

**DENISE RIBEIRO DE FREITAS**

**LEVEDURA SECA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LACTANTES**

**Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.**

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2011**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F8661  
2011

Freitas, Denise Ribeiro de, 1987-  
Levedura seca na alimentação de vacas lactantes / Denise  
Ribeiro de Freitas. – Viçosa, MG, 2011.  
viii, 24f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Marcos Inácio Marcondes.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f. 20-24

1. Bovino de leite - Alimentação e rações. 2. Leite -  
Produção. 3. Vacas leiteiras. 4. Proteínas na nutrição animal.  
5. Proteínas microbianas. I. Universidade Federal de Viçosa.  
II. Título.

CDD 22. ed. 636.21085

**DENISE RIBEIRO DE FREITAS**

**LEVEDURA SECA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LACTANTES**

**Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.**

APROVADA: 18 de abril de 2011.

---

Prof.: José Maurício de Souza  
Campos  
(Coorientador)

---

Prof.: Sebastião de Campos Valadares  
Filho  
(Coorientador)

---

Prof.: Edenio Detmann

---

Prof<sup>a</sup>.: Rilene Ferreira Diniz Valadares

---

Prof.: Marcos Inácio Marcondes  
(Orientador)

**Dedico esta tese**

Ao meu grande amigo e pai do céu, pela criação e presença constante, minha família, colegas e orientadores pelo apoio, força, incentivo e amizade. Sem eles nada disso seria possível.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização desse curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) por ter contribuído com parte dos recursos para financiar esta pesquisa.

Aos meus pais, Lenilza e Valdir pelo amor e compreensão.

Ao meu irmão, Diogo, pelo carinho e preocupação.

Ao professor José Maurício de Souza Campos pela orientação durante grande parte do curso, condução do experimento, pelos conselhos, amizade e disponibilidade.

Ao professor Marcos Inácio Marcondes pela orientação nos últimos meses do curso, sua paciência em ajudar a esclarecer minhas incansáveis dúvidas, pelas sugestões, conselhos e auxílio na análise estatística.

A professora Cristina Mattos Veloso e ao Cacau pelas sugestões durante a condução do experimento.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares e a professora Rilene Ferreira Diniz Valadares por aceitarem participar da minha banca de defesa, pelas críticas e sugestões.

Ao professor Edenio Detmann por participar da minha defesa e pela contribuição na minha formação acadêmica, mediante as ótimas aulas ministradas durante o curso.

Aos estagiários Bruno, Edilane e Lidiane pelo empenho e dedicação durante o experimento.

Ao meu querido amigo Elias San Vitor pela ajuda no início do experimento.

Aos funcionários da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite, pela amizade e pelo importante apoio durante a condução do experimento.

Aos funcionários da Fabrica de Ração pela ajuda no preparo das rações.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal pelo apoio durante a realização das análises laboratoriais.

Ao seu Jorge pela compreensão quando precisei ficar no Laboratório até mais tarde.

Aos colegas com quem tive a oportunidade de conviver no Laboratório de Nutrição Animal: João Paulo, Ivana, Vitor, Nelcino, Eriton, Evandro, Fabiana, Erick, Wender, Livia, Gregório.

As minhas queridas amigas Cinthia e Sabrina, companheiras de festas e biblioteca.

Ao grande amigo Bruno pela companhia no laboratório e pela paciência com que atendia meus telefonemas e escutava eu falar da minha dissertação.

Ao amigo Almir Vieira pelo incentivo e oportunidades proporcionadas.

Aos amigos e colegas de curso: Rodrigo, Rodolfo, Leyde, Luana, Paloma, Tathy, Valéria, Priscila, Andreza, Lorena, Simone pela agradável convivência.

A todos os membros que conviver na república Laçadas: Andressa, Márcia, Ester, Emylle, Clarissa, Naty (Feiona), Fred, pela amizade, boa convivência e também pelas festas.

## **BIOGRAFIA**

Denise Ribeiro de Freitas, filha de Valdir Freitas e Lenilza Freitas, nasceu em 27 de julho de 1987 em Belém – PA.

Em 2009, graduou-se no Curso de Zootecnia na Universidade Federal Rural da Amazônia.

Em 2009, iniciou o curso de mestrado em zootecnia na Universidade Federal de Viçosa. Defendeu sua dissertação em abril de 2011.

## RESUMO

FREITAS, Denise Ribeiro de, MSc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2011. **Levedura seca na alimentação de vacas lactantes.** Orientador: Marcos Inácio Marcondes. Coorientadores: José Maurício de Souza Campos e Sebastião de Campos Valadares Filho.

Objetivou-se avaliar a produção e composição do leite, consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, eficiência de utilização dos compostos nitrogenados, produção e eficiência da síntese de proteína microbiana de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de substituição do farelo de soja pela levedura seca de cana-de-açúcar. Foram utilizadas 16 vacas holandesas, destas 8 eram primíparas e 8 multíparas, distribuídas em quatro quadrados latinos 4x4, organizados de acordo com os dias e ordem de lactação. Os tratamentos consistiram de uma dieta basal, onde o farelo de soja foi a principal fonte de proteína, e três dietas com os níveis de 33,3; 66,6 e 100% de substituição do farelo de soja pela levedura, com base na MS. O experimento teve duração total de 68 dias, subdividido em quatro períodos experimentais de 17 dias. Os níveis de substituição do farelo de soja pela levedura não influenciaram os consumos de MS, MO, EE, FDNi e NDT ( $P>0,05$ ), porém os consumos de PB e FDNcp decresceram e o consumo de CNF ( $P<0,05$ ) aumentou linearmente. Não houve efeito de tratamento sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, CNF e no teor de NDT ( $P>0,05$ ), porém o coeficiente de digestibilidade do EE decresceu linearmente com a inclusão de levedura nas dietas experimentais ( $P<0,05$ ). A produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, teor de gordura, proteína bruta, lactose, sólidos totais e CCS não diferiram entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). Não foi verificado efeito dos tratamentos sobre a soma das excreções de alantoína na urina e no leite, ácido úrico, purinas totais, proteína microbiana e eficiência microbiana ( $P>0,05$ ). Observou-se efeito linear decrescente para as concentrações de nitrogênio uréico no plasma e no leite e excreção diária de nitrogênio uréico no leite ( $P<0,05$ ), porém não foi verificado diferença para excreção diária de compostos nitrogenados no leite, nitrogênio total e uréico na urina e balanço de nitrogênio ( $P>0,05$ ). Conclui-se que a levedura seca de cana-de-açúcar pode substituir totalmente o farelo de soja na dieta de vacas leiteiras com média diária de produção de 25 kg de leite.

