

ANDERSON JORGE DE ASSIS

**CASCA DE SOJA E DE CAROÇO DE ALGODÃO EM DIETAS DE VACAS
LEITEIRAS EM LACTAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

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

T

A848c
2005

Assis, Anderson Jorge de, 1972-

Casca de soja e de caroço de algodão em dietas de vacas leiteiras em lactação / Anderson Jorge de Assis. – Viçosa: UFV, 2005.
xi, 72f : il. ; 29cm.

Orientador: José Maurício de Souza Campos.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Bovino de leite - Nutrição. 2. Bovino de leite - Alimentação e rações. 3. Bovino de leite - Registros de desempenho. 4. Proteínas microbianas. 5. Casca de soja na nutrição animal. 6. Caroço de algodão na nutrição animal. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.20852

ANDERSON JORGE DE ASSIS

CASCA DE SOJA E DE CAROÇO DE ALGODÃO EM DIETAS DE VACAS LEITEIRAS
EM LACTAÇÃO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 04 de Agosto de 2005.

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Conselheiro)

Profa. Rilene Ferreira Diniz Valadares
(Conselheira)

Prof. Carlos Augusto de Alencar Fontes

Prof. Odilon Gomes Pereira

Prof. José Maurício de Souza Campos
(Orientador)

Aos meus pais, Francisco e Noeli.

Aos meus irmãos, Jussara, Jucimara, Eraldo, Edemilson, Nilcéia, Neozi e Paulo.

Aos meus avós paternos, Theodoro e Pracidina (in memoriam).

Aos avós maternos, Luiz e Luiza (in memoriam).

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização do curso.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFV, pelo apoio.

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

À empresa Bunge Alimentos S.A., pelo apoio.

Ao professor José Maurício de Souza Campos, pela orientação.

Aos professores conselheiros Sebastião de Campos Valadares Filho e Rilene Ferreira Diniz Valadares.

Aos membros da banca examinadora, professores Carlos Augusto de Alencar Fontes e Odilon Gomes Pereira.

Aos funcionários do Setor de Bovinos do DZO, pela ajuda na condução do experimento.

Aos vários estagiários, em especial a Isabela (belinha), Verônica, Carol, Indira, Isabela, Arlindo, Carlinhos, Pedro, Saulinho, Moizés e Nilo pela ajuda na condução do experimento e pela participação valiosa nas noites frias de comportamento, porque somente aqueles que participaram dessa etapa sabem da dificuldade de conduzir um experimento, e ao estagiário, que no período da realização do experimento foi da 1ª fase do Convênio Nestlé, Zé Colméia pela valiosa ajuda no final do experimento.

Aos grandes amigos Rodrigo (Andorinha), Melinho, Luciana, Juliana, Marco Aurélio, Arizinho, Ben-Hur, Andrézinho, Rildo, Rodrigo (Sargento), Primo Zeca, Sandro (baiano), Lorryne, André (Telelé), Rafael, Ana Livia, Adriano (foca), Robson, Pollianna, Monteiro e Elaine, por toda a paciência que tiveram e têm comigo.

E a todos aqueles que aqui não estão relacionados, mas contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ANDERSON JORGE DE ASSIS, filho de Francisco de Assis e Noeli Terezinha de Assis, nasceu em Rio Negro-PR, em 19 de novembro de 1972.

Em março de 1994, iniciou na Universidade Federal de Viçosa o curso de graduação em Zootecnia, concluído em março de 1999.

Em Abril de 1999, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, nessa mesma Universidade, submetendo-se à defesa de tese no dia 28 de março de 2001.

Em agosto de 2001, ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia, na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, nessa mesma Universidade, submetendo-se à defesa de tese no dia 04 de agosto de 2005.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
Consumo, Digestibilidade Aparente dos Nutrientes, Desempenho Produtivo e Comportamento Ingestivo de Vacas Leiteiras Alimentadas com Casca de Soja em Substituição ao Fubá de Milho	7
INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
Parâmetros Ruminais e Produção Microbiana de Vacas Leiteiras Alimentadas com Casca de Soja em Substituição ao Fubá de Milho	27
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
Consumo, Digestibilidade Aparente dos Nutrientes, Desempenho Produtivo e Comportamento Ingestivo de Vacas Leiteiras Alimentadas com Diferentes Níveis de Casca de Caroço de Algodão	43
INTRODUÇÃO	45
MATERIAL E MÉTODOS	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
CONCLUSÕES	59

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
Parâmetros Ruminais e Produção Microbiana de Vacas Leiteiras Alimentadas com Diferentes Níveis de Casca de Caroço de Algodão.....	62
INTRODUÇÃO	64
MATERIAL E MÉTODOS.....	65
RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
APÊNDICE	77

RESUMO

ASSIS, Anderson Jorge de, D. S., Universidade Federal de Viçosa, Agosto de 2005.
Casca de soja e de caroço de algodão em dietas de vacas leiteiras em lactação. Orientador: José Maurício de Souza Campos. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Rilene Ferreira Diniz Valadares.

O trabalho foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e foi constituído por dois experimentos. No primeiro experimento objetivou-se avaliar os efeitos da substituição do fubá de milho pela casca de soja sobre o consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, desempenho produtivo, comportamento ingestivo, parâmetros ruminais e produção microbiana de vacas leiteiras. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, em sistema de confinamento tipo "Tie Stall". Os animais foram distribuídos em três quadrados latinos (4x4) de acordo com o período de lactação. O experimento foi constituído de quatro períodos, cada um com duração de 15 dias, sendo sete dias de adaptação e 8 dias para coleta de dados. Os tratamentos foram determinados com níveis crescentes de casca de soja (0, 33, 67 e 100%), em substituição ao fubá de milho no concentrado. A relação volumoso:concentrado foi 50:50, base matéria seca. As dietas isonitrogenadas, foram formuladas para atender às exigências de vacas pesando 600 kg e produzindo 30 kg de leite, segundo o NRC (2001). A casca de soja não afetou o consumo de matéria seca (MS) em qualquer das unidades expressas, observando-se consumos médios diários de 21,26 kg, 3,50% do PV e 173,86 g/kg^{0,75}. Houve decréscimo linear nos consumos de extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) e aumento linear no consumo de fibra em detergente neutro (FDN), para os crescentes níveis de substituição do fubá de milho. As digestibilidades da MS, matéria orgânica (MO) e carboidratos totais (CHO) foram afetadas negativamente pelo o aumento no nível de substituição do fubá de milho. Apesar do aumento do conteúdo de FDN da dieta com a substituição do fubá de milho pela casca de soja, a digestibilidade da FDN aumentou linearmente. A produção de leite e sua composição não foram afetadas pelos tratamentos. O tempo de mastigação total

reduziu e as eficiências de alimentação de MS e FDN aumentaram com o aumento do nível de substituição do fubá de milho pela casca de soja. Os valores de nitrogênio uréico no leite (NUL) decresceram de forma linear com o aumento do nível de casca de casca de soja no concentrado. O balanço de nitrogênio não foi afetado pelos níveis de casca de soja. A substituição do fubá de milho pela casca de soja reduziu linearmente o valor de nitrogênio microbiano. No segundo experimento objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão da casca do caroço de algodão na dieta sobre o consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, desempenho produtivo, comportamento ingestivo, parâmetros ruminais e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com silagem de milho. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, em sistema de confinamento tipo "Tie Stall". Os animais foram distribuídos em três quadrados latinos (4x4) de acordo com o período de lactação. O experimento foi constituído de quatro períodos, cada um com duração de 15 dias, sendo sete dias de adaptação e 8 dias para coleta de dados. Os animais foram alimentados com 65% de silagem de milho na base matéria seca. As dietas foram constituídas de níveis crescentes de casca do caroço de algodão em substituição a silagem de milho em 0; 10,7; 21,5 e 32,3%, perfazendo na base matéria seca total da dieta em 0; 7; 14 e 21% de inclusão de casca do caroço de algodão. As dietas foram formuladas para atender às exigências de vacas pesando 600 kg e produzindo 25 kg de leite, segundo o NRC (2001). O consumo de MS em kg/dia e em % do peso vivo foram afetados quadraticamente pela inclusão da casca do caroço de algodão. Para os valores expressos por unidade de tamanho metabólico houve aumento linear com o aumento do nível de inclusão da casca do caroço de algodão. Houve aumento linear no consumo, com acréscimo do nível de inclusão da casca do caroço de algodão, para MO, EE, CHO e FDN. O consumo de proteína foi influenciado de forma quadrática, estimou-se o consumo máximo de 2,73 kg/dia com 18,94% de inclusão de casca do caroço de algodão na dieta. As digestibilidades aparentes não foram afetadas pelas dietas. As produções de leite sem e com correção para 3,5% de gordura não foram afetadas pelos níveis de casca do caroço do algodão nas dietas. Não houve efeito nos tempos despendidos com alimentação, ruminação e ócio e as eficiências de alimentação e ruminação para MS e FDN foram linearmente superiores para os níveis crescentes de casca de caroço de algodão na dieta. A concentração de NUP aumentou

linearmente com o incremento da casca do caroço de algodão nas dietas. Apesar de não haver diferença entre as dietas experimentais para o balanço de compostos nitrogenados, este foi negativo e com valor médio de $- 65,41$ g/dia. A síntese de compostos nitrogenados microbianos e eficiência microbiana não foram influenciadas pelas dietas. A casca de soja pode substituir em até 100% o fubá de milho em dietas de vacas leiteiras alimentadas com 50% de concentrado e produzindo 30 kg de leite/dia. A casca de caroço de algodão pode substituir a silagem de milho em até 21% da matéria seca total da dieta de vacas leiteiras produzindo em média 25 kg de leite/dia. O uso desses alimentos alternativos dependerá de fatores econômicos.

ABSTRACT

ASSIS, Anderson Jorge de, D. S., Universidade Federal de Viçosa, March, 2001.
Soybean hulls and cottonseed hulls in diets of lactating dairy cows. Adviser: José Maurício de Souza Campos. Committee members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Rilene Ferreira Diniz Valadares.

This work was carried out in the Departamento de Zootecnia of Universidade Federal de Viçosa, MG, Brazil and it was constituted by two experiments. The first one evaluated the effects of corn meal replacement by soybean hulls on intake, apparent digestibility of nutrients, productive performance, ingestive behavior, ruminal parameters and microbial production of dairy cows. Twelve purebred and crossbred Holstein cows in Tie Stall were assigned to three latin squares (4x4) during lactation period. The experiment had four periods, of fifteen days each, with seven days of adaptation to the diets and eight days for data collection. Increasing levels of soybean hulls (0, 33, 67 and 100%) replaced corn meal in the concentrate. Forage:concentrate ratio was 50:50, in dry matter basis. Isonitrogenous diet assisted cows weighing 600 kg and producing 30 kg of milk, according to NRC (2001). Soybean hulls did not affect dry matter intake (DM), in any expressed units, with 21.26 kg, 3.50% of BW and 173.86 g/kg^{0.75} mean daily intake. When increasing levels of corn meal replacement, ether extract (EE), non fiber carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN) intake linearly decreased and neutral detergent fiber (NDF) intake linearly increased. Digestibility of the DM, organic matter (OM) and total carbohydrates (CHO) were negatively affected by increasing on levels of corn meal replacement. Although FDN content increased by inclusion of soybean hulls on the diet, NDF digestibility increased lineally. Milk production and composition were not affected by any of the treatments. Total chewing time reduced and the feeding efficiencies of DM and NDF increased when increasing corn meal replacement by soybean hulls. Milk urea nitrogen (MUN) values decreased in a lineal way increasing levels of soybean hulls in the concentrate. Levels of soybean hulls did not affect nitrogen balance. Corn meal replacement by soybean hulls reduced lineally the value of microbial nitrogen. Second experiment evaluated the effects of the inclusion of cottonseed hulls on the diet of dairy cows fed with corn silage. Analyzed

parameters were intake, apparent digestibility of the nutrients, productive performance, ingestive behavior, ruminal parameters and microbial production. Twelve purebred and crossbred Holstein cows in Tie Stall were assigned to three latin squares (4x4) during lactating period. The experiment had four periods, of fifteen days each, with seven days of adaptation to the diets and eight days for data collection. Animals were fed with 65% of corn silage in dry matter basis. Replacements of corn silage on diets were constituted by increasing levels of cottonseed hulls (0; 10.7; 21.5 and 32.3%), with inclusion of 0; 7; 14 and 21% of cottonseed hulls from total dry matter of the diet. Isonitrogenous diet assisted cows weighing 600 kg and producing 25 kg of milk, according to NRC (2001). DM intake of BW (in kg/day and in %) was affected quadratically by inclusion of cottonseed hulls. There were linear increases on metabolic size expressed values. Also, there was lineal increase in OM, EE, CHO and NDF intake, by increasing levels of inclusion of cottonseed hulls. Protein intake was influenced in a quadratic way, maximum intake of 2.73 kg/day was estimated with 18.94% with the inclusion of cottonseed hulls on the diet. The apparent digestibility was not affected by diets. Cottonseed hulls levels did not affected milk productions with and without correction for 3.5% of fat. There were not effect on eating time, rumination and idleness, while feeding and rumination efficiencies for DM and NDF were lineally superiors for increases of cottonseed hulls levels on diet. Concentration of PUN increased lineally with the increment of the cottonseed hulls in the diets. Although there is no difference among experimental diets on nitrogen compounds balance aspect, this was negative and with – 65.41 g/day mean value. Synthesis of microbial nitrogen compounds and microbial efficiency were not influenced by diets. The soybean hulls can replace in up to 100% corn meal on diets of dairy cows fed with 50% of concentrated and producing 30 kg/day. Cottonseed hulls can replace corn silage in up to 21% of the total dry matter on dairy cows diets producing 25 kg/day on average. The usage of those by-producted will depend on economic factors.

INTRODUÇÃO GERAL

O sucesso da propriedade rural está ligado diretamente à administração eficiente de seus recursos e insumos. Pois, os preços pagos aos produtores, na maioria das vezes, são determinados “fora da porteira”, o que implica numa administração de redução de custo de produção e não pela busca de aumento de preço do produto ofertado.

Nas propriedades produtoras de leite, os custos com a alimentação correspondem por mais da metade do custo total. Assim, reduzir custo com alimentação promove maior economia nas despesas totais da propriedade.

A utilização de alimentos concentrados tradicionais na alimentação de bovinos, como o milho e a soja, significação competição direta com aves e suínos que são os maiores consumidores desses alimentos.

Nesse sentido, o uso de alimentos alternativos é uma opção para evitar as variações de preço, principalmente do milho que é o ingrediente utilizado em maior proporção no preparo das rações. Para isso, avaliações do desempenho animal com os subprodutos da agroindústria são imprescindíveis para uma recomendação de uso adequada, sem receios de que esses alimentos trarão algum prejuízo para a saúde ou produção dos animais.

Dentre vários alimentos alternativos, a casca de soja e a casca do caroço de algodão têm grandes vantagens para se utilizar na dieta de bovinos, pois são produzidos em grande escala e são alimentos ricos em fibra o que os torna pouco atrativos para serem utilizados como alimentos para os monogástricos.

Apesar da atual crise no agronegócio da soja, o Brasil tende a expandir a produção de soja, pois o complexo soja é um dos principais setores exportadores desse país como também o consumo mundial tende a aumentar devido ao maior consumo em mercados emergentes, promovendo melhoria nos preços internacionais e com isso tornando a cultura mais atrativa. Esta expansão determinará também o aumento na produção de seus subprodutos, proporcionados pela extração do óleo, sendo os de maior interesse para alimentação animal o farelo e a casca de soja.

O farelo de soja é apresentado no mercado brasileiro com dois teores protéicos: um maior (48%), utilizado para alimentação de monogástricos proporcionado

por uma maior separação da casca de soja, e um menor (44%), utilizado na alimentação de ruminantes.

Com o aumento do consumo de farelo de alto teor protéico, devido, aos aumentos na produção de suínos e aves verificados nos últimos anos (Icepa, 2005), juntamente com o aumento das exportações deste farelo ocorrerá um incremento na disponibilidade de casca no mercado.

A casca de soja é produzida em grande quantidade, já que para cada 100 kg de soja processada resultam aproximadamente 8 kg de casca de soja (Mulrhead, 1993).

Do ponto de vista nutricional, a casca de soja é um suplemento energético, chegando a 80% do valor energético do grão de milho, porém com valor de fibra muito acima daquele proporcionado pelo milho. Alguns pesquisadores (Bernard & Mcneil, 1991; Sarwar et al., 1991; Fischer, et al., 1992), a consideram como um produto intermediário entre volumoso e concentrado, semelhante ao que ocorre a outros subprodutos agroindustriais, como polpa cítrica e resíduo de cervejaria. Mesmo apresentando alta proporção de fibra em detergente neutro (FDN), esta é altamente digestível (Belyer et al., 1989; Stern & Ziemer, 1993), o que levou outros pesquisadores a considerarem como alimento concentrado em vez de volumoso (Hintz et al., 1964).

