

- carcaça e gordura abdominal em frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.25, n.2, p.285-291, 2003.
- SILVA, V.K.; SILVA, J.D.L.; GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.H.; HADA, F.H.; MORAES, V.M.B. Extrato de leveduras e prebiótico na dieta pré-inicial para frangos de corte criados em diferentes temperaturas sobre a morfometria duodenal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Minas Gerais. **Anais...** Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD-ROM).
- SOLIS DE LOS SANTOS, F.; DONOGHUE, A.M.; FARNELL, M.B.; HUFF, G.R.; HUFF, W.E.; DONOGHUE, D.J. Gastrointestinal maturation is accelerated in turkey poultlets supplemented with a mannan-oligosaccharide yeast extract (alphanune). **Poultry Science**, v.86, n.5, p.921-930, 2007.
- SUZUKI, T.; HARA, H. Various non-digestible saccharides increase intracellular calcium ion concentration in rat small-intestinal enterocytes. **British Journal of Nutrition**, v.92, n.5, p.751-755, 2004.
- UNI, Z., PLANTIN, R. SKLAN, D. Cell proliferation in chicken intestinal epithelium occurs both in the crypt and along the villus. **Journal of Comparative Physiology B**, v.168, n.4, p.241-247, 1998.
- 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.
- 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.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A célula íntegra da levedura de cana-de-açúcar seca pelo método de rolagem pode ser utilizada em dietas de pintos de corte na fase pré-inicial com o objetivo de proporcionar melhorias no desenvolvimento da mucosa intestinal.

O nível de 2% de inclusão de levedura proporciona melhorias no desenvolvimento intestinal e na absorção de minerais.

Entretanto, a realização de mais pesquisas para avaliar o efeito deste tipo de levedura em todas as fases da criação torna-se de grande importância para que seja possível afirmar como os efeitos positivos observados neste experimento refletem no desempenho final dos frangos.

Contudo, existe também a necessidade de padronização na temperatura e tempo de secagem da levedura, de forma a reduzir a variabilidade e melhorar a qualidade energética e protéica deste ingrediente.