## ABSTRACT

FREITAS, Denise, MSc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2011. **Dry yeast in the diet of lactating dairy cows.** Advisor: Marcos Inácio Marcondes. Co-Advisors: José Maurício de Souza Campos and Sebastião de Campos Valadares Filho

The study evaluated the production and composition of milk, intake and apparent digestibility of dry matters and nutrients, efficiency on the use of nitrogenous compounds, yield and efficiency of microbial protein synthesis in dairy cows fed with different substitution of soybean meal proportions for integral yeast of sugar cane ethanol. It was used 16 Holstein cows, in which 8 were primiparous and 8 multiparous, distributed in four 4x4 Latin squares, organized according to days and order of lactation. The treatments consisted in a basal diet, in which the soybean meal was the main protein source, and three diets with 33,3; 66,6 and 100% levels of soybean meal substitution for the yeast, based on DM. The experiment lasted 68 days, subdivided in four experimental periods of 17 days. The levels of yeast inclusion did not influence the intake of DM, OM, EE, NDF<sub>i</sub> and TDN ( $P>0,05$ ), however, the CP and NDF<sub>cp</sub> ( $P>0,05$ ) intake decreased lineally and the NFC ( $P>0,05$ ) intake raised lineally with the growing levels of yeast in animal diets. There was no treatment effect on the digestibility coefficient of DM, OM, CP, NDF<sub>cp</sub> and NCF ( $P>0,05$ ), nevertheless, the EE digestibility coefficient lineally decreased with the yeast inclusion in the experimental diets ( $P<0,05$ ). The milk yield, 4% fat-correct milk yield, fat content, crude protein, lactose, total solids and SCC did not differ between treatments ( $P>0,05$ ). It was not verified the effects on the sum of allantoin excretions in the urine and milk, uric acid, total purine, microbial protein and microbial efficiency ( $P>0,05$ ). It was observed a decreased lineal effect for the urea nitrogen concentrations in plasma and milk ( $P<0,05$ ), however, it was not verified the difference for daily excretion of total and urea nitrogen in milk, total and urea nitrogen in urine, and nitrogen balance ( $P>0,05$ ). It was concluded that the integral yeast can totally replace the soybean meal in the diet for dairy cows with a daily average milk yield of 25kg.

## SUMÁRIO

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| RESUMO .....                 | vi  |
| ABSTRACT.....                | vii |
| INTRODUÇÃO .....             | 1   |
| MATERIAL E MÉTODOS.....      | 5   |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... | 11  |
| CONCLUSÃO .....              | 19  |
| LITERATURA CITADA.....       | 20  |

## INTRODUÇÃO

O sistema de produção de leite constitui uma atividade econômica que proporciona margens de lucro reduzidas. As situações de concorrência imperfeita estabelecidas neste mercado, no qual a relação do setor produtivo e o setor a jusante apresenta característica de oligopsônio, leva os produtores a disporem de menor capacidade de negociação de preços na cadeia produtiva (Viana & Ferras, 2007.). Com isso, a permanência do produtor no mercado requer a gestão eficiente do seu empreendimento, o que inclui a identificação dos pontos de estrangulamento econômico do sistema produtivo.

Na produção de leite em confinamento, o gasto com alimentação concentrada representa um dos custos operacionais efetivos (COE) de maior impacto sobre o custo operacional total (COT) da atividade. Em novembro de 2010, os índices do COE e do COT da pecuária leiteira (ponderada pelos estados de PR, RS, SP, GO e MG) registraram alta de 9,03% e 7,25% respectivamente. Essa alta nos custos esteve atrelada aos aumentos nas cotações dos principais insumos utilizados na pecuária leiteira, a alimentação concentrada e os fertilizantes (CEPEA, 2010).

A alimentação concentrada, que representa, em média, 41% do total do COE (considerando os estados de GO, MG, PR, RS e SP), é composta, principalmente, pelo milho e farelo de soja, os quais registraram fortes valorizações nos últimos meses de 2010 em razão das adversidades climáticas que afetaram a colheita de grãos no Hemisfério Norte e da demanda da China (CEPEA, 2010).

A utilização de alimentos alternativos em momentos não favoráveis aos preços dos ingredientes tradicionalmente consumidos constitui uma estratégia que pode garantir o equilíbrio financeiro da atividade leiteira e contribuir para que o produtor permaneça no mercado.

Dentre os alimentos com uso potencial para substituir parcial ou totalmente o farelo de soja em dietas de vacas em lactação, inclui-se a levedura seca de cana-de-açúcar. Este co-produto é proveniente do creme de levedura excedente do processo de fermentação do etanol de cana-de-açúcar,

que depois de centrifugado e separado do vinho, é seco por *spray dried* em um secador que contém um disco interno que gira a uma velocidade de cerca de 500 rpm, com temperatura em torno de 100°C, o que proporciona que o creme sofra um processo de secagem instantânea conservando ao máximo as propriedades nutricionais do produto. Na década de 1980, essa secagem era feita por prensagem de rolos, o que proporcionava um produto com valor nutritivo inferior à levedura comercializada nos dias de hoje (Martins, 2009).

A levedura de cana-de-açúcar apresenta entre 5 e 15 bilhões de células inativas (mortas) por grama de produto. A fermentação conduzida com alto nível de etanol (cerca de 10%), pH ácido (1,5 a 2,5) e temperatura alta (35°C) produz células com maior proporção de carboidratos em relação à proteína. Este tipo de levedura apresenta parede celular mais espessa, insolúvel e muito resistente à ação das enzimas do trato gastrointestinal (Santos, 2009).

Trabalhos desenvolvidos por Maia et al. (2001) e Supira et al. (2007) demonstrou-se que altos níveis de inclusão de levedura seca de cana-de-açúcar na dieta de aves prejudicou o desempenho dos animais, pois a baixa digestibilidade da parede celular da levedura reduziu a utilização dos nutrientes da ração. Todavia, Lima (2010) não observou comportamento similar com inclusão de 100% de substituição do farelo de soja pela levedura na dieta de cabras leiteiras, provavelmente em razão dos animais ruminantes apresentarem flora microbiana ruminal que auxilia no processo de digestão da parede celular da levedura.

A levedura seca de cana-de-açúcar (*Sacchromyces cerevisiae*) vem sendo muito utilizada na alimentação animal, principalmente aves, suínos, peixes e animais de estimação, em virtude do seu elevado teor protéico, satisfatória concentração de aminoácidos essenciais (Yamada et al., 2003), com destaque para o seu elevado teor de lisina, leucina e valina que apresentam, respectivamente, cerca de 2,48; 2,26 e 1,85 % com base na matéria seca (MS), vitaminas do complexo B, principalmente tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico e inositol (Martins, 2009). Outro componente importante da levedura são os nucleotídeos, representados pelos ácidos nucléicos, os quais podem ter efeito sobre o trato gastrointestinal, melhorando suas vilosidades e influenciando positivamente a microbiota intestinal (Martins, 2009).

O teor de proteína bruta (PB) deste produto é de aproximadamente 41% (Martins et al., 2000; Valadares Filho et al., 2010; Lima, 2010). Entretanto, dependendo das cepas utilizadas no processo de fermentação e das técnicas de extração, é possível a obtenção de levedura com cerca de até 42% de PB na MS. Salienta-se, que cerca de 20 a 30% do nitrogênio total presente neste produto é constituído por nitrogênio não protéico (NNP), representado basicamente por ácidos nucleicos, cerca de 8 a 12% do total (Butolo, 2002) e, apresenta cerca de 100% de proteína degradável no rúmen (PDR) (Marcondes, 2009; Lima, 2010).

Nos últimos dez anos, a produção de levedura pelas destilarias brasileiras vem ganhando cada vez mais atenção, especialmente a partir dos sérios problemas que ocorreram na Europa relacionados com a “Doença da Vaca Louca” (Encefalopatia Espongiforme Bovina). A busca por novas fontes de proteína livre de contaminantes abriu uma excelente oportunidade para o setor sucroalcooleiro, que tornou a diversificação industrial uma alternativa para agregar valor ao processo de produção de açúcar e álcool (Amorim & Lopes, 2009).