Cunningham et al. (1993) acrescentaram que devido ao padrão de fermentação ruminal, a casca de soja pode ser classificada como fibra fermentável, podendo ser utilizada como fonte de energia para manter ideal o teor de fibra na dieta, mantendo concentrações de acetato ruminal e teor de gordura do leite. Isto indica que a casca de soja provoca menor efeito negativo sobre a digestão da fibra, em relação aos alimentos ricos em amido, proporcionando desempenho semelhante ao desses alimentos.

Como a casca de soja, a casca de algodão também possui vantagens como ingrediente na alimentação de ruminantes. É produzida em grande quantidade (245 kg de casca/ton de caroço de algodão, segundo Hall & Akinyode, 2000), não concorre como alimento para os monogástricos devido a seu elevado teor de FDN (73 a 89%), mas a falta de informações prejudica a utilização desse subproduto.

A safra 2004/2005 produziu aproximadamente 2,23 milhão de ton de caroço de algodão. Grande parte deste subproduto é exportada (1,38 mil ton, em 2004, CONAB,

2005), para ser utilizado na extração do óleo, do línter ou na alimentação animal (NCPA, 2005).

A casca do caroço de algodão é uma opção para a substituição de alimentos volumosos por ser considerado um alimento de baixa qualidade nutricional e alto teor em fibra.

Apesar do elevado teor de FDN e fibra em detergente ácido (FDA) da casca do caroço de algodão, este subproduto tem uma característica peculiar de não afetar o consumo de alimento negativamente. Em vários trabalhos, o consumo foi aumentado pela inclusão de casca do caroço de algodão na dieta de vacas leiteiras (Harris et al., 1983, Van Horn et al., 1984, Adams et al., 1995, Gu et al., 1996, Gu & Moss, 1996), e em dietas de novilhos (Moore et al., 1990, Bartle et al., 1994).

Em dieta com baixa relação volumoso:concentrado (40:60) o consumo aumentou curvilinearmente, quando a casca do caroço de algodão substituiu a silagem de sorgo em dietas de 10 vacas lactantes (Akinyode & Hall, 1999, dados não publicados, citados por Hall & Akinyode, 2000). O consumo como percentagem do peso vivo aumentou de 3,12 para 3,87%, quando a proporção de casca elevou-se de 0 para 24% da dieta na matéria seca.

A digestão da casca do caroço de algodão e seu efeito na digestibilidade de outros componentes da ração são, provavelmente, afetado pela sua forma física, como também composição bromatológica (Hall & Akinyode, 2000). Akinyode et al. (1999), verificaram em vacas leiteiras que a digestibilidade total da FDN decresceu de 63,5 para 58,7%, quando a casca do caroço de algodão substituiu 16% da silagem de sorgo, em dieta com relação volumoso:concentrado 40:60.

As produções de leite de vacas consumindo dietas contendo casca do caroço de algodão, têm sido equivalentes ou maiores que aquelas das dietas controle contendo silagem de milho ou feno de alfafa (Hall & Akinyode, 2000). O teor de gordura do leite decresceu na dieta contendo 30% de casca do caroço de algodão (2,27%), quando comparado com a dieta contendo 35% de feno de alfafa (3,38%). Resultados de estudos onde a silagem ou o feno de alfafa foi substituído por 10 a 14% por casca do caroço de algodão, não afetaram o teor de gordura do leite (Hall & Akinyode, 2000).

Hall & Akinyode (2000) comentaram que, geralmente, dietas contendo casca do caroço de algodão não afetam o teor de proteína do leite. Entretanto, Gu et al.

(1996) verificaram que o teor de proteína do leite foi maior (3,23%) para a dieta contendo casca do caroço de algodão em relação aquele com silagem de milho (3,02%), quando a proteína não degradada no rúmen foi de 33% da proteína bruta.

Esses alimentos por serem ingredientes alternativos, ou seja, têm pouca tradição nas dietas dos animais, podem ser alvo de preconceitos quanto ao seu valor nutritivo e efeito no desempenho e saúde dos animais. Muitos produtores são resistentes a determinados tipos de alimentos, devido ao pouco conhecimento com relação aos aspectos mencionados anteriormente.

A utilização de alimentos alternativos na alimentação de bovinos de leite pode diminuir o custo da alimentação, porque estes subprodutos geralmente têm preços inferiores aos alimentos tradicionais (silagens e grãos processados do milho e soja). Esta é uma alternativa de melhoria da renda do produtor de leite, já que os preços pagos a ele, em alguns casos, não cobrem os custos de produção.

Por estes motivos, a casca de soja e do caroço de algodão devem ser estudadas de forma a elucidar seus efeitos no desempenho animal, e determinar os níveis adequados na alimentação, para proporcionar o melhor desempenho sem afetar a saúde dos animais, proporcionando assim, maior rentabilidade ao sistema de produção.

Diante dessas questões, desenvolveram-se dois experimentos, sendo que no primeiro o fubá de milho foi substituído em até 100% pela casca de soja, e no outro a casca de algodão substituiu a silagem de milho em até 21% da matéria seca da dieta total de vacas leiteiras em lactação.

Os trabalhos a seguir foram elaborados segundo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ADAMS, A. L., HARRIS Jr., B., VAN HORN, H. H. et al. Effects of varying forage types on milk production responses to whole cottonseed, tallow, and yeast. **Journal Dairy Science**, v. 78, p. 573-581, 1995.
- AKINYODE, A., HALL, M.B., STAPLES C.R, KUNKLE, W.E. Effect of cottonseed hulls on feed intake and fecal flow in dairy cows. **Journal Dairy Science**, 82 (Suppl. 1): 41. 1999.
- BARTLE, S. J., PRESTON, R. L., MILLER, M. F. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. **Journal Animal Science**, v.72, p.1943-1953, 1994.
- BERNARD, J. K., McNEILL, W. W. Effect of high fiber energy supplements on nutrient digestibility and milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p.991-995, 1991.
- BELYER, R. L., STEEVENS, B. J. CLUBB, A. P. Variation in composition of by-products feeds. **Journal Dairy Science**, v. 72, p. 2339-2345, 1989.
- CUNNINGHAM, K.D., CECAVA, M. J., JOHNSON, T. R. Nutrient digestion, nitrogen and amino acid flows in lactating cows fed soybean hulls in place or forage or concentrate. **Journal of Dairy Science**, v. 76 P. 3523-3535, 1993.
- FISCHER, V. MÜHLBACH, P. R. F., ALMEIDA, J. E. L., VELHO, I. P. Efeito da substituição do grão de milho por casca de soja no desempenho de bovinos confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, **Anais...** Lavras, p. 26, 1992.
- GU, S. C., MOSS, B. R. Lactation performance of cows fed low and high rumen undegradable protein diets with varying levels of cottonseed hulls and protein. **Journal Dairy Science**, 79 (Suppl. 1): 152 (Abstr.), 1996.
- GU, S. C., MOSS, B.R., McELHENNEY, W. et al. Effects of forage sources in high and low rumen undegradable protein diets on lactating cow performance. **Journal Dairy Science**, 79 (Suppl. 1): 151 (Abstr.), 1996.
- HALL, M.B., AKINYODE, A. Cottonseed hulls: working with a novel fiber source. 11th Ann. Florida Ruminant Nutr, Symp., Gainesville, Florida. p.179-186. 2000.
- HARRIS Jr, B., VAN HORN, H. H., MANOOKIAN, K. E. et al. Sugarcane silage, sodium hydroxide and steam pressure-treated sugarcane bagasse, corn silage, cottonseed hulls, sodium bicarbonate, and *Aspergillus oryzae* product in complete rations for lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.66, p.1474-1485, 1983.
- HINTZ, H. F., MATHIAS, M. M., LEY, H. F., LOOSLI, J. K. Effects of processing and feeding hay on the digestibility of soybean hulls. **Journal Animal Science**, v.27, p. 23-47, 1964.

- ICEPA – Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, Instituto CEPA, <http://www.icepa.com.br>, consultado em 07/07/2005.
- MOORE, J. A., POORE, M. H., SWINGLE, R. S. Influence of roughage source on kinetics of digestion and passage, and on calculated extents of ruminal digestion in beef steers fed 65% concentrate diets. **Journal Animal Science**, v.68, p.3412-3420, 1990
- MULRHEAD, S. Soyhulls are acceptable alternative to forage fiber in dairy cows diets. **Feedstuffs**, v. 655, n. 46, p.12, 1993.
- SARWAR, M., J.L. FIRKINS, M.L. EASTRIDGE. 1991. Effects of neutral detergent fiber of forage with soyhull and corn gluten feed for dairy heifers. **Journal Dairy Science**. v. 74, p. 1006-1017, 1991.
- STERN, M. D., ZIEMER, C. J. Consider value, cost when selecting non forage fiber. **Feedstuffs**. v. 65, n. 2, p. 14-17, 1993.
- VAN HORN, H. H., HARRIS Jr., B., TAYLOR, M. J. et al. Byproduct feeds for lactating dairy cows: effects of cottonseed hulls, sunflower hulls, corrugated paper, peanut hulls, sugarcane bagasse, and whole cottonseed with additives of fat, sodium bicarbonate and *Aspergillus oryzae* product on milk production. **Journal Dairy Science**, v.67, p. 2922-2938, 1984.

Consumo, Digestibilidade Aparente dos Nutrientes, Desempenho Produtivo e Comportamento Ingestivo de Vacas Leiteiras Alimentadas com Casca de Soja em Substituição ao Fubá de Milho

Resumo – Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da substituição do fubá de milho pela casca de soja sobre o consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, desempenho produtivo e comportamento ingestivo de vacas leiteiras. Foram utilizadas 12 vacas puras e mestiças HZ, em sistema de confinamento tipo “Tie Stall”. Os animais foram distribuídos em três quadrados latinos (4x4) de acordo com o período de lactação. O experimento foi constituído de quatro períodos, cada um com duração de 15 dias, sendo sete dias de adaptação e 8 dias para coleta de dados. Os tratamentos foram determinados com níveis crescentes de casca de soja (0, 33, 67 e 100%), em substituição ao fubá de milho no concentrado. A relação volumoso:concentrado foi 50:50, base matéria seca. As dietas isonitrogenadas, foram formuladas para atender às exigências de vacas pesando 600 kg e produzindo 30 kg de leite, segundo o NRC (2001). A casca de soja não afetou o consumo de MS expresso em qualquer das unidades expressas, observando-se consumos médios diários 21,26 kg, 3,50% do PV e 173,86 g/kg^{0,75}. Houve decréscimo linear nos consumos de EE, CNF e NDT e aumento linear no consumo de FDN, para os crescentes níveis de substituição do fubá de milho. As digestibilidades da MS, MO e CHO foram afetadas negativamente pelo o aumento no nível de substituição do fubá de milho. Apesar do aumento do conteúdo de FDN da dieta com a substituição do fubá de milho pela casca de soja, a digestibilidade da FDN aumentou linearmente. A produção de leite e sua composição não foram afetadas pelos tratamentos. A casca de soja pode substituir em até 100% o fubá de milho em dietas de vacas leiteiras alimentadas com 50% de concentrado e produzindo 30 kg de leite/dia, e seu uso dependerá apenas de fatores econômicos.

Palavras-chave: ácidos graxos não-esterificados, bovino, variação de peso

Intake, Apparent Digestibility, Milk production and Composition and Ingestive Behavior of Dairy Cows Feeding Soybean Hulls Replaced Corn Meal

Abstract - This work was carried one evaluated the effects of corn meal replacement by soybean hulls on intake, apparent digestibility of nutrients, productive performance, ingestive behavior of dairy cows. Twelve purebred and crossbred Holstein cows in Tie Stall were assigned to three latin squares (4x4) during lactation period. The experiment had four periods, of fifteen days each, with seven days of adaptation to the diets and eight days for data collection. Increasing levels of soybean hulls (0, 33, 67 and 100%) replaced corn meal in the concentrate. Forage:concentrate ratio was 50:50, in dry matter basis. Isonitrogenous diet assisted cows weighing 600 kg and producing 30 kg of milk, according to NRC (2001). Soybean hulls did not affect dry matter intake (DM), in any expressed units, with 21.26 kg, 3.50% of BW and $173.86 \text{ g/kg}^{0.75}$ mean daily intake. When increasing levels of corn meal replacement, ether extract (EE), non fiber carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN) intake linearly decreased and neutral detergent fiber (NDF) intake linearly increased. Digestibility of the DM, organic matter (OM) and total carbohydrates (CHO) were negatively affected by increasing on levels of corn meal replacement. Although FDN content increased by inclusion of soybean hulls on the diet, NDF digestibility increased lineally. Milk production and composition were not affected by any of the treatments. The soybean hulls can replace in up to 100% corn meal on diets of dairy cows fed with 50% of concentrated and producing 30 kg/day.

Keywords: non-esterified fatty acids, bovine, body change

INTRODUÇÃO

A casca de soja é um suplemento energético, chegando a 80% do valor energético do milho (grão), porém com valor de fibra muito acima daquele proporcionado pelo milho. Alguns pesquisadores, a consideram como um produto intermediário entre volumoso e concentrado, semelhante ao que ocorre a outros subprodutos agroindustriais, como polpa cítrica e resíduo de cervejaria.

O milho grão apesar de seu elevado valor energético, quando consumido em grandes quantidades pode provocar uma redução da digestibilidade da fração fibrosa da dieta (Chase & Hibberd, 1987, citados por Gomes & Andrade, 1998).

Estudos efetuados por Bernard & Mcneill (1991), indicaram que casca de soja pode ser utilizada em nível de 28% em substituição parcial ao concentrado. Os autores observaram que este nível de inclusão resultou em melhoria da digestibilidade da matéria seca, e que a produção de leite foi similar às vacas que receberam dieta sem inclusão de casca de soja. Elliott et al. (1995) recomendaram que, se a utilização da casca de soja for economicamente favorável, a sua inclusão, substituindo parte do milho na dieta de vacas em lactação pode prevenir efeitos adversos sobre ingestão de matéria seca, produção de leite, fermentação ruminal e digestibilidade dos nutrientes.

Nakamura & Owen (1989) estudaram a viabilidade da utilização da casca de soja em substituição ao concentrado e verificaram que a substituição de 48% da matéria seca dietética do concentrado reduziu a digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro. Estes pesquisadores creditam este fato ao aumento da taxa de passagem, sendo que seria o maior fator na depressão da digestibilidade da fibra, e sugerem que a casca de soja deve substituir o milho no concentrado no máximo até 25% da mistura.

A substituição parcial do milho por casca de soja na mistura concentrada para vacas em lactação foi avaliada por Stone et al. (1993). Os autores concluíram que a inclusão de casca de soja equivalente a 30% do concentrado não afetou a produção de leite quando comparada à dieta sem casca de soja.

Para a prevenção da redução no teor de gordura do leite, o NRC (1989), recomenda que 75% da fibra em detergente neutro dietética deve ser fornecida pelo volumoso. Entretanto, com a inclusão de 9% de casca de soja na dieta, Sawar et al.

(1992) não observaram diferença no desempenho de vacas em lactação quando o volumoso representou 60% da fibra em detergente neutro da dieta.

No Brasil, Pedroso et al. (2005) estudaram o efeito da casca de soja em substituição total do milho grão, correspondendo a 20% da matéria seca da dieta, na alimentação de vacas leiteiras. Os resultados observados não diferiram entre os tratamentos onde os animais produziram em média 28 kg de leite/dia e consumiram 22,84 kg de matéria seca/dia.

Até o momento ainda são raras as pesquisas a respeito da inclusão da casca de soja na alimentação de vacas leiteiras em lactação no Brasil. Portanto não se tem uma recomendação precisa de seu uso.

Desta forma, devido à carência dessas informações realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da substituição do fubá de milho pela casca de soja no consumo e digestibilidade dos nutrientes, desempenho produtivo e comportamento ingestivo de vacas leiteiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia (DZO), na Universidade Federal de Viçosa (UFV), durante o período de agosto a setembro de 2003.

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa Malhada de Preto, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4 X 4 de acordo com o período de lactação. As produções médias diárias de leite, semanas de lactação, escore da condição corporal por quadrado latino são apresentados na Tabela 1.

A avaliação do escore da condição corporal foi feita por um mesmo avaliador, sendo a escala de 1 a 5 (1 – muito magra e 5 – muito gorda) de acordo com Edmonson et al. (1989).

Tabela 1 – Médias iniciais e finais da produção de leite diária, semana de lactação e escore da condição corporal por quadrado latino (QL)

Item	Dias em lactação		Produção de leite (kg/vaca/dia)		ECC*	
	Inicial	final	Inicial	final	Inicial	final
QL 1	54	113	30,30	27,03	2,81	2,94
QL 2	77	136	40,38	32,80	2,63	2,50
QL 3	132	191	27,48	25,05	2,44	2,50

* Escala de 1 a 5 (1 – muito magra e 5 – muito gorda) de acordo com Edmonson et al. (1989).

O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 15 dias cada um, sendo os sete primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para avaliação do consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição do leite, variação de peso, determinação dos níveis plasmáticos de ácidos graxos não-esterificados e avaliação do comportamento ingestivo.

Os animais foram alimentados com silagem de milho e a relação volumoso:concentrado foi de 50:50, na base da matéria seca. As dietas foram constituídas de níveis crescentes de substituição do fubá de milho pela casca de soja em 0, 33, 67 e 100%, correspondendo na matéria seca total da dieta em 0, 10, 20 e 30% de inclusão de casca de soja (Tabela 2).