Atualmente, o Brasil é um dos maiores produtores de levedura seca de cana-de-açúcar. Em 2009, a produção foi de cerca de 75.000 toneladas, e estima-se que a produção tem crescido à uma taxa de 4% a.a.. O potencial de produção de levedura pela indústria do etanol, considerando a tecnologia e produção presente, é cerca de 500.000 t/ano, ou seja, atualmente aproveita-se apenas 15% das leveduras disponíveis para processamento (Santos, 2009). Aproximadamente metade da produção é destinada ao mercado interno (alimentação de aves e suínos) e a outra metade ao mercado externo. Os principais compradores são países do sudeste asiático, como Indonésia e Tailândia, que utilizam a levedura na alimentação de camarões e peixes (Anselmi, 2007).

A demanda por etanol cresce a cada ano, em virtude da necessidade de reduzir a emissão de poluentes na atmosfera e a crescente venda de carros bicombustíveis, de tal forma que o Brasil na safra de 2006/2007 produziu cerca de 17 bilhões de litros, na safra de 2008/2009 27 bilhões, e a expectativa é que até 2020 o Brasil produza cerca de 53 bilhões de litros de etanol (ÚNICA,

2010). Concomitante a isso, se espera que ocorra a crescente oferta de levedura e a redução de seu preço.

Na década de 80, com o aumento da produção do resíduo de levedura da indústria sucroalcooleira, em virtude do aumento da produção de álcool incentivada pelo Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), foram publicados vários trabalhos com o intuito de avaliar a inclusão da levedura de cana-de-açúcar na alimentação animal. Atualmente, a maioria desses trabalhos é de difícil acesso. Contudo, a levedura produzida nesse período apresentava composição nutricional inferior à levedura produzida nos dias de hoje, em razão do método de secagem. Portanto, as informações geradas podem não ser aplicáveis nos dias de hoje.

O Portal da Capes, conta com vinte e quatro trabalhos científicos relacionados à levedura seca de cana-de-açúcar na alimentação animal, publicados no período de 1997 a 2011, dentre os quais dois estão publicados em revista internacional, treze desenvolvidos com animais não ruminantes, principalmente aves e organismos aquáticos, 10 com ruminantes e os demais determinaram a produção de amônia de rações contendo levedura e o teor de proteína degradável no rúmen (PDR).

A partir dos trabalhos que avaliaram a inclusão de levedura seca de cana-de-açúcar na alimentação de monogástricos no período de 1997 a 2011, pode-se resumir que o nível de inclusão recomendado para frango de corte é de 7,5 a 10% (Grangeiro et al., 2001; Silva et al., 2003), codornas japonesas em fase de postura, inclusão máxima de 11% (Sucupira et al., 2010), suínos em crescimento e terminação 21% (Moreira et al., 2002), coelhos 18% (Barbosa et al., 2007); alevinos de tilápia do Nilo 6%(Meurer et al., 2000), para eqüinos a levedura pode substituir 100% o farelo de soja na dieta.

Entre os trabalhos publicados no período de 1997 a 2011, e disponibilizados no Portal da Capes, apenas dois, desenvolvidos com ovinos e caprinos, avaliaram a substituição do farelo de soja pela levedura na dieta de ruminantes. Aguiar et al. (2007) avaliaram a substituição do milho e do farelo e do farelo de soja pela levedura na dieta de ovinos e verificou que essa substituição afetou negativamente o consumo de energia e o desempenho animal. Todavia, no trabalho desenvolvido por Lima et al. (2011) verificou-se

que a levedura pode substituir totalmente o farelo de soja em dietas de cabras em crescimento, sem afetar o desempenho produtivo desses animais.

Entre alguns trabalhos não disponibilizados no Portal da Capes, encontram-se os trabalhos de Franco et al. (2010) e Lima (2010) que verificaram que a levedura pode substituir totalmente o farelo de soja em dietas de novilhas e cabras leiteiras, respectivamente. Enquanto Machado et al. (1984), único trabalho encontrado que avaliou a inclusão de levedura na dieta de vacas lactantes, verificaram que este co-produto pode substituir totalmente o farelo de algodão porém, é importante destacar, que a levedura neste experimento apresentava valor nutricional inferior a levedura comercializada atualmente.

Diante do exposto, verifica-se que atualmente não há informações suficientes que subsidie a inclusão de levedura seca de cana-de-açúcar em substituição ao farelo de soja na alimentação de vacas lactantes, sem que ocorra comprometimento do desempenho produtivo. Deste modo, com o intuito de ampliar as opções de alimentos protéicos aos produtores de leite, como isso flexibilizar os custos com alimentação dos animais ao longo do ano, amenizando os danos causados pelas oscilações sazonais do preço do farelo de soja, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a substituição do farelo de soja pela levedura na dieta de vacas lactantes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, no período de abril a junho de 2010. Foram utilizadas 16 vacas da raça Holandesa, sendo 8 vacas primíparas e 8 multíparas com média de produção de leite e peso corporal de  $19,4 \pm 3,5$ ;  $520,9 \pm 31,9$ ;  $28,6 \pm 2,0$ ;  $608,8 \pm 43,0$ , respectivamente. Os animais foram distribuídos em quatro quadrados latinos (QL) 4x4, organizados de acordo com os dias e ordem de lactação, de modo que dois QL foram constituídos por vacas primíparas e 2 por multíparas.

Foram avaliadas quatro dietas constituídas de diferentes níveis de inclusão de levedura seca de cana-de-açúcar em substituição ao farelo de soja.

Uma dieta basal constituída apenas pelo farelo de soja como principal fonte de proteína e três dietas, com os níveis de 33,3; 66,6 e 100% com base na MS, de substituição do farelo de soja pela levedura. As dietas foram calculadas para atender as exigências nutricionais de uma vaca de 550 kg de peso corporal, com produção média de 27 kg de leite por dia, de acordo com o NRC (2001). As dietas foram constituídas por 57% de silagem de milho e 43% de concentrado, com base na MS (Tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nas dietas e nos concentrados, na base da matéria seca

| Ingredientes                  | Níveis de inclusão de levedura   |       |       |       |
|-------------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|
|                               | 0,0                              | 33,3  | 66,6  | 100,0 |
|                               | Proporção (%MS) nas dietas       |       |       |       |
| Silagem de milho              | 57,00                            | 57,00 | 57,00 | 57,00 |
| Fubá de milho                 | 20,00                            | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| Farelo de trigo               | 5,00                             | 4,82  | 4,63  | 4,46  |
| Farelo de soja                | 16,23                            | 10,83 | 5,40  | 0,00  |
| Levedura                      | 0,00                             | 5,40  | 10,83 | 16,23 |
| Uréia/S. amônio(9:1)          | 0,17                             | 0,33  | 0,49  | 0,64  |
| Mistura. Mineral <sup>1</sup> | 1,60                             | 1,62  | 1,65  | 1,67  |
|                               | Proporção (%MS) nos concentrados |       |       |       |
| Fubá de milho                 | 46,51                            | 46,51 | 46,51 | 46,51 |
| Farelo de trigo               | 11,63                            | 11,21 | 10,77 | 10,38 |
| Farelo de soja                | 37,75                            | 25,18 | 12,56 | 0,00  |
| Levedura                      | 0,00                             | 12,56 | 25,19 | 37,74 |
| Uréia/S. amônio (9:1)         | 0,41                             | 0,77  | 1,13  | 1,49  |
| Mistura. Mineral <sup>1</sup> | 3,70                             | 3,77  | 3,84  | 3,88  |

<sup>1</sup> Fosfato bicálcico (20,12; 22,77; 23,37; 27,81), calcário calcítico (48,88; 47,24; 45,62; 44,11), sal comum (26,84; 26,66; 26,48; 26,32), flor de enxofre (3,67; 2,87; 2,09; 1,35) sulfato de zinco (0,46; 0,44; 0,42; 0,40). Os valores entre parênteses representam os teores das fontes de minerais na mistura mineral das rações concentradas com 0; 33,3; 66,6 e 100% de substituição do farelo de soja pela levedura respectivamente.