Tabela 2 – Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca, em função dos níveis de substituição do fubá de milho por casca de soja no concentrado

Ingrediente	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)			
	0	33	67	100
Silagem de milho	50,00	50,00	50,00	50,00
Casca de soja	0,00	10,00	20,00	30,00
Fubá de milho	30,00	20,00	10,00	0,00
Farelo de soja	15,42	14,92	14,63	13,33
Farelo de trigo	1,70	2,59	3,23	4,62
Uréia + sulfato de amônio	0,55	0,40	0,20	0,13
Calcário calcítico	0,41	0,27	0,12	0,00
Bicarbonato + MgO	1,00	1,00	1,00	1,00
Mistura mineral ¹	0,92	0,92	0,92	0,92

¹ - Sal comum; fosfato bicálcico; flor de enxofre; sulfato de zinco; sulfato de manganês; iodato de potássio, sulfato de cobre; sulfato de cobalto.

As análises químico-bromatológicas dos concentrados, casca de soja e silagem de milho são apresentadas na Tabela 3.

As dietas foram formuladas, de acordo com o NRC (2001), para serem isonitrogenadas e atenderem aos requerimentos nutricionais de vacas pesando 600 kg de peso corporal, não gestantes, com ganho de peso diário de 300 gramas e produzindo 30 kg de leite/dia com 3,5% de gordura.

Os animais foram manejados em baias individuais, tipo “Tie Stall”, onde receberam alimentação *ad libitum* duas vezes ao dia, às 8:00 e às 17:00 horas. Diariamente, foram feitas pesagens das quantidades fornecidas e das sobras para cada tratamento, para estimativa do consumo. Foi feito monitoramento diário do consumo, a fim de manter as sobras de alimento em torno de 10%, com base na matéria natural. No momento da alimentação, durante o período experimental, foram feitas amostragens dos alimentos e sobras que foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises.

Tabela 3 – Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos não fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Lig) nos alimentos (% da matéria seca), em função dos níveis de substituição do fubá de milho por casca de soja no concentrado

Item	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)				Casca de soja	Fubá de Milho	Silagem de milho
	0	33	67	100			
MS	87,96	87,94	88,22	88,57	91,46	87,54	33,53
MO	93,87	92,59	91,64	90,27	96,72	98,50	95,47
PB	21,52	21,11	21,10	21,92	12,02	9,15	5,50
PIDN	1,68	2,09	2,52	2,91	2,86	0,87	1,55
PIDA	0,63	0,73	0,82	0,91	0,86	0,38	0,80
EE	2,27	2,14	1,98	1,67	3,10	3,97	2,24
CHO	70,08	69,34	68,56	66,68	81,60	84,90	87,73
FDN	12,62	21,09	32,47	42,45	63,81	15,28	57,22
FDNcp	4,90	15,54	26,06	36,13	58,17	11,62	53,26
CNF	57,46	48,25	36,09	24,23	17,79	74,59	30,51
CNFcp	65,18	53,80	42,50	30,55	23,43	75,79	34,47
FDA	4,29	11,80	21,21	29,27	42,35	3,78	31,61
Lig	1,09	1,47	2,42	3,03	3,94	1,66	4,75

O preparo das amostras compostas dos alimentos por animal e por período fornecidos e das sobras diárias e as análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), compostos nitrogenados totais (NT), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Lig) seguiram as especificações descritas em Silva & Queiróz (2002).

Tabela 4 – Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDN_{cp}), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos não fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNF_{cp}), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Lig) nas dietas (% da matéria seca), em função dos níveis de substituição do fubá de milho por casca de soja no concentrado

Item	Níveis substituição do milho pela casca de soja (%)			
	0	33	67	100
MS	60,74	60,73	60,87	61,05
MO	94,67	94,03	93,55	92,87
PB	13,51	13,30	13,30	13,71
PIDN	1,61	1,82	2,03	2,23
PIDA	0,71	0,76	0,81	0,85
EE	2,25	2,19	2,11	1,95
CHO	78,90	78,53	78,14	77,20
FDN	34,92	39,15	44,84	49,83
FDN _{cp}	29,08	34,40	39,66	44,69
CNF	43,98	39,38	33,30	27,37
CNF _{cp}	49,82	44,13	38,48	32,51
FDA	17,95	21,70	26,41	30,44
Lig	2,92	3,11	3,58	3,89

Os carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) em que:

$$\text{CHO} = 100 - (\% \text{ de proteína bruta (PB)} + \% \text{ de extrato etéreo (EE)} + \% \text{ de cinzas})$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) e carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNF_{cp}), foram calculados como proposto por Hall (2000), sendo:

$$\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PB derivada da uréia} + \% \text{uréia}) + \% \text{FDN} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas)].}$$

$CNF_{cp} = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \%uréia) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%Cinzas]$.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDND + CNFD + 2,25EED$$

Em que: PBD= proteína bruta digestível; FDND= fibra em detergente neutro digestível; CNFD= carboidratos não-fibrosos digestíveis; e EED= extrato etéreo digestível.

A quantidade total de MS fecal excretada, utilizada na determinação da digestibilidade aparente dos alimentos, foi estimada pela concentração de fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), obtida após incubação ruminal dos alimentos, sobras e fezes por um período de 144 horas, segundo adaptação de técnica descrita por Cochran et al. (1986). As fezes foram coletadas duas vezes ao dia do 10^o ao 13^o dia, de cada período experimental, sempre após as ordenhas da manhã e da tarde, sendo acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer à -15°C.

As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes ao dia, fazendo-se o registro da produção de leite. Através de dispositivo acoplado à ordenhadeira, foi coletada amostra de leite, aproximadamente 300 ml, no 12^o dia, na ordenha da manhã e da tarde, fazendo-se amostras compostas proporcionais, que foram acondicionadas em frascos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidas entre 2 e 6°C, e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, no município de Juiz de Fora - MG, para fins de análise dos teores de proteína bruta, gordura, lactose e extrato seco total.

A produção de leite corrigida (PLC) para 3,5 % de gordura, foi calculada segundo Sklan et al. (1992), pela seguinte fórmula:

$$PLC = \{0,432 + (0,1625 \times \% \text{ gordura do leite})\} \times \text{produção de leite em kg/dia.}$$

Foram feitas pesagens individuais dos animais no início e fim de cada período experimental para avaliar a variação de peso. Os pesos dos animais corresponderam às médias de duas pesagens, feitas antes do fornecimento das alimentações e após as ordenhas.

No 12^o dia de cada período experimental, os animais foram submetidos à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo. Os animais foram observados a cada dez minutos, durante 24 horas, para determinação do tempo despendido com alimentação, ruminação e ócio. No dia seguinte, foi realizada a contagem do número de mastigações meréricas e tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal. Para essa avaliação, foram feitas observações de três bolos ruminais, em três períodos diferentes do dia (10 -12; 14-16 e 19-21 horas), medindo-se a média do número de mastigações meréricas e o tempo gasto por bolo ruminal.

A eficiência de alimentação (EA), a eficiência de ruminação (ER), o número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação total por dia (TMT) e o número de mastigações meréricas por dia (NMM) foram obtidos, segundo metodologia descrita por Burger et al. (2000).

Amostras de sangue foram coletadas no 15^o dia por punção da veia coccígea, utilizando tubos de ensaio com anticoagulante (EDTA). Imediatamente foram centrifugadas a 5.000 rpm por 15 minutos, sendo então retiradas amostras de plasma, que foram acondicionadas em recipientes de vidro e congeladas a -15°C para análise de ácidos graxos não-esterificados (AGNE). Para a determinação de AGNE, foi utilizado kit comercial (Wako) adotando-se a metodologia de otimização de reagentes proposta por Jonhson & Peters (1993).

Os dados obtidos de consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição de leite, variação corporal do peso dos animais, níveis plasmáticos de ácidos graxos não-esterificados e comportamento alimentar, foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A casca de soja não afetou o consumo de MS expresso em qualquer das unidades expressas, observando-se consumos médios diários 21,26 kg, 3,50% do PV e 173,86 g/kg^{0,75} (Tabela 5). O consumo de MS em kg/dia assemelha-se aquele estimado pelo NRC (2001), de 21,78 kg/dia, para o mesmo tipo animal, e é ligeiramente inferior ao 22,84 kg/dia encontrado por Pedroso et al. (2005).

Tabela 5 - Consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais e suas respectivas equações de regressão (ER), coeficiente de determinação (R²) e variação (CV)

Item	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)				ER ¹	R ²	CV (%)
	0	33	67	100			
Consumo (kg/dia)							
MS	21,38	21,10	21,45	21,13	Y = 21,26		4,52
MO	20,21	19,79	20,01	19,55	Y = 19,89		4,51
PB	2,87	2,83	2,87	2,82	Y = 2,85		5,80
EE	0,40	0,39	0,37	0,33	Y = 0,4134 – 0,00067*CS	0,93	10,95
CHO	16,93	16,57	16,76	16,39	Y = 16,66		4,30
FDN	7,03	7,83	9,25	10,25	Y = 6,9378 + 0,0331*CS	0,99	7,12
CNF	9,89	8,73	7,50	6,14	Y = 9,9937 – 0,0373*CS	0,99	6,08
NDT	14,27	13,70	14,05	12,99	Y = 14,2794 – 0,0104*CS	0,65	6,11
Consumo (%PV)							
MS	3,53	3,47	3,52	3,48	Y = 3,50		3,91
FDN	1,16	1,28	1,52	1,69	Y = 1,1421 + 0,0054*CS	0,99	6,62
Consumo (g/kg ^{0,75})							
MS	175,00	172,34	175,17	172,92	Y = 173,86		16,56

¹ = Nível de significância de 5% de probabilidade.

CS = Nível de substituição do milho pela casca de soja.

Como pode ser observado na Tabela 5, também não houve efeito nos consumos de MO, PB e CHO.

Possivelmente estas variáveis não foram afetadas devido a relação volumoso:concentrado ser de 50:50, onde, o consumo de concentrado permitiu que o animal atingisse o consumo de MS adequado para sua produção.

Talvez parte da diferença não significativa no consumo de MS no presente estudo, possa ser atribuída ao uso do nível máximo de inclusão de casca de soja na MS da dieta, proposta por Ipharragherre & Clark (2004), de 30% para dietas com proporção de concentrado igual ou maior a 50% da MS.

Devido ao fato de o consumo de MS não ser afetado e as dietas terem sido formuladas para conter os mesmos níveis de minerais e serem isonitrogenadas, a substituição do fubá de milho pela casca de soja não afetou os consumos de MO e PB.

A diminuição do consumo do amido do fubá de milho foi compensada pelo aumento do consumo da FDN da casca de soja, mantendo, desta forma, o consumo de CHO, apesar da mudança na sua composição.

Houve decréscimo linear nos consumos de EE, CNF e NDT e aumento linear no consumo de FDN, com a adição de níveis crescentes casca de soja às dietas. Estes resultados podem ser explicados devido à menor concentração de EE e CNF e da maior concentração de FDN na casca de soja em relação ao fubá de milho contribuindo, dessa forma, para a queda no consumo de NDT, tendo em vista que os consumos de MS, MO, PB e CHO não foram afetados pelas diferentes dietas.

As digestibilidades da MS, MO e CHO foram reduzidas com aumento de casca de soja na dieta (Tabela 6). Isto pode ser atribuído à mudança na composição do CHO consumido, onde a diminuição da fração CNF foi compensada pelo aumento de FDN na dieta e afetou negativamente a sua digestibilidade e conseqüentemente as digestibilidades de MS e MO. Apesar do aumento do conteúdo de FDN da dieta pela substituição do fubá de milho pela casca de soja, a digestibilidade da FDN aumentou linearmente. O aumento da FDN de alta digestibilidade que a casca de soja contém contribuiu para este incremento.

A diminuição na digestibilidade da MS no presente estudo corrobora com a encontrada por Nakamura & Owen (1989), entretanto estes autores também encontraram redução na digestibilidade da FDN.

Tabela 6 – Digestibilidades aparentes médias de matéria seca (MS) matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), carboidratos não fibrosos (CNF) e fibra em detergente neutro (FDN) das dietas experimentais e suas respectivas equações de regressão e coeficiente de determinação (R²) e variação (CV)

Item	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)				ER ¹	R ²	CV (%)
	0	33	67	100			
MS	67,86	66,11	67,46	64,33	Y = 67,8179 – 0,00027*CS	0,56	5,09
MO	69,29	67,66	68,73	65,24	Y = 69,3873 – 0,00033*CS	0,64	4,98
PB	69,63	68,46	70,39	67,13	Y = 69,90		11,49
EE	60,40	61,08	65,89	60,42	Y = 61,95		21,29
CHO	69,45	67,66	68,50	64,98	Y = 69,5283 – 0,0003751*CS	0,71	5,12
CNF	87,93	88,12	89,55	88,11	Y = 88,43		5,55
FDN	43,20	44,54	50,86	51,09	Y = 42,9252 + 0,0009*CS	0,87	14,44

¹= Nível de significância de 5% de probabilidade.

CS = Nível de substituição do milho pela casca de soja.

Os valores comparativos entre os consumos observados e as exigências de PB e NDT, recomendados pelo NRC (2001), estão apresentadas na Tabela 7. Observa-se que o consumo de PB foi menor e praticamente constante para todas as dietas sendo em média – 0,26 kg/dia em relação ao requerimento deste nutriente. Isto pode ser atribuído à baixa qualidade da silagem de milho, cujo teor de PB de 5,5%, foi inferior ao valor de 6,7%, utilizado para a formulação das dietas no início do experimento.

Os consumos de NDT foram menores que às exigências, em todas as dietas contendo casca de soja, provavelmente devido à mudança na composição do CHO, onde o amido foi substituído pela fibra.

Tabela 7 - Consumos observados e exigências de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) recomendadas pelo NRC (2001) para vacas com 600 kg de peso corporal, não gestante e produzindo 30 kg de leite/dia com 3,5% de gordura e ganho de peso corporal de 400 g/dia

Item	Exigência	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)			
		0	33	67	100
PB (Kg/dia)	3,12	2,87	2,83	2,87	2,82
Diferença		-0,25	-0,29	-0,25	-0,30
NDT (Kg/dia)	13,83	14,27	13,70	14,05	12,99
Diferença		+0,44	-0,13	+0,22	-0,84

Apesar do menor consumo de NDT das dietas, as variações de peso não foram afetadas significativamente e proporcionaram o restabelecimento da condição corporal com um ganho médio diário de 466,35 g/dia (Tabela 8). Apesar da diferença biológica determinar redução no ganho de peso médio diário de 102,91 g/dia entre o tratamento sem casca de soja e com 100% de substituição do fubá de milho, o elevado coeficiente de variação para esta variável (105,5%) não permitiu diferença estatística significativa entre os tratamentos.

Tabela 8 – Valores de variação de peso (VP) e ácidos graxos não esterificados (AGNE) referente às dietas experimentais e suas respectivas equações de regressão (ER) e coeficiente variação (CV)

Item	Níveis de Substituição do milho pela casca de soja (%)				ER ¹	CV (%)
	0	33	67	100		
VP (g/dia)	524,91	454,66	463,83	422,00	Y = 466,35	105,50
AGNE (µeq/L)	284,36	354,75	299,50	335,39	Y = 318,50	22,01

¹= Nível de significância de 5% de probabilidade.

A mesma tendência numérica pode ser observada na mobilização de ácidos graxos não esterificados (AGNE), onde os maiores valores coincidiram com a substituição do milho pela casca de soja (Tabela 8). Independentemente da dieta, os valores encontrados para AGNE estão dentro da faixa normal de mobilização de lipídeos por vacas leiteiras (Oliveira, 2002).

A produção de leite sem e com correção para 3,5% de gordura não foram afetadas pela substituição do fubá de milho pela casca de soja, as médias encontradas para estas variáveis foram 29,70 e 30,35 kg/vaca/dia (Tabela 11). Apesar do menor consumo de NDT evidenciado nas dietas com a inclusão de casca de soja (Tabela 5) e este consumo estar abaixo das recomendações do NRC (2001) (Tabela 9), parte do gasto energético pode ter sido direcionado para sustentar a produção de leite, diminuindo os ganhos de peso diários e aumentando a mobilização de AGNE.

Tabela 9 – Produções médias diárias de leite sem (PL) e com correção para 3,5% de gordura (PLC) e composição média do leite de vacas recebendo diferentes níveis de casca de soja e suas respectivas equações de regressão (ER), coeficiente de variação (CV)

Item	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)				ER ¹	CV (%)
	0	33	67	100		
PL (kg/vaca/dia)	30,30	29,29	30,12	29,10	Y = 29,70	5,80
PLC (kg/vaca/dia)	31,41	29,85	29,95	30,19	Y = 30,35	8,93
Gordura (%)	3,72	3,61	3,47	3,71	Y = 3,63	7,30
Proteína (%)	3,30	3,27	3,26	3,22	Y = 3,26	3,57
Lactose (%)	4,30	4,28	4,26	4,31	Y = 4,28	2,00
EST (%) ²	12,28	12,08	11,87	12,20	Y = 12,11	3,10
ESD (%) ³	8,55	8,46	8,39	8,48	Y = 8,47	2,43

¹ = Nível de significância de 5% de probabilidade.

² Extrato seco total, ³ Extrato seco desengordurado.

A composição do leite não foi afetada pela inclusão de casca de soja na dieta (Tabela 9) e os constituintes do leite estão na faixa normal de teores encontrados para a raça Holandesa e vacas mestiças Holandês/Zebu (Fonseca & Santos, 2000).

A gordura é o constituinte do leite que possui a maior variação no seu teor e tem relação direta com a proporção de fibra da dieta. O resultado não significativo encontrado para o teor de gordura no leite, significa que mesmo na dieta sem casca de soja, houve consumo suficiente de FDN para evitar depressão no teor de gordura no

leite e consumo acima desse valor não contribuíram para aumento nesse teor, devido talvez, as limitações genéticas para esta variável das vacas utilizadas neste estudo.

A proteína do leite não foi afetada pelas dietas e nem pelo menor consumo de proteína da dieta em relação às exigências recomendadas pelo NRC (2001).

A redução no consumo de CNF (Tabela 5) não foi suficiente para reduzir o aporte de precursores gliconeogênicos e conseqüentemente a produção de lactose. Este é um dos fatores que proporcionaram praticamente a mesma produção de leite entre as dietas pois a lactose é o principal constituinte osmótico do leite.

Como os principais constituintes do leite não foram afetados pela substituição do fubá de milho pela casca de soja, os extratos secos total e desengordurado permaneceram constantes.

Os dados relativos aos tempos médios despendidos com alimentação, ruminação, ócio e tempo total de mastigação são apresentados na Tabela 10.

A substituição do fubá de milho pela casca de soja promoveu um decréscimo linear para os tempos despendidos com alimentação e tempo de mastigação total e um acréscimo linear no tempo em ócio dos animais.

Provavelmente a palatabilidade e a menor formação de bolo devido ao umedecimento do amido na boca dos animais proporcionaram uma alimentação mais rápida para as dietas com maiores níveis de casca de soja.

O tempo de ruminação não foi afetado pelas dietas experimentais, provavelmente devido a FDN da casca de soja apresentar alta digestibilidade como também baixa efetividade física da fibra. Estes resultados são contrários aos reportados por Welch & Hooper (1988), que afirmaram que o tempo despendido com ruminação é altamente correlacionado com o consumo de FDN em bovinos.

Tabela 10 – Médias dos tempos despendidos (horas/dia) em alimentação, ruminação, ócio e tempo de mastigação total (TMT) de vacas recebendo diferentes níveis de casca de soja e suas respectivas equações de regressão (ER), coeficientes de determinação (R^2) e variação (CV)

Item	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)				ER ¹	R ²	CV (%)
	0	33	67	100			
	Tempo (horas)						
Alimentação	6,20	5,62	5,52	5,16	$Y = 6,1136 - 0,00963CS$	0,93	14,43
Ruminação	8,16	8,69	8,04	8,30	$Y = 8,30$		13,69
Ócio	9,62	9,68	10,43	10,52	$Y = 9,5470 + 0,01037CS$	0,87	12,48
TMT	14,37	14,31	13,56	13,47	$Y = 14,4529 - 0,010378CS$	0,87	9,01

¹ = Nível de significância de 5% de probabilidade.

CS = Nível de substituição do milho pela casca de soja.

Os resultados referentes às médias de eficiência de alimentação (EA), eficiência de ruminação (ER), número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas (NMM) e tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB), são apresentados na Tabela 11.

A substituição do fubá de milho pela casca de soja proporcionou aumento linear para a EAMS. Este resultado se deve ao menor tempo despendido com a alimentação, tendo em vista que não houve diferença no consumo de MS (Tabela 5).

A EAFDN aumentou linearmente com a inclusão de casca de soja na dieta. Isto foi proporcionado pelo aumento do consumo de FDN para os crescentes níveis de substituição, resultando em maiores consumos de FDN em menor unidade de tempo.

Como não houve diferença para o tempo de ruminação e consumo de MS a ERMS não diferiu entre os tratamentos. O mesmo não ocorreu com a ERFDN onde as dietas com os maiores níveis de casca de soja e conseqüentemente maiores níveis de FDN, apresentaram maiores valores de ERFDN (efeito linear).

As dietas não afetaram o NBR, NMM e TRB, mas afetaram linearmente o número de mastigações meréricas por bolo ruminal (NMMb) como pode ser observado na Tabela 11. Apesar de não existir diferença no tempo de ruminação, os animais que receberam casca de soja realizaram um maior número de mastigações por bolo ruminal podendo ocasionar um gasto energético extra para elaborar uma mesma quantidade de MS consumida.

Tabela 11 - Médias observadas para eficiência de alimentação da MS (EAMS) e de FDN (EAFDN), eficiência de ruminação da MS (ERMS) e de FDN (ERFDN), número de bolos ruminais (NBR) e número de mastigações meréricas (NMM), número de mastigações por bolo ruminal (NMMb) e tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB) de vacas recebendo diferentes níveis de casca de soja e suas respectivas equações de regressão (ER), coeficientes de determinação (R²) e variação (CV)

Item	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)				ER ¹	R ²	CV (%)
	0	33	67	100			
	g/hora						
EAMS	3.525	3.784	3.949	4.157	Y = 3546,24 + 6,1658CS	0,99	16,85
EAFDN	1.157	1.407	1.696	2.016	Y = 1140,39 + 8,5835CS	1,00	17,21
ERMS	2.640	2.468	2.751	2.568	Y = 2.607		13,85
ERFDN	868	917	1.191	1.245	Y = 844,98 + 4,2168CS	0,91	17,12
NBR (nº/dia)	655	709	662	670	Y = 674		16,03
NMM (nº/dia)	31.502	34.636	32.160	33.323	Y = 32.905		23,33
NMMb (nº/bolo)	51,99	54,06	54,97	56,10	Y = 52,3048 + 0,03957CS	0,97	5,57
TRB (seg/bolo)	48,54	48,98	49,28	50,21	Y = 49,25		4,82

CONCLUSÕES

A casca de soja pode substituir em até 100% o fubá de milho em dietas de vacas leiteiras alimentadas com 50% de concentrado e produzindo 30 kg de leite/dia, e seu uso dependerá apenas de fatores econômicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELYER, R. L., STEEVENS, B. J. CLUBB, A. P. Variation in composition of by-products feeds. **Journal Dairy Science**, v. 72, p. 2339-2345, 1989.
- BERNARD, J. K., McNEILL, W. W. Effect of high fiber energy supplements on nutrient digestibility and milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p.991-995, 1991.

- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIRÓZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- CHEN, X.B., GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – na overview of technical details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (occasional publication). 21p. 1992.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potencial markers. **Journal of Animal Science**, v. 63, p.1476-1483, 1986.
- CRAIG, W.M., HONG, B.J., BRODERICK, G.A., et al, In vitro inoculum enriched with particle associated microorganisms for determining rates of fiber digestion and protein degradation. **Journal of Dairy Science**, 50(4):523-526.
- EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T. WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal Dairy Science**. v. 72, p.68-78, 1989.
- ELLIOT, J. P., DRACKLEY, G. C., FAHEY, J. R., SHANKS, R. D. Utilization of supplemental fat by dairy cows fed diets varying in content of nonstructural carbohydrates. **Journal of Dairy Science**. v. 78, p. 1512-1525, 1995.
- FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. Propriedades e composição do leite. In: **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo, Lemos Editorial, 2000. 175p. p.17-26.
- GOMES, I. P. O. ANDRADE, P. Níveis de substituição de milho por casca de grão de soja na dieta de bovinos II. Digestibilidade aparente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, **Anais...** Botucatu, p. 44-46, 1998.
- HALL, M.B. **Calculation of non-estructural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida, 2000. P. A-25 (Bulletin 339, April-2000).
- IPHARREGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Review: soyhulls for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1052-1073, 2003.
- JOHNSON, M.M.; PETERS, J.P. Technical Note: An improved method to quantify nonesterified fatty acids in bovine plasma. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.753-756, 1993.
- MÜHLBAH, P. R. F. A casca não vai fora: subproduto das industrias que produzem o farelo “high-protein”, a casca de soja pode substituir o milho. **A Granja**, n.503, maio, p.28-30, 1990.
- MULRHEAD, S. Soyhulls are acceptable alternative to forage fiber in dairy cows diets. **Feedstuffs**, v. 655, n. 46, p.12, 1993.
- NAKAMURA, K. OWEN, F. G. High amounts of soybean hulls for pelleted concentrate diets. **Journal of Dairy Science**. v. 72, p.988, 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle, 1989 Washington, D.C.: National academy of sciences, 6 ed., 158p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle, 2001, Washington, D.C.: National academy of sciences, 7 ed., 381p.
- OLIVEIRA, P. G. **Uso de produtos gliconeogênicos no pré e pós-parto sobre parâmetros produtivos, reprodutivos e sanguíneo de vacas Holandesas.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2002. 120p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, 2002.
- PEDROSO, A. M.; SANTOS, F. A. P.; IMAIZUMI, H. Casca de soja em substituição ao milho moído em dietas de vacas em lactação. 2005. Milkpoint. Disponível em www.milkpoint.com.br. Acesso em 06-07-2005.
- SARWAR, M., J.L. FIRKINS, M.L. EASTRIDGE. Effects of varying forage and concentrate carbohydrates on nutrient digestibility and milk production by dairy cows. **Journal Dairy Science**. v. 75:1533, 1992.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- 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.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.S. et. al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- STERN, M. D., ZIEMER, C. J. Consider value, cost when selecting non forage fiber. **Feedstuffs**. v. 65, n. 2, p. 14-17, 1993.
- STONE, W C., CHASE, L. E., PELL, A.N., GROHN, Y.T. The effectiveness of soybean hulls as forage or concentrate replacement in early lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 76, (supplement), p. 211, abstract, 1993.
- TRINDER, P. Determination of glucose using an alternative oxygen acceptor. **Annals of Clinical Biochemistry** 6, 24–27. 1969.
- VERBIC, J., CHEN, X.B., MACLEOD, N.A., et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on urine derivatives excretion by steers. **Journal Animal Science**., v.114, n.3, p.243-248. 1990.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, **Proceeding**, Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.
- WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D.C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition.** Englewood Cliffs: Reston. 1988. p. 108-116.

Parâmetros Ruminais e Produção Microbiana de Vacas Leiteiras Alimentadas com Casca de Soja em Substituição ao Fubá de Milho

Resumo – Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da substituição do fubá de milho pela casca de soja sobre a produção de proteína microbiana e parâmetros ruminais de vacas leiteiras. Foram utilizadas 12 vacas puras e mestiças HZ, em sistema de confinamento tipo “Tie Stall”. Os animais foram distribuídos em três quadrados latinos (4x4) de acordo com o período de lactação. O experimento foi constituído de quatro períodos, cada um com duração de 15 dias, sendo sete dias de adaptação e 8 dias para coleta de dados. Os tratamentos foram determinados com níveis crescentes de casca de soja (0, 33, 67 e 100%), em substituição ao fubá de milho no concentrado. A relação volumoso:concentrado foi 50:50, base matéria seca. As dietas isonitrogenadas foram formuladas para atender às exigências de vacas pesando 600 kg e produzindo 30 kg de leite, segundo o NRC (2001). Não houve diferença entre tratamentos sobre o pH e a concentração de N-NH₃ do líquido ruminal dentro dos tempos de amostragem. Os valores de nitrogênio uréico do leite (NUL) decresceram de forma linear com o aumento do nível de casca de soja no concentrado. O balanço de nitrogênio não foi afetado pelos níveis de casca de soja. A substituição do fubá de milho pela casca de soja reduziu linearmente o valor de nitrogênio microbiano. Não houve diferença para a eficiência microbiana entre as dietas o valor médio para eficiência microbiana obtido neste experimento foi de 112,60 g de PB microbiana/kg de NDT. A casca de soja pode substituir em até 100% o fubá de milho em dietas de vacas leiteiras alimentadas com 50% de concentrado e produzindo 30 kg de leite/dia.

Palavras-chave: alantoína, ácido úrico, uréia

Ruminal Parameters and Microbial Production of Dairy Cows Feeding Soybean Hulls Replaced Corn Meal

Abstract - This work was carried one evaluated the effects of corn meal replacement by soybean hulls on intake, apparent digestibility of nutrients, productive performance, ingestive behavior of dairy cows. Twelve purebred and crossbred Holstein cows in Tie Stall were assigned to three latin squares (4x4) during lactation period. The experiment had four periods, of fifteen days each, with seven days of adaptation to the diets and eight days for data collection. Increasing levels of soybean hulls (0, 33, 67 and 100%) replaced corn meal in the concentrate. Forage:concentrate ratio was 50:50, in dry matter basis. Isonitrogenous diet assisted cows weighing 600 kg and producing 30 kg of milk, according to NRC (2001). Ruminal pH and ammonia concentration did not differ at the collection time. Milk urea nitrogen (MUN) values decreased in a lineal way increasing levels of soybean hulls in the concentrate. Levels of soybean hulls did not affect nitrogen balance. The one of substitution of the corn meal for the soybean hulls reduced the value of microbial nitrogen lineally. There was not difference for the microbial efficiency among the diets the medium value for microbial efficiency obtained in this experiment it was of 112,60 g of CP mic/kg of TDN. The soybean hulls can replace in up to 100% corn meal on diets of dairy cows fed with 50% of concentrated and producing 30 kg/day.

Keyword: allantoin, uric acid, urea

INTRODUÇÃO

De todos os fatores do meio ruminal, o pH é o mais susceptível a variação, e a ração é o fator determinante destas mudanças. A manutenção do pH ruminal é o resultado da produção, neutralização e eliminação dos prótons no meio ruminal (Calsamiglia & Farret, 2002). A fermentação de carboidratos não estruturais é energeticamente mais eficiente, mas também é altamente acidogênica. Portanto, a associação de carboidratos não fibrosos e carboidratos fibrosos pode manter as condições ruminais para uma adequada produção microbiana, impedindo grandes flutuações no pH ruminal, já que os carboidratos fibrosos apresentam a capacidade tamponante do meio ruminal (Calsamiglia & Farret, 2002).

A absorção de amônia através da parede do rúmen é a principal rota para a amônia que não foi assimilada pelos microrganismos, ser removida da circulação portal pelo fígado, onde entra no ciclo da uréia (Lobley et al. 1995). Quando a taxa de síntese de amônia é maior do que sua utilização pelos microrganismos, observa-se elevação na concentração de amônia no rúmen, com conseqüente aumento na excreção de uréia, aumento no custo energético da produção de uréia, resultando, dessa forma, em perda de proteína (Russel et al., 1992).

De acordo com Huntington & Archibeque (1999), existem três grandes áreas de aplicação prática da informação relacionada ao uso dos compostos nitrogenados não protéicos pelos ruminantes domésticos que são: 1) sincronização da fermentação de carboidrato e compostos nitrogenados no rúmen; 2) nitrogênio uréico como uma conveniente determinação do estatus protéico, e 3) fluxo de nitrogênio dentro de um sistema ecológico.

A sincronização da fermentação ruminal produz melhoria na digestão da fibra, aumenta a produção da biomassa microbiana e conseqüentemente maior produção de proteína microbiana, e ainda decresce a absorção de amônia (Huntington & Archibeque, 1999).

Essa sincronização é possível com dietas que contêm parte dos carboidratos fibrosos dos alimentos com alta digestibilidade. Assim seria possível a sua utilização com fontes de nitrogênio não protéico, podendo contribuir para a melhoria da utilização da amônia ruminal.

Entretanto, o resultado de uma extensa revisão de literatura feita por Ipharraguerre & Clarck (2003) mostrou que nem a quantidade de nitrogênio microbiano que flui para o intestino e nem a eficiência de crescimento microbiano foram afetados pela substituição de grãos ou forragens pela casca de soja em dietas de vacas leiteiras.

Sendo assim, com o objetivo de avaliar o efeito da substituição do fubá de milho pela casca de soja nos parâmetros ruminais, concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana de vacas leiteiras, realizou-se o presente trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia (DZO), na Universidade Federal de Viçosa (UFV), durante o período de agosto a setembro de 2003.

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa Malhada de Preto, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4 X 4 de acordo com o período de lactação. As produções médias diárias de leite, semanas de lactação, escore da condição corporal por quadrado latino são apresentados na Tabela 1.

A avaliação do escore da condição corporal foi feita por um mesmo avaliador, sendo a escala de 1 a 5 (1 – muito magra e 5 – muito gorda) de acordo com Edmonson et al. (1989).

O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 15 dias cada um, sendo os sete primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para avaliação do pH e N amoniacal do líquido ruminal, a concentração de nitrogênio uréico no leite e no plasma, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana.

Tabela 1 – Médias iniciais e finais da produção de leite diária, semana de lactação e escore da condição corporal por quadrado latino (QL)

Item	Dias em lactação		Produção de leite (kg/vaca/dia)		ECC*	
	Inicial	final	Inicial	final	Inicial	final
QL 1	54	113	30,30	27,03	2,81	2,94
QL 2	77	136	40,38	32,80	2,63	2,50
QL 3	132	191	27,48	25,05	2,44	2,50

* Escala de 1 a 5 (1 – muito magra e 5 – muito gorda) de acordo com Edmonson et al. (1989).