Tabela 2 – Composição química dos principais ingredientes utilizados nas rações experimentais, com base na matéria seca

| Itens                          | Silagem de milho | Fubá de milho | Farelo de trigo | Farelo de soja | Levedura |
|--------------------------------|------------------|---------------|-----------------|----------------|----------|
| MS %                           | 29,3             | 88,30         | 88,40           | 88,99          | 91,21    |
| MO <sup>1</sup>                | 95,02            | 98,85         | 94,87           | 93,38          | 94,41    |
| PB <sup>1</sup>                | 5,6              | 8,44          | 17,88           | 53,74          | 42,05    |
| EE <sup>1</sup>                | 2,50             | 3,19          | 2,76            | 1,72           | 1,42     |
| FDN <sub>cp</sub> <sup>1</sup> | 49,43            | 14,00         | 34,96           | 16,69          | 1,06     |
| FDNi <sup>1</sup>              | 22,28            | 2,00          | 13,61           | 0,50           | 0,00     |
| CNF <sup>1</sup>               | 37,49            | 73,22         | 39,27           | 21,23          | 49,88    |
| MM <sup>1</sup>                | 4,98             | 1,15          | 5,13            | 6,62           | 5,59     |

<sup>1</sup>% na MS

Tabela 3 – Composição química dos concentrados e das dietas, com base na matéria seca

| Ingredientes                   | Níveis de inclusão de levedura |       |       |       |
|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|
|                                | 0,0                            | 33,3  | 66,6  | 100,0 |
|                                | Composição da dieta            |       |       |       |
| MS %                           | 53,03                          | 52,99 | 52,94 | 52,91 |
| MO <sup>1</sup>                | 94,03                          | 94,08 | 94,11 | 94,15 |
| PB <sup>1</sup>                | 14,94                          | 14,67 | 14,40 | 14,12 |
| EE <sup>1</sup>                | 2,48                           | 2,46  | 2,44  | 2,42  |
| FDN <sub>cp</sub> <sup>1</sup> | 34,22                          | 33,31 | 32,40 | 31,49 |
| FDNi                           | 13,86                          | 13,81 | 13,76 | 13,71 |
| CNF <sup>1</sup>               | 41,42                          | 44,09 | 45,56 | 47,02 |
| MM <sup>1</sup>                | 5,96                           | 5,93  | 5,89  | 5,85  |
|                                | Composição do concentrado      |       |       |       |
| MS %                           | 85,44                          | 85,33 | 85,23 | 85,16 |
| MO <sup>1</sup>                | 92,67                          | 92,75 | 92,84 | 92,94 |
| PB <sup>1</sup>                | 27,32                          | 26,70 | 26,07 | 25,41 |
| EE <sup>1</sup>                | 2,45                           | 2,40  | 2,35  | 2,31  |
| FDN <sub>cp</sub> <sup>1</sup> | 16,88                          | 14,77 | 12,64 | 10,54 |
| FDNi                           | 2,70                           | 2,58  | 2,46  | 2,34  |
| CNF <sup>1</sup>               | 46,64                          | 50,06 | 53,51 | 56,95 |
| MM <sup>1</sup>                | 7,33                           | 7,25  | 7,16  | 7,06  |

<sup>1</sup>% na MS

O experimento teve duração total de 68 dias, sendo dividido em quatro períodos experimentais, os quais foram subdivididos em 10 dias de adaptação e 7 dias de coleta.

Os animais foram manejados em baias individuais, tipo “TieStall”, onde receberam alimentação na forma de ração completa após a ordenha, duas

vezes ao dia (8h00 e 17h00). Diariamente foram registradas e ajustadas as quantidades de alimentos fornecidos e as sobras (10% em relação à matéria natural do alimento oferecido) de cada animal para a estimação do consumo.

Durante os sete dias de coleta de cada período experimental, foram realizadas amostragens dos alimentos fornecidos e das sobras e, ao final, foi elaborada uma amostra composta representativa por animal em cada período, sendo estas armazenadas em sacos plásticos e congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$ , para posteriores análises.

No 13º dia de cada período experimental foi coletada uma amostra *spot* de urina de cada animal, antes da ordenha da manhã e antes da ordenha da tarde, de modo que uma amostra composta do dia e de cada animal foi subdividida em: uma amostra de diluída, constituída de 10 mL de urina diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036 N para análises de alantoína e ácido úrico; e uma amostra concentrada, constituída de 50 mL de urina pura para análises de creatinina, uréia e nitrogênio. Ambas amostras foram armazenadas em frascos plásticos a  $-15^{\circ}\text{C}$ .

No mesmo dia, após quatro horas do fornecimento da ração, foi coletada uma amostra de sangue em cada animal, por punção na artéria coccígea, utilizando vacutainer com anticoagulante (EDTA). Após a coleta, as amostras foram imediatamente centrifugadas a 5.000 rpm durante 15 minutos. Alíquotas do soro sanguíneo foram identificadas e armazenadas em tubos de 2 mL do tipo ependorf, em seguida congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$ , para posteriores análises de uréia.

A produção de leite foi registrada diariamente durante os sete dias de coleta de cada período experimental, mediante a soma da produção da ordenha da manhã e da tarde. Essa produção foi corrigida para 3,5% de gordura, conforme a equação proposta por Sklan et al. (1992): produção de leite corrigida (PLC) =  $[(0,432 + 0,1625 \times \% \text{ de gordura do leite}) \times (\text{produção de leite})]$ .

No 15º e 16º dias foram coletadas amostras de leite das duas ordenhas, por meio de um dispositivo acoplado ao equipamento de ordenha, de modo que amostras compostas de cada dia de coleta foram acondicionadas em frascos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidas entre 2 e  $6^{\circ}\text{C}$  e enviadas ao laboratório de análise de leite do Departamento de Zootecnia da UFV para

determinação da porcentagem de gordura, proteína bruta, lactose, células somáticas (CCS) e sólidos totais. Uma alíquota de 10 mL resultante da composta dos dois dias de coleta foi diluída com 5 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 25%, filtrada em papel filtro qualitativo e congelada pra posteriores análises de uréia e alantoína.

Nos dias 12, 13, 14, 15 e 16 de cada período experimental, foram coletadas amostras de fezes no reto, às 16h00, 14h00, 12h00, 10h00 e 8h00 de cada dia, respectivamente, para determinação das digestibilidade das dietas.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas em estufa com ventilação forçada a 60°C, em seguida moídas em moinho de facas (1 mm). A partir das cinco amostras de fezes moídas por animal de cada período elaborou-se uma amostra composta, com base no peso seco ao ar de cada subamostra, de modo que para cada período experimental obteve-se uma amostra composta de fezes.