Os animais foram alimentados com silagem de milho e a relação volumoso:concentrado foi de 50:50, na base da matéria seca. As dietas foram constituídas de casca de soja em substituição ao fubá de milho nos níveis de 0; 33; 67 e 100%, perfazendo na matéria seca total da dieta em 0; 10; 20 e 30% de inclusão de casca de soja (Tabela 2).

Tabela 2 – Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca, em função dos níveis de substituição do fubá de milho por casca de soja no concentrado

Ingrediente	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)			
	0	33	67	100
Silagem de milho	50,00	50,00	50,00	50,00
Casca de soja	0,00	10,00	20,00	30,00
Fubá de milho	30,00	20,00	10,00	0,00
Farelo de soja	15,42	14,92	14,63	13,33
Farelo de trigo	1,70	2,59	3,23	4,62
Uréia + sulfato de amônio	0,55	0,40	0,20	0,13
Calcário calcítico	0,41	0,27	0,12	0,00
Bicarbonato + MgO	1,00	1,00	1,00	1,00
Mistura mineral ¹	0,92	0,92	0,92	0,92

¹ - Sal comum; fosfato bicálcico; flor de enxofre; sulfato de zinco; sulfato de manganês; iodato de potássio, sulfato de cobre; sulfato de cobalto.

As análises químico-bromatológicas dos concentrados, casca de soja e silagem de milho são apresentadas na Tabela 3, e das dietas na Tabela 4.

Tabela 3 – Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos não fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Lig) nos alimentos (% da matéria seca), em função dos níveis de substituição do fubá de milho por casca de soja no concentrado

Item	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)				Casca de soja	Fubá de Milho	Silagem de milho
	0	33	67	100			
MS	87,96	87,94	88,22	88,57	91,46	87,54	33,53
MO	93,87	92,59	91,64	90,27	96,72	98,50	95,47
PB	21,52	21,11	21,10	21,92	12,02	9,15	5,50
PIDN	1,68	2,09	2,52	2,91	2,86	0,87	1,55
PIDA	0,63	0,73	0,82	0,91	0,86	0,38	0,80
EE	2,27	2,14	1,98	1,67	3,10	3,97	2,24
CHO	70,08	69,34	68,56	66,68	81,60	84,90	87,73
FDN	12,62	21,09	32,47	42,45	63,81	15,28	57,22
FDNcp	4,90	15,54	26,06	36,13	58,17	11,62	53,26
CNF	57,46	48,25	36,09	24,23	17,79	74,59	30,51
CNFcp	65,18	53,80	42,50	30,55	23,43	75,79	34,47
FDA	4,29	11,80	21,21	29,27	42,35	3,78	31,61
Lig	1,09	1,47	2,42	3,03	3,94	1,66	4,75

As dietas foram formuladas, de acordo com o NRC (2001), para serem isonitrogenadas e atender aos requerimentos nutricionais de vacas pesando 600 kg de peso corporal, não gestantes e produzindo 30 kg de leite/dia com 3,5% de gordura.

Na Tabela 4 são apresentadas as análises químico-bromatológicas das dietas experimentais.

Os animais foram manejados em baias individuais, tipo “Tie Stall”, onde receberam alimentação *ad libitum* duas vezes ao dia, às 8:00 e às 17:00 horas.

Tabela 4 – Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos não fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Lig) nas dietas (% da matéria seca), em função dos níveis de substituição do fubá de milho por casca de soja no concentrado

Item	Níveis substituição do milho pela casca de soja (%)			
	0	33	67	100
MS	60,74	60,73	60,87	61,05
MO	94,67	94,03	93,55	92,87
PB	13,51	13,30	13,30	13,71
PIDN	1,61	1,82	2,03	2,23
PIDA	0,71	0,76	0,81	0,85
EE	2,25	2,19	2,11	1,95
CHO	78,90	78,53	78,14	77,20
FDN	34,92	39,15	44,84	49,83
FDNcp	29,08	34,40	39,66	44,69
CNF	43,98	39,38	33,30	27,37
CNFcp	49,82	44,13	38,48	32,51
FDA	17,95	21,70	26,41	30,44
Lig	2,92	3,11	3,58	3,89

O líquido ruminal foi coletado, utilizando-se sonda esofágica, segundo Ortolani (1981), para determinação do pH e da concentração de amônia, nos tempos 0 (zero) antes da alimentação e três horas após a alimentação matinal do 15^o dia de cada período experimental. Amostras de 50 ml de líquido ruminal foram retiradas para leitura imediata do pH, utilizando-se potenciômetro. Após a leitura, as amostras foram acondicionadas em frascos de plásticos contendo 1mL de ácido sulfúrico 50 % (v/v), e armazenadas em congelador à -15^oC para posteriores análises de nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

Para determinação de N-NH₃, foram retiradas alíquotas de 8 mL de líquido ruminal das amostras descongeladas e adicionado 2 mL de ácido tricloroacético à 25 % (p/v). Após repouso de 30 minutos, foram levadas à centrífuga durante 15 minutos, a 5.000 rpm. Do sobrenadante, retirou-se 4 mL para destilação com 10 mL de KOH 2N, segundo o método micro Kjeldahl, descrito em Silva & Queiroz (2002).

As amostras de leite, aproximadamente 300 mL, foram coletadas no 13^o dia de cada período experimental, nas ordenhas da manhã e da tarde, para realizar as análises de compostos nitrogenados totais, alantoína e uréia. Parte das amostras compostas proporcionais foram acondicionadas em frascos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidas entre 2 e 6°C, e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, no município de Juiz de Fora - MG, para fins de análise dos compostos nitrogenados totais. Uma outra parte da amostra composta de leite foi desproteïnizada com ácido tricloroacético (10 mL de leite foram misturados com 5 mL de ácido tricloroacético a 25%), filtrado em papel-filtro e armazenado a -15 °C, sendo as análises de uréia e alantoína realizadas no filtrado.

Amostras *spot* de urina foram obtidas de todas as vacas no 14^o dia de cada período experimental, quatro horas após a alimentação matinal, durante micção estimulada por massagem na vulva. A urina foi filtrada e alíquotas de 10 mL foram retiradas e diluídas imediatamente em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036N, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e a precipitação do ácido úrico, e armazenadas a -15 °C para posteriores análises de nitrogênio total, uréia, alantoína, ácido úrico e creatinina.

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido 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 determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi feita segundo técnica descrita em Silva & Queiroz (2002).

Foram coletadas amostras de sangue de todas as vacas no 14^o dia de cada período experimental, quatro horas após a alimentação matinal, utilizando seringas e agulhas descartáveis e EDTA como anticoagulante. Logo após a coleta, as amostras foram centrifugadas (5000 rpm por 15 minutos) e o plasma sanguíneo acondicionado em recipientes de vidro e congelado -15 °C para posteriores análises de uréia.

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 na urina foram realizadas por meio de kits comerciais (Labtest).

O volume urinário total diário foi estimado admitindo-se excreções urinárias diárias de creatinina de 24,05 mg/kg de peso vivo (PV) (Chizzotti, 2004) dividido pelos valores observados de concentração de creatinina na urina, segundo Valadares Filho & Valadares (2001).

A excreção total de 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 (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (Y, mmol/dia), por meio da equação $Y = 0,85X + 0,385 PV^{0,75}$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e 0,385 $PV^{0,75}$ a contribuição endógena para excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

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

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5 estão apresentados os valores do pH e de amônia do líquido ruminal, obtidos para as dietas nos diferentes tempos de amostragem. Observa-se que não houve diferença entre tratamentos sobre o pH do líquido ruminal dentro dos tempos de amostragem. Os valores de 7,48 para antes da alimentação e 7,26 para três horas após a alimentação encontram-se acima de 6,7 a 7,1, que compreende o pH

para um máximo crescimento microbiano (Hoover & Stokes, 1991) e também estão acima da faixa de pH sugerido por Van Soest (1994), para que haja atividade normal no rúmen que é de $6,7 \pm 0,5$. Pode ser que o método utilizado para a retirada do líquido ruminal, que foi via sonda esofágica segundo Ortolani (1981), tenha contribuído para os valores estarem acima do valor máximo sugerido pelos autores supracitados, pelo fato que pode ter ocorrido contaminação com saliva na retirada do líquido ruminal.

Tabela 5 – Valores médios de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) antes (0) e 3 horas após a alimentação matinal de vacas recebendo diferentes níveis de casca de soja em substituição ao fubá de milho e suas equações de regressão (ER), R² e coeficientes de variação (CV)

Tempo	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)				ER	CV (%)
	0	33	67	100		
pH						
0	7,48	7,48	7,44	7,53	$\hat{Y} = 7,48$	3,63
3	7,24	7,21	7,29	7,30	$\hat{Y} = 7,26$	2,78
N-NH ₃ (mg/100 mL)						
0	8,26	7,14	6,99	8,21	$\hat{Y} = 7,65$	23,54
3	13,41	13,38	13,87	13,22	$\hat{Y} = 13,47$	20,15

A substituição do fubá de milho pela casca de soja não afetou os níveis de amônia do líquido ruminal dentro dos diferentes tempos de amostragem. O valor mínimo encontrado neste estudo, imediatamente antes da alimentação matinal, está de acordo com os sugeridos por Satter & Slyter (1974), citados por Leng (1990), de 5 a 8 mg/100 mL para o máximo crescimento microbiano, mostrando-se ainda que em nenhum dos valores obtidos foram inferiores aos sugeridos por estes autores.

Leng (1990), relata que seriam necessários valores de amônia do líquido ruminal de 10 e 20 mg/100 mL para promover a máxima digestibilidade e consumo, respectivamente, para forragens de baixo teor de nitrogênio e baixa digestibilidade. A média dos tratamentos no tempo de amostragem três horas após alimentação do presente estudo está entre os níveis relatado pelo autor supracitado. Porém, Mehrez et al. (1977) recomendaram que a concentração de amônia que promoveria maior taxa de

fermentação seria 23,5 mg de N-NH₃/100 mL de líquido ruminal. Entretanto, este nível de concentração de amônia é praticamente impossível de se manter ao longo do intervalo da alimentação.

Na Tabela 6 encontram-se os resultados referentes aos níveis de excreção urinária de uréia (EU-urina), e as concentrações de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP), e relação NUL/NUP obtidos para as dietas. Não foram observadas diferenças para EU-urina, NUP e na relação NUL/NUP entre as dietas experimentais.

Tabela 6 – Excreção urinária de uréia (EU-urina), concentração de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP), e relação NUL/NUP obtidos para vacas recebendo diferentes níveis de casca de soja em substituição ao fubá de milho e suas equações de regressão (ER), R² e coeficientes de variação (CV)

Tempos	Níveis de casca de soja (%)				ER ¹	R ²	CV (%)
	0	33	67	100			
EU-urina (mg/kg PV)	214,39	187,59	175,22	179,06	$\hat{Y} = 189,06$		28,00
NUL, mg/dL	16,27	14,69	14,18	14,13	$\hat{Y} = 15,8596 - 0,0207 \cdot CS$	0,80	17,04
NUP, mg/dL	16,47	15,27	15,15	15,58	$\hat{Y} = 15,62$		13,61
NUL/NUP	0,98	0,96	0,94	0,90	$\hat{Y} = 0,94$		38,23

¹ = Nível de significância de 5% de probabilidade.

CS = Nível de substituição do milho pela casca de soja.

O nível médio de excreção urinária de uréia esta abaixo da faixa relatada por Oliveira et al. (2001), que variaram de 217,05 a 358,80 mg/kg PV, utilizando elevados níveis de uréia na dieta.

Os valores de NUL decresceram de forma linear com o aumento do nível de casca de casca de soja no concentrado. Este resultado está coerente com os valores biológicos de excreção de uréia na urina e NUP que também decresceram com o aumento da inclusão de casca de soja na dieta.

Segundo Butler et al. (1995) o nível máximo que a concentração de NUL pode atingir sem haver comprometimento da reprodução é de 19 mg/dL, sendo que os valores encontrados no presente estudo para todas as dietas estão abaixo deste valor, como também estão acima do valor de 12,40 mg/dL observado por Broderick (2003) encontrado para dietas com melhor balanceamento de proteína e energia.

Os consumo de compostos nitrogenados totais (NT), as excreções de compostos nitrogenados nas fezes (N-fecal), na urina (N-urina) e a secreção no leite (N-leite) e o balanço de nitrogênio (BN), estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Consumos de compostos nitrogenados totais (NT), excreção de compostos nitrogenados nas fezes (N-fecal), na urina (N-urina) e no leite (N-leite), balanço de N (BN) obtidos para vacas recebendo diferentes níveis de casca de soja em substituição ao fubá de milho e suas equações de regressão (ER) e coeficiente de variação (CV)

Tempos	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)				ER ¹	CV (%)
	0	33	67	100		
NT, g/dia	459,35	453,59	459,14	450,99	$\hat{Y} = 455,77$	5,80
N-fecal, g/dia	140,12	142,46	136,26	148,57	$\hat{Y} = 141,85$	14,62
N-urina, g/dia	172,25	131,92	139,73	149,31	$\hat{Y} = 148,30$	24,29
N-leite, g/dia	156,23	149,19	153,31	147,35	$\hat{Y} = 151,52$	7,44
BN g/dia	-9,26	30,01	29,83	5,75	$\hat{Y} = 14,08$	656,51

¹= Nível de significância de 5% de probabilidade.

A substituição do fubá de milho pela casca de soja não afetou o consumo de nitrogênio total, isto porque o consumo de proteína não foi afetado pelos tratamentos.

Não houve diferença para as excreções de compostos nitrogenados nas fezes e na urina.

A secreção de nitrogênio no leite não foi influenciada pelos níveis de casca de soja na dieta, este resultado é devido aos tratamentos não diferirem nos valores para a produção de leite e nem na concentração da proteína do leite.

O balanço de nitrogênio não foi afetado pelos níveis de inclusão de casca de soja isto porque as dietas foram isoprotéicas e pelo alto grau de instabilidade dos dados tendo em vista o alto valor do coeficiente de variação que atingiu 656,51%.

Na Tabela 8 são apresentadas as excreções de alantoína na urina (ALU), a secreção de alantoína no leite (ALL), de ácido úrico na urina (ACU), purinas totais (PT) e purinas absorvidas (PA), síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência microbiana (Emic) em função dos níveis crescentes de casca de soja na dieta.

Tabela 8 – Excreções de alantoína na urina (ALU), no leite (ALL), ácido úrico na urina (ACU), purinas totais (PT), purinas absorvidas (PA), síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência microbiana (g PB mic/kg NDT) obtidos para vacas recebendo diferentes níveis de casca de soja em substituição ao fubá de milho e suas equações de regressão (ER), R² e coeficientes de variação (CV)

Tempos	Níveis de substituição do milho pela casca de soja (%)				ER ¹	R ²	CV (%)
	0	33	67	100			
ALU (mmol/dia)	347,44	292,01	280,60	290,56	$\hat{Y} = 346,232 - 2,0230*CS$	0,60	17,30
ALL (mmol/dia)	4,18	4,10	4,19	4,11	$\hat{Y} = 4,14$	NS	2,99
ACU (mmol/dia)	19,45	22,21	22,58	23,61	$\hat{Y} = 21,96$	NS	34,76
PT (mmol/dia)	371,03	318,37	307,32	318,31	$\hat{Y} = 328,757 - 6,1713*CS$	0,58	16,03
PA (mmol/dia)	380,94	318,65	305,73	319,02	$\hat{Y} = 331,085 - 4,5236*CS$	0,57	18,72
Nmic (g/dia)	276,96	231,67	222,27	231,94	$\hat{Y} = 240,710 - 1,1251*CS$	0,57	18,72
g PB mic/kg NDT	109,95	121,51	105,78	99,92	$\hat{Y} = 112,60$	NS	20,13

¹= Nível de significância de 5% de probabilidade.

CS = Nível de substituição do milho pela casca de soja.

A de substituição do fubá de milho pela casca de soja reduziram linearmente os valores de ALU, PT, PA e Nmic. Estes resultados podem ser explicados pela redução no consumo NDT e conseqüentemente a falta de substrato energético para o crescimento microbiano, isto reduziu a massa microbiana como pode ser observado pela redução de Nmic.

Não houve diferença para a eficiência microbiana entre as dietas, talvez porque houve uma proporcionalidade na redução do consumo de NDT e redução na síntese de compostos microbianos. O valor médio para eficiência microbiana obtido neste experimento de 112,60 g de PB microbiana/kg de NDT está abaixo daquele sugerido pelo NRC (2001) que é de 130 g de PB microbiana/kg de NDT.