Depois de moídas, as amostras de alimentos, sobras e fezes foram submetidas à análise para quantificação dos teores de matéria seca, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (Silva & Queiroz, 2002), fibra em detergente neutro (FDN), empregando-se a alfa-amilase e as correções finais para proteínas e cinzas, adotando-se o método de micro-extração por intermédio da autoclavagem da amostra (Pell & Schofield, 1993).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos segundo a expressão descrita por Detmann & Valadares Filho (2010):  $\%CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ da uréia} + \%Uréia + \%FDN_{cp} + \%Cinzas + \%EE)]$ .

A excreção de matéria seca fecal foi estimada utilizando a fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. Para isso, as amostras dos alimentos, sobras e fezes foram acondicionadas em sacos F57 (Ankon®) e incubadas *in situ* durante 288 horas (Valente, 2010). O resíduo obtido após incubação foi submetido à análise de FDN (sistema ANKOM®).

As estimativas de excreção fecal foram obtidas pela relação entre consumo e a concentração fecal do indicador.

O volume urinário diário foi estimado dividindo-se as excreções urinárias diárias de creatinina pelos valores observados de concentração de creatinina

na urina (Valadares Filho & Valadares, 2001). A excreção urinária diária de creatinina foi estimada a partir da proposição de 24,05 mg/kg de peso corporal de creatinina (Chizzotti et al., 2008).

As análises de alantoína na urina e no leite foram feitas pelo método colorimétrico, segundo Fujihara et al. (1987), descrito por Chen & Gomes (1992). As determinações de creatinina, ácido úrico e uréia foram realizadas pelo método colorimétrico, mediante kits comerciais (Labtest).

A excreção total de derivados de purinas (DP) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina e da quantidade de alantoína excretada no leite, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas (Pabs, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (DP, mmol/dia), por meio da equação  $DP = 0,84 \times Pabs + 0,236 PC^{0,75}$ , em que 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e 0,236  $PV^{0,75}$  a contribuição endógena para excreção de purinas (Orellana Boero et al., 2001).

A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (Nmic, gN/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (Pabs, mmol/dia), por meio da equação:  $Nmic = [(70 \times Pabs) / (0,83 \times 0,116 \times 1000)]$ , em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mgN/mmol); 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N-purina : N total nas bactérias (Chen & Gomes, 1992).

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtida pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N-total) e o total de nitrogênio excretado nas fezes (N-fezes), na urina (N-urina) e no leite (N-leite). A quantificação do nitrogênio na urina foi feita segundo técnica descrita por Silva & Queiroz (2002).

Os resultados foram submetidos à análise de regressão em função do nível de inclusão de levedura na dieta, adotando-se o nível de significância de 5%, utilizando-se o software Statistical Analyses System (SAS) versão 9.1. Os dados foram analisados como um modelo misto, sendo os níveis de inclusão de levedura considerados efeitos fixos do modelo e os efeitos de quadrado latino, vaca dentro de quadrado latino, período dentro de quadrado latino e a interação do tratamento de quadrado latino efeitos aleatórios. Foram testados

tanto efeito lineares como quadráticos dos níveis de inclusão de levedura sobre as variáveis dependentes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de substituição do farelo de soja pela levedura não influenciaram os consumos de MS, MO, EE, FDNi e NDT ( $P>0,05$ ), porém os consumos de PB e FDNcp decresceram e o consumo de CNF ( $P<0,05$ ) aumentou linearmente (Tabela 4).

Tabela 4 – Consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes de vacas lactantes que receberam as dietas experimentais

| Itens  | Níveis de levedura |       |       |       | <i>P</i> - valor |       | GPM   |
|--------|--------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|        | 0                  | 33,3  | 66,6  | 100   | L                | Q     |       |
|        | Consumo kg/dia     |       |       |       |                  |       |       |
| MS     | 18,06              | 18,53 | 18,00 | 18,25 | 0,945            | 0,626 | 0,329 |
| MO     | 16,97              | 17,43 | 16,93 | 17,16 | 0,975            | 0,612 | 0,310 |
| PB     | 2,69               | 2,71  | 2,56  | 2,54  | 0,019            | 0,627 | 0,048 |
| EE     | 0,45               | 0,46  | 0,44  | 0,44  | 0,209            | 0,580 | 0,007 |
| FDNcp  | 6,38               | 6,41  | 6,09  | 6,01  | 0,005            | 0,497 | 0,115 |
| FDNi   | 1,94               | 2,06  | 1,96  | 1,95  | 0,647            | 0,194 | 0,611 |
| CNF    | 7,47               | 7,93  | 7,96  | 8,35  | 0,007            | 0,694 | 0,144 |
| NDT    | 12,10              | 12,00 | 12,01 | 12,26 | 0,976            | 0,701 | 0,269 |
|        | Digestibilidade, % |       |       |       |                  |       |       |
| MS     | 67,03              | 64,78 | 66,49 | 66,28 | 0,659            | 0,448 | 1,300 |
| MO     | 68,38              | 66,31 | 68,09 | 68,00 | 0,784            | 0,435 | 1,234 |
| PB     | 70,15              | 64,88 | 68,44 | 67,51 | 0,404            | 0,247 | 2,047 |
| EE     | 75,11              | 68,27 | 71,74 | 63,16 | 0,009            | 0,617 | 2,306 |
| FDNcp  | 53,27              | 50,51 | 50,63 | 49,19 | 0,054            | 0,668 | 1,723 |
| CNF    | 80,43              | 79,93 | 81,67 | 82,65 | 0,188            | 0,571 | 1,058 |
| NDT, % | 66,88              | 64,97 | 67,01 | 66,89 | 0,991            | 0,472 | 1,199 |

A ingestão de MS e a composição da dieta são fatores que determinam a quantidade de nutrientes disponíveis para o animal (NRC, 2001), deste modo, a similaridade na ingestão de MS e a composição nutricional entre as dietas experimentais (Tabela 3) contribuíram para que não houvesse efeito no consumo de MO, EE e NDT.

A redução no consumo de PB à medida que o nível de inclusão de levedura aumentou, pode ter ocorrido em razão desse alimento ter propriedade hidrocópica, o que o torna altamente aglutinante, formando aglomerados no fundo dos cochos dificultando o acesso dos animais a todo o concentrado fornecido. Este fato pode ter acarretado em maior consumo de silagem pelos animais que receberam o tratamento com maior quantidade de levedura, para tentar compensar a quantidade de concentrado não consumido.

O consumo de FDNcp reduziu em razão dessa fração do alimento ser menor na levedura do que no farelo de soja (Tabela 2), o que proporcionou que a dieta com maior teor de levedura apresentasse menor teor de FDNcp quando comparado à dieta basal com farelo de soja (Tabela 3). Alimentos com menor teor de FDNcp apresentam maior quantidade de CNF, o que proporcionou aumento linear no consumo de CNF à medida que houve o aumento da quantidade de levedura na dieta dos animais.

Os consumos de MS, PB e NDT observados entre os tratamentos variaram de 18,0 a 18,5; 2,7 a 2,5 e 12,0 a 12,3 kg, respectivamente (Tabela 4). De acordo com o NRC (2001), os consumos de MS, PB e NDT para vacas com média de peso de 550 kg e produção de leite de 27 Kg corrigido para 4,0% de gordura é de 18,8; 2,7 e 12,5 kg respectivamente. Deste modo, a exigência média de ingestão diária de MS, PB e NDT foi atendida.

Franco et al. (2010) também não observaram diferença na ingestão de MS quando novilhas foram alimentadas com níveis de 0; 33,3; 66,6 e 100% de substituição do farelo de soja pela levedura.