CONCLUSÕES

A casca de soja pode substituir em até 100% o fubá de milho em dietas de vacas leiteiras alimentadas com 50% de concentrado e produzindo 30 kg de leite/dia, e seu uso dependerá apenas de fatores econômicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELYER, R. L., STEEVENS, B. J. CLUBB, A. P. Variation in composition of by-products feeds. **Journal Dairy Science**, v. 72, p. 2339-2345, 1989.
- BERNARD, J. K., McNEILL, W. W. Effect of high fiber energy supplements on nutrient digestibility and milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p.991-995, 1991.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIRÓZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- CHEN, X.B., GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – na overview of technical details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (occasional publication). 21p. 1992.

- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v. 63, p.1476-1483, 1986.
- CRAIG, W.M., HONG, B.J., BRODERICK, G.A., et al, In vitro inoculum enriched with particle associated microorganisms for determining rates of fiber digestion and protein degradation. **Journal of Dairy Science**, 50(4):523-526.
- EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T. WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal Dairy Science**. v. 72, p.68-78, 1989.
- ELLIOT, J. P., DRACKLEY, G. C., FAHEY, J. R., SHANKS, R. D. Utilization of supplemental fat by dairy cows fed diets varying in content of nonstructural carbohydrates. **Journal of Dairy Science**. v. 78, p. 1512-1525, 1995.
- FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. Propriedades e composição do leite. In: **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo, Lemos Editorial, 2000. 175p. p.17-26.
- GOMES, I. P. O. ANDRADE, P. Níveis de substituição de milho por casca de grão de soja na dieta de bovinos II. Digestibilidade aparente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, **Anais...** Botucatu, p. 44-46, 1998.
- HALL, M.B. **Calculation of non-estructural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida, 2000. P. A-25 (Bulletin 339, April-2000).
- IPHARREGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Review: soyhulls for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1052-1073, 2003.
- JOHNSON, M.M.; PETERS, J.P. Technical Note: An improved method to quantify nonesterified fatty acids in bovine plasma. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.753-756, 1993.
- MÜHLBAH, P. R. F. A casca não vai fora: subproduto das industrias que produzem o farelo "high-protein", a casca de soja pode substituir o milho. **A Granja**, n.503, maio, p.28-30, 1990.
- MULRHEAD, S. Soyhulls are acceptable alternative to forage fiber in dairy cows diets. **Feedstuffs**, v. 655, n. 46, p.12, 1993.
- NAKAMURA, K. OWEN, F. G. High amounts of soybean hulls for pelleted concentrate diets. **Journal of Dairy Science**. v. 72, p.988, 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle, 1989 Washington, D.C.: National academy of sciences, 6 ed., 158p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle, 2001, Washington, D.C.: National academy of sciences, 7 ed., 381p.
- OLIVEIRA, P. G. **Uso de produtos gliconeogênicos no pré e pós-parto sobre parâmetros produtivos, reprodutivos e sanguíneo de vacas Holandesas**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2002. 120p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, 2002.

- PEDROSO, A. M.; SANTOS, F. A. P.; IMAIZUMI, H. Casca de soja em substituição ao milho moído em dietas de vacas em lactação. 2005. Milkpoint. Disponível em www.milkpoint.com.br. Acesso em 06-07-2005.
- SARWAR, M., J.L. FIRKINS, M.L. EASTRIDGE. Effects of varying forage and concentrate carbohydrates on nutrient digestibility and milk production by dairy cows. **Journal Dairy Science**. v. 75:1533, 1992.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- 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.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.S. et. al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- STERN, M. D., ZIEMER, C. J. Consider value, cost when selecting non forage fiber. **Feedstuffs**. v. 65, n. 2, p. 14-17, 1993.
- STONE, W C., CHASE, L. E., PELL, A.N., GROHN, Y.T. The effectiveness of soybean hulls as forage or concentrate replacement in early lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 76, (supplement), p. 211, abstract, 1993.
- TRINDER, P. Determination of glucose using an alternative oxygen acceptor. **Annals of Clinical Biochemistry** 6, 24–27. 1969.
- VERBIC, J., CHEN, X.B., MACLEOD, N.A., et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on urine derivatives excretion by steers. **Journal Animal Science**., v.114, n.3, p.243-248. 1990.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, **Proceeding**, Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.
- WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D.C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Reston. 1988. p. 108-116.

Consumo, Digestibilidade Aparente dos Nutrientes, Desempenho Produtivo e Comportamento Ingestivo de Vacas Leiteiras Alimentadas com Diferentes Níveis de Casca de Caroço de Algodão

Resumo – Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão da casca do caroço de algodão na dieta sobre o consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, desempenho produtivo e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com silagem de milho. Foram utilizadas 12 vacas puras e mestiças HZ, em sistema de confinamento tipo “Tie Stall”. Os animais foram distribuídos em três quadrados latinos (4x4) de acordo com o período de lactação. O experimento foi constituído de quatro períodos, cada um com duração de 15 dias, sendo sete dias de adaptação e 8 dias para coleta de dados. Os animais foram alimentados com 65% de silagem de milho na base da matéria seca. As dietas foram constituídas de níveis crescentes de casca do caroço de algodão em substituição a silagem de milho em 0; 10,7; 21,5 e 32,3%, perfazendo na base matéria seca total da dieta em 0; 7; 14 e 21% de inclusão de casca do caroço de algodão. As dietas foram formuladas para atender às exigências de vacas pesando 600 kg e produzindo 25 kg de leite, segundo o NRC (2001). O consumo de MS em kg/dia e em % do peso vivo foram afetados quadraticamente pela inclusão da casca do caroço de algodão. Para os valores expressos por unidade de tamanho metabólico houve aumento linear com o aumento do nível de inclusão da casca do caroço de algodão. Houve aumento linear no consumo, com acréscimo do nível de inclusão da casca do caroço de algodão, para MO, EE, CHO e FDN. O consumo de proteína foi influenciado de forma quadrática, estimou-se o consumo máximo de 2,73 kg/dia com 18,94% de inclusão de casca do caroço de algodão na dieta. As digestibilidades aparentes não foram afetadas pelas dietas. As produções de leite sem e com correção para 3,5% de gordura não foram afetadas pelos níveis de casca do caroço do algodão nas dietas. Não houve efeito nos tempos despendidos com alimentação, ruminação e ócio e as eficiências de alimentação e ruminação para MS e FDN foram linearmente superiores para os níveis crescentes de casca de caroço de algodão na dieta. A casca de caroço de algodão pode substituir a silagem de milho em até 21% da matéria seca total da dieta de vacas leiteiras produzindo em média 25 kg de leite/dia.

Palavras-chave: ácidos graxos não esterificados, bovino, variação de peso

Intake, Apparent Digestibility, Milk Production and Composition and Ingestive Behavior of Dairy Cows Feeding Differs Levels of Cottonseed Hulls

Abstract - This work was carried out to evaluate the effects of corn meal replacement by soybean hulls on intake, apparent digestibility of nutrients, productive performance, ingestive behavior, ruminal parameters and microbial production of dairy cows. Twelve purebred and crossbred Holstein cows in Tie Stall were assigned to three latin squares (4x4) during lactation period. The experiment had four periods, of fifteen days each, with seven days of adaptation to the diets and eight days for data collection. Animals were fed with 65% of corn silage in dry matter basis. Replacements of corn silage on diets were constituted by increasing levels of cottonseed hulls (0; 10.7; 21.5 and 32.3%), with inclusion of 0; 7; 14 and 21% of cottonseed hulls from total dry matter of the diet. Isonitrogenous diet assisted cows weighing 600 kg and producing 25 kg of milk, according to NRC (2001). DM intake of BW (in kg/day and in %) was affected quadratically by inclusion of cottonseed hulls. There were linear increases on metabolic size expressed values. Also, there was linear increase in OM, EE, CHO and NDF intake, by increasing levels of inclusion of cottonseed hulls. Protein intake was influenced in a quadratic way, maximum intake of 2.73 kg/day was estimated with 18.94% with the inclusion of cottonseed hulls on the diet. The apparent digestibility was not affected by diets. Cottonseed hulls levels did not affect milk productions with and without correction for 3.5% of fat. There were no effect on eating time, rumination and idleness, while feeding and rumination efficiencies for DM and NDF were linearly superior for increases of cottonseed hulls levels on diet. Cottonseed hulls can replace corn silage in up to 21% of the total dry matter on dairy cows diets producing 25 kg/day on average.

Keywords: non-esterified fatty acids, bovine, body change

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de algodão caiu vertiginosamente no início da década de 90, devido em grande parte à abertura econômica do mercado via redução de tarifas de importação. Era mais fácil para o país adquirir algodão no exterior a preço mais vantajoso e de melhor qualidade (Bondioli, 2000). Com a melhoria da economia e desvalorização do real perante o dólar a produção de algodão no Brasil voltou a crescer e recuperar mercado.

Na alimentação animal o caroço de algodão pode ser utilizado na sua forma original ou fornecerá subprodutos como o farelo de algodão e a casca do caroço de algodão. Várias pesquisas têm sido feitas nas últimas décadas para determinar a melhor forma de se utilizar o caroço e o farelo de algodão na alimentação animal, porém, o mesmo não ocorre com casca do caroço de algodão.

Até o presente momento não existe nenhum dado na literatura brasileira sobre a utilização e qual o nível de inclusão na dieta que proporcione o melhor retorno econômico da casca do caroço de algodão na alimentação de vacas leiteiras. Na literatura internacional existem poucas referências sobre o assunto, tornando as recomendações de utilização ainda duvidosas.

Além da cultura do algodão configurar novamente entre as grandes culturas do Brasil, ou seja produzir grande quantidade de produto e subprodutos, a casca do caroço de algodão tem um rendimento significativo no processamento do caroço de algodão, pois para cada tonelada de caroço de algodão processado resultam aproximadamente 245 kg de casca (Hall & Akinyode, 2000).

Apesar do elevado teor de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido da casca do caroço de algodão, este subproduto tem uma característica peculiar de não afetar o consumo de alimento. Em vários trabalhos o consumo foi aumentado pela inclusão de casca do caroço de algodão na dieta de vacas leiteiras (Harris, et al., 1983, Van Horn et al., 1984, Morales et al., 1989, Adams et al., 1995, Gu et al., 1996, Gu & Moss, 1996, citados por Hall & Akinyode, 2000).

A digestão da casca do caroço de algodão e seu efeito na digestibilidade de outros componentes da ração é provavelmente influenciada pela sua forma física como também composição bromatológica (Hall & Akinyode, 2000).

Os resultados de produção de leite de vacas consumindo dietas contendo casca do caroço de algodão tem sido equivalente ou maior que as dietas controle contendo silagem de milho ou feno de alfafa (Hall & Akinyode, 2000). A percentagem de gordura decresceu na dieta contendo 30% de casca do caroço de algodão (2,27%), comparado com a dieta contendo 35% de feno de alfafa (3,38%). Resultados de estudos onde a silagem ou o feno de alfafa foi substituída entre 10 a 14% por casca do caroço de algodão não afetou o teor de gordura (Hall & Akinyode, 2000).

Hall & Akinyode (2000), comentaram que geralmente dietas contendo casca do caroço de algodão não afetam o teor de proteína do leite, exceto no estudo de Gu et al. (1996), onde o teor de proteína foi maior (3,23%) para a dieta contendo casca do caroço de algodão em relação à dieta com silagem de milho (3,02%), quando a proteína não degradada no rúmen foi de 33% da proteína bruta.

Desta forma, devido à carência de informações sobre aspectos produtivos, fisiológicos e níveis adequados da inclusão de casca do caroço de algodão na alimentação de vacas em lactação, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da substituição da silagem de milho pela casca do caroço de algodão sobre o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, o desempenho produtivo e o comportamento ingestivo de vacas leiteiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia (DZO), na Universidade Federal de Viçosa (UFV), durante o período de agosto a setembro de 2003.

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa Malhada de Preto, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4 X 4 de acordo com o período de lactação. As produções médias diárias de leite, semanas de lactação e escore da condição corporal por quadrado latino são apresentadas na Tabela 1.

A avaliação do escore da condição corporal foi feita por um avaliador, sendo a escala de 1 a 5 (1 – muito magra e 5 – muito gorda) de acordo com Edmonson et al. (1989).

Tabela 1 – Médias iniciais e finais da produção de leite diária, semana de lactação e escore da condição corporal por quadrado latino (QL)

Item	Dias em lactação		Produção de leite (kg/vaca/dia)		ECC*	
	Inicial	final	Inicial	final	Inicial	final
QL 1	130	190	27,30	23,73	2,75	2,67
QL 2	137	197	29,80	25,32	2,50	2,50
QL 3	192	252	25,25	22,01	2,50	2,50

* Escala de 1 a 5 (1 – muito magra e 5 – muito gorda) de acordo com Edmonson et al. (1989).

O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 15 dias cada um, sendo os sete primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para avaliação do consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição do leite, variação de peso, determinação dos níveis plasmáticos de ácidos graxos não-esterificados (AGNE) e avaliação do comportamento ingestivo.

Os animais foram alimentados com 65% de silagem de milho na base da matéria seca. As dietas foram constituídas de níveis crescentes de casca do caroço de algodão em substituição a silagem de milho em 0; 10,7; 21,5 e 32,3%, perfazendo na base matéria seca total da dieta em 0; 7; 14 e 21% de inclusão de casca do caroço de algodão (Tabela 2).

As análises químico-bromatológicas dos concentrados, casca do caroço de algodão e silagem de milho são apresentadas na Tabela 3 e na Tabela 4 são apresentadas as análises químico-bromatológicas das dietas experimentais.

As dietas foram formuladas, de acordo com o NRC (2001), para serem isonitrogenadas e atender aos requerimentos nutricionais de vacas pesando 600 kg de peso corporal, não gestantes, com ganho de peso médio diário de 300 gramas e produzindo 30 kg de leite/dia com 3,5% de gordura.

Tabela 2 – Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca, em função dos níveis de substituição da silagem de milho por casca de caroço de algodão

Ingrediente	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)			
	0	7	14	21
Silagem de milho	65,00	58,00	51,00	44,00
Casca de algodão	0	7,00	14,00	21,00
Fubá de milho	15,50	16,10	16,70	16,70
Farelo de soja	14,70	15,18	15,68	16,08
Farelo de trigo	3,58	2,50	1,40	1,00
Uréia pecuária ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal mineralizado ²	0,82	0,82	0,82	0,82

¹ Mistura uréia + sulfato de amônia (9:1). ² Sal comum; fosfato bicálcico; calcário calcítico; flor de enxofre; sulfato de zinco; sulfato de manganês; iodato de potássio, sulfato de cobre; sulfato de cobalto.

Tabela 3 – Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos não fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Lig) nos alimentos (% da matéria seca), em função dos níveis de casca de caroço de algodão nas dietas

Item	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)				Casca de algodão	Silagem de milho
	0	7	14	21		
MS	87,71	87,97	87,83	87,73	91,57	34,10
MO	94,58	94,32	94,40	94,74	95,90	94,66
PB	24,75	25,00	24,72	25,70	6,16	6,28
PIDN	2,73	2,47	2,40	2,50	3,31	1,82
PIDA	0,79	0,68	0,70	0,73	2,67	0,76
EE	2,25	2,25	2,54	2,60	2,23	2,09
CHO	67,59	67,07	66,16	66,44	87,51	86,29
FDN	14,49	13,12	12,78	13,26	78,35	52,75
FDNcp	10,49	9,09	8,97	8,75	73,55	49,14
CNF	53,10	53,95	53,38	53,18	9,61	33,54
CNFcp	57,10	57,98	57,19	57,69	13,96	37,15
FDA	5,95	5,18	5,28	5,51	52,63	27,66
Lig	1,22	1,06	0,96	1,11	11,25	4,74

Os animais foram manejados em baias individuais, tipo “Tie Stall”, onde receberam alimentação *ad libitum* duas vezes ao dia, às 8:00 e às 17:00 horas. Diariamente, foram feitas pesagens das quantidades das dietas fornecidas e das sobras de cada tratamento, para estimativa do consumo. Foi feito monitoramento diário do consumo, a fim de manter as sobras de alimento em torno de 10%, com base na matéria natural. No momento da alimentação, durante o período experimental, foram feitas amostragens das dietas e sobras que foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises.

O preparo das amostras compostas dos alimentos por animal e por período fornecidos e das sobras diárias e as análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), compostos nitrogenados totais (NT), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Lig) seguiram as especificações descritas em Silva & Queiróz (2002).

Os carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) em que:

$$\text{CHO} = 100 - (\% \text{ de proteína bruta (PB)} + \% \text{ de extrato etéreo (EE)} + \% \text{ de cinzas})$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) e carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNF_{cp}), foram calculados como proposto por Hall (2000), sendo:

$$\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PB derivada da uréia} + \% \text{uréia}) + \% \text{FDN} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas}].$$
$$\text{CNF}_{\text{cp}} = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PB derivada da uréia} + \% \text{uréia}) + \% \text{FDN}_{\text{cp}} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas}].$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), pela seguinte equação:

$$\text{NDT (\%)} = \text{PBD} + \text{FDND} + \text{CNFD} + 2,25\text{EED}$$

Em que: PBD= proteína bruta digestível; FDND= fibra em detergente neutro digestível; CNFD= carboidratos não-fibrosos digestíveis; e EED= extrato etéreo digestível.