Em trabalho desenvolvido por Lima (2010), a substituição total do farelo de soja pela levedura em dietas de cabras em lactação não apresentou efeito significativo sobre o consumo de MS, MO, PB, FDN e NDT dos animais. Lima et al. (2011) também não observaram diferença na ingestão de MS, MO e PB quando cabritos foram alimentados com dieta contendo 100% de substituição

do farelo de soja pela levedura, porém neste trabalho verificou-se redução no consumo de EE e FDN.

Não houve efeito de tratamento sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, CNF e no teor de NDT ( $P>0,05$ ), porém o coeficiente de digestibilidade do EE decresceu linearmente com a inclusão de levedura nas dietas experimentais ( $P< 0,05$ ; Tabela 4), possivelmente em razão da maior solubilidade da levedura no rúmen do que o farelo de soja, tornando então a porção do extrato etéreo na levedura mais digestível.

Lima et al. (2011) verificaram que a substituição total do farelo de soja por levedura na dieta de cabritos na fase de terminação, proporcionou aumento da digestibilidade da MS, MO, PB, redução da digestibilidade do EE e não apresentou efeito sobre a FDN. Redução linear na digestibilidade de EE também foi observado no trabalho de Freitas et al. (2011) que avaliaram a inclusão de 0, 25, 50, 75 e 100% de levedura na dieta de cabritos. Lima (2010) avaliou a inclusão de 100% de levedura em substituição do farelo de soja, porém na alimentação de cabras leiteiras e observou aumento da digestibilidade da MS, MO, porém não obteve efeito significativo sobre a digestibilidade da PB, EE e FDN.

.Os resultados obtidos neste trabalho quando, comparados às duas literaturas mais recentes que desenvolveram trabalhos com objetivos similares (Lima, 2010; Lima et al., 2011), demonstram alguns resultados distintos principalmente no que se refere aos coeficientes de digestibilidade. Salienta-se que os trabalhos foram desenvolvidos com espécie animal diferente o que pode influenciar o aproveitamento dos nutrientes proporcionando diferentes respostas à utilização de um mesmo alimento.

A produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, teores no leite e produção diária de gordura, proteína bruta, lactose, sólidos totais não diferiram entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). Do mesmo modo, não foi observada diferença entre as dietas experimentais para eficiência de utilização da matéria seca ( $P>0,05$ ), porém houve efeito significativo para relação de nitrogênio no leite e nitrogênio ingerido ( $P>0,05$ ; Tabela 5).

A ausência de significância para a produção de leite pode ser explicada pela ausência de resposta na ingestão de MS, pois são variáveis correlacionadas (Chizzotti et al., 2007). De acordo com Reid (1961), a

resposta produtiva dos animais é função do consumo, da digestibilidade e do metabolismo dos nutrientes, porém o consumo parece ser a variável mais importante que determina cerca de 60 a 90% da variação observada na ingestão de energia digestível entre animais e dietas.

Tabela 5 – Produção, composição centesimal do leite, eficiência de utilização da matéria seca e nitrogênio dos animais que receberam as dietas experimentais.

| Itens              | Níveis de levedura |       |       |       | P- valor |       | GPM   |
|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|
|                    | 0                  | 33,3  | 66,6  | 100   | L        | Q     |       |
| PL (kg/dia)        | 25,05              | 25,15 | 24,86 | 24,54 | 0,532    | 0,471 | 0,563 |
| PLC (kg/dia)       | 25,06              | 25,16 | 24,88 | 24,55 | 0,532    | 0,471 | 0,563 |
| Gord (%)           | 3,74               | 3,68  | 3,54  | 3,60  | 0,608    | 0,931 | 0,128 |
| Gord (kg/dia)      | 0,93               | 0,93  | 0,86  | 0,90  | 0,693    | 0,947 | 0,043 |
| PB (%)             | 3,18               | 3,26  | 3,23  | 3,25  | 0,391    | 0,319 | 0,272 |
| PB (kg/dia)        | 0,80               | 0,82  | 0,80  | 0,80  | 0,662    | 0,234 | 0,019 |
| LACT (%)           | 4,14               | 4,18  | 4,20  | 4,13  | 0,724    | 0,085 | 0,035 |
| LACT (kg/dia)      | 1,03               | 1,05  | 1,03  | 1,00  | 0,581    | 0,290 | 0,027 |
| ST (%)             | 12,21              | 12,29 | 12,14 | 12,15 | 0,671    | 0,640 | 0,112 |
| kg leite/CMS       | 1,37               | 1,36  | 1,37  | 1,33  | 0,384    | 0,394 | 0,022 |
| N leite/N ingerido | 28,57              | 29,54 | 30,70 | 30,51 | 0,016    | 0,250 | 0,580 |

PL = produção de leite; PLC = produção de leite corrigida para 3,5% de gordura; GORD = gordura; LACT = lactose; ST = sólidos totais

A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura não apresentou diferença estatística entre os tratamentos em consequência da ausência de significância no teor e produção diária de gordura no leite entre as dietas experimentais ( $P > 0,05$ ; Tabela 5).

Machado et al. (1984) não observaram efeito significativo da inclusão de levedura em substituição ao farelo de algodão na dieta de vacas leiteiras. Salienta-se que a levedura utilizada nesse trabalho apresentava teor protéico de cerca de 31% na MS, valor inferior à levedura com a qual foi desenvolvido este trabalho.

Os valores médios da eficiência de utilização da MS variaram de 1,33 a 1,37 (Tabela 6), os quais foram superiores aos valores de 1,25 e 1,12 observados por Pina et al. (2006) e Oliveira et al. (2007), respectivamente, quando avaliaram dietas em que o farelo de soja era a principal fonte de proteína na dieta de vacas lactantes.

A eficiência de utilização do nitrogênio dietético para a produção de proteína do leite apresentou efeito linear crescente, provavelmente em razão dos tratamentos terem apresentado efeito linear decrescente sobre o consumo de PB, sem, no entanto, apresentar efeito sobre a porcentagem de proteína no leite. Com isso, os animais que receberam as dietas com maior quantidade de levedura foram mais eficientes em utilizar o nitrogênio dietético para a produção de proteína no leite.

Diferença significativa na produção de leite e na eficiência de utilização da matéria seca também não foi observada por Lima (2010) quando avaliou dietas com farelo de soja ou levedura como fonte de proteína na dieta de cabras leiteiras.

Não foi verificado efeito linear ou quadrático dos tratamentos sobre as excreções de alantoína na urina e no leite, ácido úrico, purinas totais, nitrogênio microbiano, proteína microbiana, eficiência de síntese microbiana e utilização do nitrogênio ( $P > 0,05$ ; Tabela 6).

Tabela 6 – Médias diárias das excreções de purinas, síntese de nitrogênio e proteína microbiana, eficiência de síntese microbiana e eficiência de utilização do nitrogênio.

| Itens                      | Níveis de levedura |        |        |        | P- valor |       | GPM   |
|----------------------------|--------------------|--------|--------|--------|----------|-------|-------|
|                            | 0                  | 33,3   | 66,6   | 100    | L        | Q     |       |
| ALAN <sup>1</sup> mmol/dia | 308,9              | 325,35 | 331,23 | 357,17 | 0,326    | 0,933 | 22,64 |
| ACU mmol/dia               | 5,75               | 4,77   | 5,31   | 5,27   | 0,638    | 0,520 | 0,450 |
| DPT mmol/dia               | 313,84             | 330,13 | 336,54 | 362,45 | 0,336    | 0,945 | 21,42 |
| NMIC g/dia                 | 203,83             | 215,49 | 220,02 | 238,01 | 0,331    | 0,951 | 15,61 |
| PBMIC g/dia                | 1,27               | 1,34   | 1,37   | 1,49   | 0,335    | 0,955 | 1,347 |
| EMIC gPB/NDT               | 104,95             | 111,66 | 114,16 | 121,53 | 0,363    | 0,735 | 10,80 |
| EUN                        | 48,22              | 49,40  | 54,25  | 58,09  | 0,170    | 0,863 | 3,65  |

ALAN = alantoína; ACU = ácido úrico; DPT = derivados de purinas totais; NMIC = nitrogênio microbiano; EMIC = eficiência de síntese microbiana (g PB /kg NDT); EUN = eficiência de utilização do nitrogênio (g PBmic/N ingerido)

<sup>1</sup> soma da excreção de alantoína na urina e no leite

O maior valor numérico de PDR da levedura, cerca de 100% (Marcondes et al., 2009; Lima, 2010), quando comparado ao da soja, em torno de 65% (Valadares Filho et al., 2010), poderia sugerir que os animais que receberam a dieta em que a levedura era a principal fonte de proteína, apresentassem maior síntese de proteína microbiana. Reynal & Broderick (2005) verificaram que dietas com maior porcentagem de PDR

proporcionaram maior excreção de alantoína na urina e leite, derivados de purina, por conseguinte maior síntese de proteína microbiana. No entanto, a ausência de significância no consumo de MS, NDT e produção de leite pode ter contribuído para que esse resultado não tenha sido observado neste trabalho. Chizzotti (2004) verificou que vacas com médias de produção distintas, apresentaram diferentes consumos de MS e NDT, por conseguinte obtiveram diferenças quanto à produção de proteína microbiana.

Existe uma relação positiva entre consumo e produção de proteína microbiana, uma vez que o consumo mais elevado dos animais disponibiliza maior quantidade de substratos fermentáveis e eleva a taxa de passagem, o que proporciona a seleção de microrganismos com menor tempo de geração e menor utilização de substratos para a manutenção microbiana, diminuindo a predação e a reciclagem de nutrientes (Van Soest, 1994). Do mesmo modo ocorre com o consumo elevado de NDT.

O NRC (2001) sugere que a cada 1 kg de NDT consumido é produzido cerca de 130 gramas de PBmic. De acordo com esta relação, a média de produção de PBmic estimado para as dietas experimentais deste trabalho é 1,56 kg de Pmic, enquanto a observada foi de 1,36, como valor médio de eficiência microbiana de 113,07, valor inferior a relação sugerida pelo NRC de 130g PBmic/Kg de NDT.

Observou-se efeito linear decrescente para as concentrações de nitrogênio uréico no plasma e no leite e para as excreções diárias de nitrogênio uréico no leite ( $P < 0,05$ ), porém não foi observado efeito das dietas experimentais sobre a excreção diária de compostos nitrogenados totais no leite e na urina, nitrogênio uréico na urina e balanço de nitrogênio ( $P > 0,05$ ; Tabela 7).

A diferença observada na concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite entre tratamentos pode ser atribuída à diferença observada no consumo de proteína bruta e carboidratos não fibrosos (CNF) dos animais que receberam as dietas com maior nível de inclusão de levedura. Godden et al. (2001) correlacionou a dieta de rebanhos comerciais com o NUL e verificou correlação negativa entre a concentração de NUL e a porcentagem de CNF na dieta, em razão dessa fração do alimento ter alta disponibilidade de

carboidratos rapidamente degradáveis no rúmen, o que favorece a utilização do nitrogênio amoniacal pelos microrganismos ruminais.

Tabela 7 – Médias obtidas para as concentrações de nitrogênio uréico no plasma e no leite e excreções de N total no leite, de nitrogênio uréico no leite, de N urinário total e de nitrogênio uréico na urina para as diferentes dietas experimentais.

| Itens | Níveis de levedura        |        |        |        | P- valor |       | GPM   |
|-------|---------------------------|--------|--------|--------|----------|-------|-------|
|       | 0                         | 33,3   | 66,6   | 100    | L        | Q     |       |
|       | Concentrações (mg/dL)     |        |        |        |          |       |       |
| NUP   | 22,97                     | 20,04  | 18,90  | 19,74  | 0,050    | 0,118 | 1,23  |
| NUL   | 20,05                     | 17,56  | 17,43  | 16,71  | 0,006    | 0,251 | 0,953 |
|       | Excreções diárias (g/dia) |        |        |        |          |       |       |
| NL    | 125,79                    | 129,41 | 127,61 | 124,38 | 0,671    | 0,268 | 4,33  |
| NUL   | 5,14                      | 4,38   | 4,42   | 4,10   | 0,006    | 0,337 | 0,321 |
| NU    | 110,0                     | 118,0  | 135,0  | 128,0  | 0,261    | 0,701 | 16,22 |
| NUU   | 91,98                     | 69,59  | 70,89  | 72,84  | 0,340    | 0,353 | 11,52 |
| BN    | 36,27                     | 25,21  | 13,27  | 19,86  | 0,263    | 0,453 | 15,13 |

NUP=nitrogênio uréico no plasma; NUL= nitrogênio uréico no leite; NL=compostos nitrogenados totais no leite; NU = nitrogênio urinário total; NUU=nitrogênio uréico na urina; BN =balanço de nitrogênio

Nousiainen et al. (2005), mediante a avaliação de um conjunto de dados proveniente de oitenta trabalhos científicos, verificou alta correlação positiva entre o consumo de proteína dos animais e a concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite. Redução na excreção de uréia no plasma em decorrência do menor consumo de PB também foi reportado por Valadares et al.(1997) e Vêras et al. (2007) ao avaliarem níveis de PB na dieta de bovinos.

Todos os fatores que interferem na concentração de uréia no sangue também interferem na concentração de uréia no leite (DUINKERKEN et al., 2005), por isto existe uma alta correlação entre essas duas variáveis (NOUSIAINEN et al., 2004; OLIVEIRA et al, 2007). A concentração de nitrogênio excretado na urina também apresenta correlação com o nitrogênio uréico do plasma e do leite, porém neste trabalho não foi verificado efeito significativo das dietas experimentais sobre a excreção diária de nitrogênio uréico na urina e nitrogênio total na urina, provavelmente em razão da excreção de compostos nitrogenados na urina serem influenciados por diversos fatores, entre eles o volume urinário, que podem ter contribuído para ausência de significância desta variável.

Existe uma menor quantidade de fatores que interferem sobre a concentração de uréia no leite, por isso Duinkerken et al.(2005) destaca esta variável como sendo um melhor indicador da eficiência de utilização dos compostos nitrogenados da dieta.

Hutjens & Barmore (1995) citado por Broderick (1995) sugeriram que uma variação de NUL de 12 a 17 mg/dL indicaria um ótimo balanceamento de proteína degradada e energia fermentada no rúmen. Diante deste contexto, os animais que receberam as dietas com níveis de 33,3; 66,6 e 100% de substituição de levedura pelo farelo de soja foram mais eficientes em utilizar o nitrogênio ingerido do que os animais que receberam a dieta contendo o farelo de soja como principal fonte protéica.

O balanço de nitrogênio positivo para todas as dietas experimentais sugere que o consumo de proteína bruta supriu as exigências de manutenção e produção de todos os animais submetidos as quatro dietas experimentais.