Tabela 4 – Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos não fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Lig) nas dietas (% da matéria seca), em função dos níveis de casca de caroço de algodão nas dietas

Item	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)			
	0	7	14	21
MS	51,79	55,90	59,88	63,87
MO	94,63	94,63	94,75	94,95
PB	12,37	12,45	12,35	12,66
PIDN	2,12	2,14	2,22	2,36
PIDA	0,77	0,87	1,01	1,15
EE	2,14	2,15	2,26	2,29
CHO	80,12	80,03	79,82	80,00
FDN	40,12	41,46	43,14	45,09
FDNcp	36,39	37,63	39,30	40,94
CNF	39,99	38,60	36,74	35,00
CNFcp	43,73	42,40	40,52	39,06
FDA	20,49	21,99	23,77	25,59
Lig	3,57	3,98	4,40	4,91

A quantidade total de MS fecal excretada, utilizada na determinação da digestibilidade aparente dos alimentos, foi estimada pela concentração de fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), obtida após incubação ruminal dos alimentos, sobras e fezes por um período de 144 horas, segundo adaptação de técnica descrita por Cochran et al. (1986). As fezes foram coletadas no 10^o e 13^o dias de cada período experimental, sempre após as ordenhas da manhã e da tarde, sendo acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer à -15°C.

As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes ao dia, fazendo-se o registro da produção de leite. Através de dispositivo acoplado à ordenhadeira, foi

coletada amostra de leite, aproximadamente 300 ml, no 12^o dia, na ordenha da manhã e da tarde, fazendo-se amostras compostas proporcionais as respectivas produções, que foram acondicionadas em fracos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidas entre 2 e 6°C, e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, no município de Juiz de Fora - MG, para fins de análise dos teores de proteína bruta, gordura, lactose e extrato seco total.

A produção de leite corrigida (PLC) para 3,5 % de gordura, foi calculada segundo Sklan et al. (1992), pela seguinte fórmula:

$$\text{PLC} = \{0,432 + (0,1625 \times \% \text{ gordura do leite})\} \times \text{produção de leite em kg/dia.}$$

Foram feitas pesagens individuais dos animais no início e fim de cada período experimental para avaliar a variação de peso. Os pesos dos animais corresponderam às médias de duas pesagens, feitas antes do fornecimento das alimentações e após as ordenhas.

Amostras de sangue foram coletadas no 15^o dia por punção da veia coccígea, utilizando tubos de ensaio com anticoagulante (EDTA). Imediatamente foram centrifugadas a 5.000 rpm por 15 minutos, sendo então retiradas amostras de plasma, que foram acondicionadas em recipientes de vidro e congeladas a -15°C para análise de AGNE. Para a determinação de AGNE, foi utilizado kit comercial (Wako) adotando-se a metodologia de otimização de reagentes proposta por Jonhson & Peters (1993).

No 12^o dia de cada período experimental, os animais foram submetidos à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo. Os animais foram observados a cada dez minutos, durante 24 horas, para determinação do tempo despendido com alimentação, ruminação e ócio. No dia seguinte, foi realizada a contagem do número de mastigações merísticas e tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal. Para essa avaliação, foram feitas observações de três bolos ruminais, em três períodos diferentes do dia (10 -12; 14-16 e 19-21 horas), medindo-se a média do número de mastigações merísticas e o tempo gasto por bolo ruminal.

A eficiência de alimentação (EA), a eficiência de ruminação (ERU), o número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação total por dia (TMT) e o número de mastigações merísticas por dia (NMM) foram obtidos, segundo metodologia descrita por Burger et al. (2000).

Os dados obtidos de consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição de leite, variação corporal do peso dos animais, níveis plasmáticos de AGNE e comportamento ingestivo, foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando um nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5 são mostrados os resultados de consumo de MS, MO, PB, EE, CHO, FDN, CNF e NDT e na Tabela 6 estão apresentadas as respectivas equações de regressão.

O consumo de MS em kg/dia e em % do peso vivo foram afetados quadraticamente pela inclusão da casca do caroço de algodão. Estimou-se o consumo máximo de MS de 21 kg/dia para o nível de inclusão de 16,24% de casca do caroço de algodão e para % do peso vivo em 16,30% de inclusão de casca do caroço de algodão na dieta. Para os valores expressos por unidade de tamanho metabólico houve aumento linear com o aumento do nível de inclusão da casca do caroço de algodão.

Observa-se que houve aumento linear no consumo, com acréscimo do nível de inclusão da casca do caroço de algodão, para MO, EE, CHO e FDN. O consumo de proteína foi influenciado de forma quadrática, estimou-se o consumo máximo de 2,73 kg/dia com 18,94% de inclusão de casca do caroço de algodão na dieta. Os consumos de CNF e de NDT não foram alterados pelo nível de inclusão de casca do caroço de algodão na dieta.

Tabela 5 – Médias, equação de regressão (ER) e coeficientes de determinação (R²) e variação (CV) para os consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos níveis de casca de caroço de algodão na dieta

Item	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)				ER ¹	R ²	CV (%)
	0	7	14	21			
Consumo (kg/dia)							
MS	18,84	20,05	21,17	20,73	$\hat{Y} = 18,767 + 0,2745CA - 0,00845CA^2$	0,96	3,36
MO	17,60	18,47	19,53	19,60	$\hat{Y} = 17,749 + 0,0010CA$	0,92	11,70
PB	2,41	2,59	2,72	2,73	$\hat{Y} = 2,4112 + 0,03410CA - 0,0009CA^2$	1,00	5,24
EE	0,41	0,44	0,46	0,46	$\hat{Y} = 0,4171 + 0,0027CA$	0,87	8,18
CHO	14,78	15,44	16,34	16,40	$\hat{Y} = 14,8770 + 0,0826CA$	0,92	3,83
FDN	7,27	8,14	9,03	9,43	$\hat{Y} = 7,3649 + 0,1054CA$	0,98	6,51
CNF	7,51	7,29	7,31	6,97	7,27		8,37
NDT	11,29	11,94	11,85	11,89	11,75		11,70
Consumo (%PV)							
MS	3,15	3,31	3,50	3,42	$\hat{Y} = 3,141 + 0,0395CA - 0,00121CA^2$	0,93	3,76
FDN	1,22	1,34	1,48	1,55	$\hat{Y} = 1,2330 + 0,0164CA$	0,98	5,91
Consumo (g/kg ^{0,75})							
MS	154,48	159,00	166,58	168,08	$\hat{Y} = 154,85 + 0,6869CA$	0,95	3,88

¹ = Nível de significância de 5% de probabilidade.

CA = Nível de substituição da silagem de milho pela casca de caroço de algodão.

O aumento de consumo de MS com o acréscimo de casca do caroço de algodão na dieta pode ser atribuído à menor efetividade física de sua FDN em relação à silagem de milho. O aumento no consumo de MS foi o principal responsável pelo aumento no consumo de MO, PB, EE e CHO, considerando que estas frações são semelhantes na casca do caroço de algodão e na silagem de milho.

O aumento no consumo de FDN com o incremento do nível de casca do caroço de algodão é explicado pela maior concentração desta fração nas dietas contendo níveis crescentes deste alimento, haja vista que o máximo consumo de MS ocorreu com 16,24% de casca nas dietas. Contudo, o consumo de FDN em relação ao peso vivo que variou de 1,22 (0% de casca) a 1,55% PV (21% de casca) situa-se próximo aos encontrados por Assis et al. (2004) em estudos com vacas leiteiras no Brasil.

Apesar da casca do caroço de algodão conter pouco CNF em relação à silagem de milho, a inclusão desse alimento na dieta não foi suficiente para reduzir significativamente o consumo dessa fração (Tabela 5).

A ausência de resposta no consumo de NDT pode ser explicada por não haver diferença nas digestibilidades aparentes (Tabela 6), pois apesar dos consumos terem aumentado com níveis crescentes de casca, com exceção do consumo de CNF, os valores relativos, de NDT foram reduzidos sendo de 60, 59, 56, e 57% de NDT para dietas com 0, 7, 14 e 21% de inclusão da casca do caroço de algodão na dieta.

As digestibilidades aparentes, cujos valores não foram afetados pelas dietas, encontram-se na Tabela 6. Este resultado pode ser devido ao aumento no consumo de MS e conseqüentemente ao maior consumo de concentrado, já que a dieta tem relação volumoso:concentrado fixa e a casca de caroço de algodão possui teor de lignina maior que a silagem, o que proporcionaria menor digestibilidade das dietas que contém casca de caroço de algodão caso o consumo fosse o mesmo.

Os valores comparativos entre os consumos observados e as exigências de PB e NDT, recomendados pelo NRC (2001), estão apresentadas na Tabela 7.

O consumo de PB observado foi menor para todas as dietas em relação ao recomendado pelo NRC (2001). Entretanto, com o aumento do nível de inclusão da casca do caroço de algodão houve diminuição do déficit no consumo de PB. Isto pode ser explicado pelo aumento no consumo de MS, uma vez que as dietas eram isonitrogenadas.

Tabela 6 – Médias, equações de regressão (ER) e coeficiente de variação (CV) para as digestibilidades aparentes médias de matéria seca (MS) matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), carboidratos não fibrosos (CNF) e fibra em detergente neutro (FDN) em função dos níveis de casca de caroço de algodão na dieta

Itens (%)	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)				ER ¹	CV (%)
	0	7	14	21		
MS	61,07	61,61	57,41	57,56	$\hat{Y} = 59,41$	12,00
MO	62,22	62,81	58,57	58,72	$\hat{Y} = 60,58$	11,11
PB	63,21	64,60	60,75	61,31	$\hat{Y} = 62,47$	12,69
EE	65,15	68,36	63,25	62,83	$\hat{Y} = 64,90$	37,53
CHO	61,94	62,33	58,07	58,16	$\hat{Y} = 60,13$	10,99
CNF	87,23	87,86	88,47	89,39	$\hat{Y} = 88,24$	4,83
FDN	35,78	39,45	33,40	34,91	$\hat{Y} = 35,88$	23,00

¹ = Nível de significância de 5% de probabilidade.

Os consumos de NDT foram negativos, em relação às exigências (Tabela 7). Isto proporciona um maior tempo para o restabelecimento da condição corporal podendo trazer conseqüências negativas ao desempenho reprodutivo desses animais na atual ou na próxima lactação, principalmente na dieta onde não houve inclusão de casca do caroço de algodão que proporcionou déficit de -1,05 kg/dia.

Tabela 7 - Consumos observados e exigências de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) recomendadas pelo NRC (2001) para vacas com 600 kg de peso corporal, não gestante e produzindo 25 kg de leite/dia com 3,5% de gordura e ganho de peso corporal de 300 g/dia

Item	Exigência	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)			
		0	7	14	21
PB (Kg/dia)	2,78	2,41	2,59	2,72	2,73
Diferença		-0,37	-0,19	-0,06	-0,05

NDT (Kg/dia)	12,34	11,29	11,94	11,85	11,89
Diferença		-1,05	-0,40	-0,49	-0,45

Apesar do menor consumo de NDT nas dietas, as variações de peso não foram afetadas significativamente pela inclusão de casca, com ganho médio diário de 165,81 g/dia (Tabela 8). O elevado valor do coeficiente de variação (343,40%) pode não ter permitido diferença significativa entre as dietas, mas não se pode deixar de destacar a resposta negativa encontrada para variação de peso (-200,50 g/vaca/dia) na dieta sem casca do caroço de algodão, dieta esta com menor consumo de nutrientes.

Os resultados de AGNE estão apresentados na Tabela 8. Observa-se que houve decréscimo linear na mobilização de AGNE com o aumento de inclusão da casca do caroço de algodão na dieta, fato este proporcionado possivelmente pelo menor consumo das dietas com menores níveis de casca de caroço de algodão. Apesar dos valores estarem dentro da faixa normal de mobilização de lipídeos para vacas leiteiras (Oliveira, 2002), a maior mobilização encontrada para dieta sem casca do caroço de algodão pode aumentar o tempo para que as vacas restabeleçam sua condição corporal.

Tabela 8 – Médias, equações de regressão (ER), coeficiente de determinação (R^2) e variação (CV) para os valores de variação de peso (VP) e ácidos graxos não-esterificados (AGNE) referente às dietas experimentais e suas respectivas equações de regressão (ER), coeficiente de determinação (R^2) e variação (CV)

Item	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)				ER ¹	R ²	CV (%)
	0	7	14	21			
VP (g/dia)	-200,50	294,00	357,58	212,16	$\hat{Y} = 165,81$		343,40
AGNE ($\mu\text{eq/L}$)	297,31	258,52	287,01	230,27	$\hat{Y} = 311,43 - 17,262\text{CA}$	0,55	18,82

¹ = Nível de significância de 5% de probabilidade.

CA = Nível de substituição da silagem de milho pela casca de caroço de algodão.

As produções de leite sem e com correção para 3,5% de gordura não foram afetadas pelos níveis de casca do caroço do algodão nas dietas (Tabela 9). É provável que as produções de leite tenham sido compensadas pela maior mobilização, tendo em

vista que os consumos dos nutrientes foram menores para as dietas sem casca do caroço de algodão (Tabela 5).

Tabela 9 – Equação de regressão (ER) e coeficientes de determinação (R^2) e variação (CV) para produções médias diárias de leite sem (PL) e com correção para 3,5% de gordura (PLC) e composição média do leite em função dos níveis de casca de caroço de algodão na dieta

Item	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)				ER ¹	R ²	CV (%)
	0	7	14	21			
	PL (kg/dia)	25,49	25,62	26,02			
PLC (kg/dia)	25,90	26,64	27,31	26,64	$\hat{Y} = 26,63$		5,93
Gordura (%)	3,60	3,75	3,81	3,85	$\hat{Y} = 3,636 + 0,01138CA$	0,88	6,55
Proteína (%)	3,38	3,37	3,35	3,38	$\hat{Y} = 3,37$		2,21
Lactose (%)	4,43	4,38	4,40	4,54	$\hat{Y} = 4,428 - 0,0139CA + 0,00091CA^2$	1,00	1,54
EST (%) ¹	12,42	12,51	12,60	12,81	$\hat{Y} = 12,58$		2,12
ESD (%) ²	8,82	8,76	8,78	8,96	$\hat{Y} = 8,822 - 0,0191CA + 0,0012CA^2$	0,99	1,76

¹ = Nível de significância de 5% de probabilidade.

CA = Nível de substituição da silagem de milho pela casca de caroço de algodão.

² Extrato seco total, ³ Extrato seco desengordurado.

A gordura do leite aumentou linearmente com o acréscimo de casca do caroço de algodão na dieta. Este comportamento pode ser explicado pelo maior consumo de MS e FDN nas dietas com casca do caroço de algodão, o que pode ter propiciado maior substrato para os microrganismos fibrolíticos e conseqüentemente maior produção de acetato, precursor da gordura do leite.

A proteína do leite não foi afetada pelas dietas e nem pelo menor consumo de proteína da dieta em relação às exigências recomendadas pelo NRC (2001), principalmente na dieta sem casca do caroço de algodão, onde houve maior diferença (-0,37 kg/vaca/dia).

A lactose apresentou resposta à adição de casca do caroço de algodão às dietas. Contudo, este comportamento não possui significado biológico, tendo em vista que nem o consumo nem a digestibilidade do CNF não foram afetados pelas dietas.

Como a variação nos teores de gordura e lactose foram pequenas e o teor de proteína não variou o extrato seco total não foi alterado pelas dietas. Por outro lado, o extrato seco desengordurado foi afetado de forma quadrática muito provavelmente devido à pequena variação nos dados.

Independentemente da dieta, os constituintes do leite estão na faixa normal de teores encontrados para a raça Holandesa e vacas mestiças Holandês/Zebu (Fonseca & Santos, 2000).

Os dados relativos aos tempos médios despendidos com alimentação, ruminação, ócio e tempo total de mastigação são apresentados na Tabela 10.

A substituição da silagem de milho pela casca do caroço de algodão não promoveu alteração nos tempos despendidos com alimentação, ruminação, ócio e tempo de mastigação total. Provavelmente a menor efetividade física da fibra da casca do caroço de algodão proporcionou aumento do consumo sem afetar o tempo de alimentação e ruminação.

Tabela 10 – Equação de regressão (ER) e coeficientes de variação (CV) para médias dos tempos despendidos (horas/dia) em alimentação, ruminação, ócio e tempo de mastigação total (TMT) em função dos níveis de casca de caroço de algodão na dieta

Item	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)				ER ¹	CV (%)
	0	7	14	21		
	Tempo (horas)					
Alimentação	5,79	5,49	5,58	5,62	$\hat{Y} = 5,62$	7,13
Ruminação	8,80	8,96	8,83	8,49	$\hat{Y} = 8,77$	7,61
Ócio	9,40	9,54	9,58	9,88	$\hat{Y} = 9,60$	9,15
TMT	14,59	14,46	14,41	14,11	$\hat{Y} = 14,39$	6,10

¹ = Nível de significância de 5% de probabilidade.

Os resultados referentes às médias de eficiência de alimentação (EA), eficiência de ruminação (ER), número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas (NMM) e tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB), são apresentados na Tabela 12.