## **CONCLUSÃO**

A levedura seca pode substituir 100% o farelo de soja na alimentação de vacas lactantes com média de produção diária de 25kg de leite, recebendo dietas à base de silagem de milho.

## LITERATURA CITADA

- AGUIAR, S.R.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V. et al. [2007]. Desempenho de ovinos em confinamento, alimentados com níveis crescentes de levedura e uréia. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, n.4, 2007.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.38, p.1598-1624, 2000.
- AMORIM, H.V.; LOPES, M.L. Tecnologia sobre processamento de leveduras vivas, inativas e seus derivados: conceitos básicos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE USO DA LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, 2009. p. 1-4.
- ANSELMINI, R. Unidades ampliam lista de co-produtos. *Jornal Cana*, Campinas, dez. 2007.
- BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal Dairy Science**, v.88, 2005.
- BARBOSA, J.G.; SILVA, L.P.G.; OLIVEIRA, E.M. et al. Efeitos da inclusão da levedura seca (*Schakaromycescerevisiae*) sobre a carcaça e na composição da carne de coelhos. [2007] **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, 2007.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade dos ingredientes na alimentação animal**. 1a ed. Campinas: CBNA, 2002. 430p.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Boletim do Leite, São Paulo, dezembro, 2010.
- CHASE, L.E. Nitrogen utilization in dairy cows - what are the limits of efficiency? In: CORNELL PROCEEDINGS CONFERENCE, 1., 2003, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 2003. p.233-244
- CHEN, X. B.; GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of the technical details. BucksburndAberdeen:Rowett Research Institute, 1992. 21p.
- CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. D. C.; VALADARES, R. F. D., et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, 2007.
- CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. D. C.; VALADARES, R. F. D., et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v.113, n.2-3, p.218-225, 2008.

- DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R. et al. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. [2003] **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, 2003.
- DUINKERKEN, G.V.; ANDRÉ, G.; SMITS, M.C.J. et al. Effect of rumen-degradable protein balance and forage type on bulk milk urea concentration and emission of ammonia from dairy cow houses. **Journal Dairy Science**, v.88, n.3, 2005.
- FRANCO, M.O.; CAMPOS, J.M.S.; GIONBELLI, M. P. et al. Desempenho de novilhas leiteiras, puras e mestiças, em crescimento, alimentadas com levedura seca de cana-de-açúcar. In: 47° REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2010, Salvador. **Anais ...** Salvador: UFBA, 2010. 1 CD ROM.
- FREITAS, H.S.; ALCADE, C.R.; LIMA, L.S. et al. Digestibilidade total em cabritos recebendo rações contendo levedura seca. In. CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE USO DA LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, 2009. p. 1-4.
- GODDEN, S.M et al. Relationships between milk urea concentrations and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herds. **Journal Dairy Science**, v. 84, n.5, 2001.
- GRANGEIRO, M.G.A.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Inclusão da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, 2001.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, E.A. [1999]. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to National Research Council Recommendations. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n.6, 1999.
- LIMA, L.S.; ALCALDE, C.R.; MACEDO, F.A.F. et al. Sugar cane dry yeast in feeding for growing and finishing goat kids. [2011] **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, 2011.
- LIMA, L.S. **Produção de leite de cabra e fermentação ruminal utilizando rações com levedura seca**, 2010. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010
- MACHADO, P.F.; LIMA, U.A.; ARCE, R.D. et al. Valor nutritivo da levedura (*Saccharomyces* sp) para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.4, p.509-519, 1984.
- MAIA, G.A.R.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N. et al. Desempenho de Poedeiras Comerciais Alimentadas com Levedura Seca (*Saccharomyces Cerevisiae*) de Cana-de-Açúcar. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, vol.3, n.2.

- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, 2009.
- MARTINS, A.S.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2000, v.29, n.1.
- MARTINS, M. S. Leveduras de cerveja e cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*), autolisada e íntegra na dieta de cães. 2009. 93f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, São Paulo, 2009.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Utilização de levedura spray dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Acta Scientiarum**, v. 22, n.2, 2000.
- MOREIRA, I.; JÚNIOR, M.M.; FURLAN, A.C. et al. Uso da levedura seca por “spray dry” como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2.
- NOUSIAINEN, J.; SHINGFIELD, K.J.; HUNTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal Dairy Science**, v.87, n.2, 2004.
- NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th.ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 362p.
- ODLE, J.; SCHAEFER, D. M. Influence of rumen ammonia concentration on the rumen degradation rates of barley and maize. **British Journal of Nutrition**, v.57, n.01, p.127-138, 1987.
- OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. [2007] Substituição do milho pela casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: comportamento ingestivo, concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36., n.1, 2007.
- ORELLANA BOERO, P.; BALCELLS, J.; MARTÍN-ORÚE, S.M. et al. Excretion of purine derivatives in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. [2001] **Livestock Production Science**, v. 68, p. 243-250, 2001.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal Dairy Science**, v.76, n.4, 1993.
- PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C. VALADARES, R. F. et al. [2006]. Consumo de digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, 2006.

- REID, J.T. Problems of feed evaluation related to feeding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.11, n.7, p.2122-2133,1961.
- REYNAL, S.M.; BRODERICK, G.A. Effect of dietary level of rumen-degraded protein on production and nitrogen metabolism in lactating dairy cows.**Journal of Dairy Science**, v.88, n.11, 2005
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.G.; SNIFFEN, C.J. et al. HERREMA.J. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, 1993
- SANTOS, G.D. Perspectivas brasileira e mundial da produção de leveduras. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE USO DA LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, 2009. p. 1-4.
- SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.02, p.199-208, 1974.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p
- SILVA, J.D.B.; GUIM, A.; SILVA, L.P.G. et al. Utilização de diferentes níveis de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas e seus efeitos no desempenho, rendimento da carcaça e gordura abdominal em frangos de corte. **Revista Acta Scientiarum**, v. 25, p.285-291, 2003.
- SKLAN, D., ASHKENAZI, R., BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p. 2463-2472, 1992.
- SMITH, A.M.; REID, J.T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows.[1955] **Journal of Dairy Science**, v.38, n.5, p.515-524, 1955.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, O.J. et al. [1992] A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability.**Journal of Dairy Science**, n.70, n.10, 1992.
- SUCUPIRA, F.S.; FUENTES, M.F.F.; FRETTS, E.R. et al. Alimentação de codornas de postura com rações contendo levedura de cana-de-açúcar. **Revista Ciência Rural**, v.37, n.2, 2007.
- UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR-ÚNICA. Produção de etanol no Brasil.

- VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. 3ª edição Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 329p, 2010.
- VALADARES, R.F.D., VALADARES FILHO, S.C., GONÇALVES, L.C. et al. [1997] Níveis de proteína em dietas de bovinos. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26 n.6 p.1270-1278, 1997.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. [1991]. Methods for dietary fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, 1991.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p
- VÉRAS, R.M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; AZEVÊDO, J.A.G. et al. [2007] Níveis de proteína na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, 2007.
- VIANA, G.; FERRAS, R.P.R. [2007]. A cadeia produtiva do leite: um estudo sobre a organização da cadeia e sua importância para o desenvolvimento regional. **Revista Capital Científico**, v.5, n.1, 2007.
- YAMADA, E.A.; ALVIM, I.D.; SANTUCCI, M.C.C. et al. Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. **Revista de Nutrição**, 2003, vol. 16, n.4.