A substituição da silagem de milho pela casca do caroço de algodão proporcionou aumento linear para EAMS e EAFDN. Este resultado é devido ao maior consumo de MS e FDN tendo em vista que não houve diferença para os tempos de alimentação. Do mesmo modo que a ERMS e a ERFDN responderam linearmente ao

aumento do nível de casca nas dietas. Certamente devido ao aumento no consumo de MS e FDN, uma vez que as dietas não afetaram o tempo de ruminação.

As dietas não afetaram o NBR, NMM, NMMb e TRB, como pode ser observado na Tabela 11.

Tabela 11 - Equação de regressão (ER) e coeficientes determinação (ER) e de variação (CV) para a eficiência de alimentação da MS (EAMS) e de FDN (EAFDN), eficiência de ruminação da MS (ERMS) e de FDN (ERFDN), número de bolos ruminais (NBR) e número de mastigações meréricas (NMM), número de mastigações por bolo ruminal (NMMb) e tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB) em função dos níveis de casca de caroço de algodão na dieta

Item	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)				ER ¹	R ²	CV (%)
	0	7	14	21			
	Consumo (g/hora)						
EAMS	3308	3705	3826	3855	$\hat{Y} = 3410,1 + 25,146CA$	0,81	12,16
EAFDN	1280	1511	1634	1759	$\hat{Y} = 1312,2 + 22,285CA$	0,97	14,27
ERMS	2143	2263	2414	2455	$\hat{Y} = 2155,8 + 15,558CA$	0,96	8,77
ERFDN	826	918	1031	1119	$\hat{Y} = 825,4 + 14,148CA$	0,99	12,55
NBR (nº/dia)	689	687	680	644	$\hat{Y} = 675$		10,80
NNM (nº/dia)	34386	34962	34143	32306	$\hat{Y} = 33949$		21,36
NNMb (nº/bolo)	54,39	55,37	54,19	53,14	$\hat{Y} = 54,27$		5,04
TRB (seg/bolo)	50,17	51,33	50,72	50,36	$\hat{Y} = 50,65$		5,44

¹ = Nível de significância de 5% de probabilidade.

CA = Nível de substituição da silagem de milho pela casca de caroço de algodão.

CONCLUSÕES

A casca do caroço de algodão pode substituir a silagem de milho em até 21% da matéria seca total da dieta de vacas leiteiras produzindo em média 25 kg de leite/dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, A. J.; CAMPOS, J. M. S., VALADARES FILHO, S. C. Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação. 1. Consumo dos nutrientes, produção e composição do leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.242-250, 2004.
- AKINYODE, A., HALL, M.B., STAPLES C.R, KUNKLE, W.E. Effect of cottonseed hulls on feed intake and fecal flow in dairy cows. **Journal Dairy Science**, 82 (Suppl. 1): 41. 1999.
- BONDIOLI, D. Celeiro do mundo. O algodão do Brasil amplia sua participação nos mercados mundiais, exportando sementes de alta qualidade. *Agroanalysis*. Instituto Brasileiro de Economia, Centro de Estudos Agrícola, v.20, n.11, p.22, 2000.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIRÓZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- CHEN, X.B., GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – na overview of technical details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (occasional publication). 21p. 1992.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potencial markers. **Journal of Animal Science**, v. 63, p.1476-1483, 1986.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. www.conab.gov.br, consultado em 27/04/2002.
- CRAIG, W.M., HONG, B.J., BRODERICK, G.A., et al, In vitro inoculum enriched with particle associated microorganisms for determining rates of fiber digestion and protein degradation. **Journal of Dairy Science**, 50(4):523-526.
- EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T. WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal Dairy Science**. v. 72, p.68-78, 1989.
- ELLIOT, J. P., DRACKLEY, G. C., FAHEY, J. R., SHANKS, R. D. Utilization of supplemental fat by dairy cows fed diets varying in content of nonstructural carbohydrates. **Journal of Dairy Science**. v. 78, p. 1512-1525, 1995.
- FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. Propriedades e composição do leite. In: **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo, Lemos Editorial, 2000. 175p. p.17-26.
- GOMES, I. P. O. ANDRADE, P. Níveis de substituição de milho por casca de grão de soja na dieta de bovinos II. Digestibilidade aparente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, **Anais...** Botucatu, p. 44-46, 1998.
- HALL, M.B., AKINYODE, A. Cottonseed hulls: working with a novel fiber source. 11th Ann. Florida Ruminant Nutr, Symp., Gainesville, Florida. p.179-186. 2000.
- HALL, M.B. **Calculation of non-estructural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida, 2000. P. A-25 (Bulletin 339, April-2000).

- JOHNSON, M.M.; PETERS, J.P. Technical Note: An improved method to quantify nonesterified fatty acids in bovine plasma. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.753-756, 1993.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle, 2001, Washington, D.C.: National academy of sciences, 7 ed., 381p.
- NATIONAL COTTONSEED PRODUCTS ASSOCIATION, INC. (NCPA). CSIP 10th Edition, 1999 Digital Edition, www.cottonseed.com, consultado em 07/07/2005.
- OLIVEIRA, P. G. **Uso de produtos gliconeogênicos no pré e pós-parto sobre parâmetros produtivos, reprodutivos e sanguíneo de vacas Holandesas**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2002. 120p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, 2002.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- 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.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.S. et. al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- TRINDER, P. Determination of glucose using an alternative oxygen acceptor. **Annals of Clinical Biochemistry** 6, 24–27. 1969.
- VERBIC, J., CHEN, X.B., MACLEOD, N.A., et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on urine derivatives excretion by steers. **Journal Animal Science**, v.114, n.3, p.243-248. 1990.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, **Proceeding**, Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.
- WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D.C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Reston. 1988. p. 108-116.

Parâmetros Ruminais e Produção Microbiana de Vacas Leiteiras Alimentadas com Diferentes Níveis de Casca de Caroço de Algodão

Resumo – Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão da casca do caroço de algodão na dieta sobre a produção de proteína microbiana e parâmetros ruminais de vacas leiteiras alimentadas com silagem de milho. Foram utilizadas 12 vacas puras e mestiças HZ, em sistema de confinamento tipo “Tie Stall”. Os animais foram distribuídos em três quadrados latinos (4x4) de acordo com o período de lactação. O experimento foi constituído de quatro períodos, cada um com duração de 15 dias, sendo sete dias de adaptação e 8 dias para coleta de dados. Os animais foram alimentados com 65% de silagem de milho, base matéria seca. As dietas foram constituídas de níveis crescentes de casca do caroço de algodão em substituição a silagem de milho em 0; 10,7; 21,5 e 32,3%, perfazendo na base matéria seca total da dieta em 0; 7; 14 e 21% de inclusão de casca do caroço de algodão. As dietas foram formuladas para atender às exigências de vacas pesando 600 kg e produzindo 25 kg de leite, segundo o NRC (2001). Não houve diferença dos níveis de inclusão da casca sobre o pH do líquido ruminal dentro dos tempos de amostragem. Os valores médios de pH foram 7,29 (antes da alimentação) e 6,88 (três horas após a alimentação). Os valores para a concentração de N-NH₃ ruminal também não foram afetados pelas dietas nos tempos antes da alimentação matinal (6,32 mg/100 mL) e três horas após (12,00 mg/100 mL). A concentração de NUP aumentou linearmente com o incremento da casca do caroço de algodão nas dietas. Apesar de não haver diferença entre as dietas experimentais para o balanço de compostos nitrogenados, este foi negativo e com valor médio de – 65,41 g/dia. A casca de caroço de algodão pode substituir a silagem de milho em até 21% da matéria seca total da dieta para vacas leiteiras produzindo em média 25 kg de leite/dia.

Palavras-chave: alantoína, ácido úrico, uréia

Ruminal Parameters and Microbial Production of Dairy Cows Feeding Differs Levels of Cottonseed Hulls

Abstract - This work was carried out to evaluate the effects of corn meal replacement by soybean hulls on intake, apparent digestibility of nutrients, productive performance, ingestive behavior, ruminal parameters and microbial production of dairy cows. Twelve purebred and crossbred Holstein cows in Tie Stall were assigned to three latin squares (4x4) during lactation period. The experiment had four periods, of fifteen days each, with seven days of adaptation to the diets and eight days for data collection. Animals were fed with 65% of corn silage in dry matter basis. Replacements of corn silage on diets were constituted by increasing levels of cottonseed hulls (0; 10.7; 21.5 and 32.3%), with inclusion of 0; 7; 14 and 21% of cottonseed hulls from total dry matter of the diet. Isonitrogenous diet assisted cows weighing 600 kg and producing 25 kg of milk, according to NRC (2001). There was no difference of the levels of inclusion of the cottonseed hulls on the pH of the liquid ruminal of the times of sampling. The medium values of pH were 7.29 (before the feeding) and 6.88 (three hours after the feeding). The values for the concentration of N-NH₃ ruminal were not also affected for the diets in the times before the morning feeding (6.32 mg/100 mL) and three hours after (12.00 mg/100 mL). Concentration of PUN increased linearly with the increment of the cottonseed hulls in the diets. Although there is no difference among experimental diets on nitrogen compounds balance aspect, this was negative and with – 65.41 g/day mean value. Synthesis of microbial nitrogen compounds and microbial efficiency were not influenced by diets. Cottonseed hulls can replace corn silage in up to 21% of the total dry matter on dairy cows diets producing 25 kg/day on average.

Keyword: allantoin, uric acid, urea

INTRODUÇÃO

O desempenho produtivo dos ruminantes é dependente do funcionamento dos microrganismos ruminais. A atividade microbiana, dentre outros fatores, é influenciada pelas variações de pH e pela concentração de amônia ruminal.

As condições ecológicas no rúmen devem ser mantidas dentro de limites, para que o crescimento e metabolismo microbiano sejam normais. Segundo Van Soest (1994) a faixa de pH para que haja atividade normal no rúmen é de $6,7 \pm 0,5$.

Hall & Akinyode (2000) relataram que o pH ruminal não diferiu quando 40% da silagem de sorgo foi substituída pela casca do caroço de algodão em até 24% da matéria seca da dieta de vacas Holandesas. Os autores comentam que é possível que a casca do caroço de algodão não afete o pH ruminal pelo aumento da taxa de passagem dos alimentos, conseqüentemente reduzindo a extensão da fermentação ruminal e a produção de ácidos orgânicos.

Os microrganismos ruminais fermentadores de carboidratos estruturais utilizam nitrogênio amoniacal, como fonte exclusiva de compostos nitrogenados, para a síntese de proteína microbiana (Russell et al., 1992), portanto a manutenção da concentração amoniacal adequada no rúmen é imprescindível para otimizar a degradabilidade da fibra.

As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal de aminoácidos provenientes, principalmente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína dietética não-degradada no rúmen. A tentativa de maximização da produção de proteína microbiana justifica-se por ser de alta qualidade e possuir perfil de aminoácidos mais próximo da proteína do leite.

A uréia constitui a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados pelos mamíferos e, quando a taxa de síntese de amônia é maior do que sua utilização pelos microrganismos, observa-se elevação na concentração de amônia no rúmen, com conseqüente aumento na excreção de uréia, aumento no custo energético da produção de uréia, resultando, dessa forma, em perda de proteína (Russell et al., 1992).

A concentração de N uréico no sangue, plasma, soro, urina, ou leite é reconhecido há vários anos como uma determinação útil do status protéico ou da

nutrição protéica da proteína dos ruminantes (Hammond, 1983; Hof et al., 1997, citados por Huntington & Archibeque, 1999). A partir desta afirmação, conclui-se ser de grande importância a determinação da concentração plasmática de uréia, para evitar perdas de proteína, já que este nutriente é responsável pela maior parte do custo na formulação de ração, além de representar custo energético para animal.

Segundo Broderick & Clayton (1997), a concentração de uréia no leite reflete a concentração de uréia no plasma. A concentração de uréia no leite pode ser um importante indicador do metabolismo protéico em vacas (Jonker et al., 1998) e sua praticidade na coleta da amostra de leite permite que esta análise seja feita com rotina na fazenda.

Devido à carência de informações sobre aspectos, fisiológicos e níveis adequados da inclusão de casca do caroço de algodão na alimentação de vacas em lactação, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da substituição da silagem de milho pela casca do caroço de algodão nos parâmetros ruminais, concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia (DZO), na Universidade Federal de Viçosa (UFV), durante o período de agosto a setembro de 2003.

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa Malhada de Preto, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4 X 4 de acordo com o período de lactação. As produções médias diárias de leite, semanas de lactação e escore da condição corporal por quadrado latino são apresentadas na Tabela 1.

A avaliação do escore da condição corporal foi feita por um avaliador, sendo a escala de 1 a 5 (1 – muito magra e 5 – muito gorda) de acordo com Edmonson et al. (1989).

Tabela 1 – Médias iniciais e finais da produção de leite diária, semana de lactação e escore da condição corporal por quadrado latino (QL)

Item	Dias em lactação		Produção de leite (kg/vaca/dia)		ECC*	
	Inicial	final	Inicial	final	Inicial	final
QL 1	130	190	27,30	23,73	2,75	2,67
QL 2	137	197	29,80	25,32	2,50	2,50
QL 3	192	252	25,25	22,01	2,50	2,50

* Escala de 1 a 5 (1 – muito magra e 5 – muito gorda) de acordo com Edmonson et al. (1989).

O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 15 dias cada um, sendo os sete primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para determinação dos parâmetros.

Os animais foram alimentados com silagem de milho e a relação volumoso:concentrado foi de 65:35, na base da matéria seca. As dietas foram constituídas de níveis crescentes de substituição da silagem de milho pela a casca do caroço de algodão em 0, 10,7, 21,5 e 32,3%, perfazendo base matéria seca total da dieta em 0, 7, 14 e 21% de inclusão de casca do caroço de algodão (Tabela 2).

Tabela 2 – Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca, em função dos níveis de substituição da silagem de milho por casca de caroço de algodão

Ingrediente	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)			
	0	7	14	21
Silagem de milho	65,00	58,00	51,00	44,00
Casca de algodão	0	7,00	14,00	21,00
Fubá de milho	15,50	16,10	16,70	16,70
Farelo de soja	14,70	15,18	15,68	16,08
Farelo de trigo	3,58	2,50	1,40	1,00
Uréia pecuária ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal mineralizado ²	0,82	0,82	0,82	0,82

¹ Mistura uréia + sulfato de amônia (9:1). ² Sal comum; fosfato bicálcico; calcário calcítico; flor de enxofre; sulfato de zinco; sulfato de manganês; iodato de potássio, sulfato de cobre; sulfato de cobalto.

As análises químico-bromatológicas dos concentrados, casca do caroço de algodão e silagem de milho são apresentadas na Tabela 3. Na Tabela 4 são apresentadas as análises químico-bromatológicas das dietas experimentais.

Tabela 3 – Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos não fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Lig) nos alimentos (% da matéria seca), em função dos níveis de casca de caroço de algodão nas dietas

Item	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)				Casca de algodão	Silagem de milho
	0	7	14	21		
MS	87,71	87,97	87,83	87,73	91,57	34,10
MO	94,58	94,32	94,40	94,74	95,90	94,66
PB	24,75	25,00	24,72	25,70	6,16	6,28
PIDN	2,73	2,47	2,40	2,50	3,31	1,82
PIDA	0,79	0,68	0,70	0,73	2,67	0,76
EE	2,25	2,25	2,54	2,60	2,23	2,09
CHO	67,59	67,07	66,16	66,44	87,51	86,29
FDN	14,49	13,12	12,78	13,26	78,35	52,75
FDNcp	10,49	9,09	8,97	8,75	73,55	49,14
CNF	53,10	53,95	53,38	53,18	9,61	33,54
CNFcp	57,10	57,98	57,19	57,69	13,96	37,15
FDA	5,95	5,18	5,28	5,51	52,63	27,66
Lig	1,22	1,06	0,96	1,11	11,25	4,74

As dietas foram formuladas, de acordo com o NRC (2001), para serem isonitrogenadas e atender aos requerimentos nutricionais de vacas pesando 600 kg de peso corporal, não gestantes, com ganho de peso diário de 300 gramas e produzindo 30 kg de leite/dia com 3,5% de gordura.

Tabela 4 – Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos não fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Lig) nas dietas (% da matéria seca), em função dos níveis de casca de caroço de algodão nas dietas

Item	Nível de casca de caroço de algodão (% da MS)			
	0	7	14	21
MS	51,79	55,90	59,88	63,87
MO	94,63	94,63	94,75	94,95
PB	12,37	12,45	12,35	12,66
PIDN	2,12	2,14	2,22	2,36
PIDA	0,77	0,87	1,01	1,15
EE	2,14	2,15	2,26	2,29
CHO	80,12	80,03	79,82	80,00
FDN	40,12	41,46	43,14	45,09
FDNcp	36,39	37,63	39,30	40,94
CNF	39,99	38,60	36,74	35,00
CNFcp	43,73	42,40	40,52	39,06
FDA	20,49	21,99	23,77	25,59
Lig	3,57	3,98	4,40	4,91

Os animais foram manejados em baias individuais, tipo “Tie Stall”, onde receberam alimentação *ad libitum* duas vezes ao dia, às 8:00 e às 17:00 horas.

Para determinação de N-NH₃, foram retiradas alíquotas de 8 mL de líquido ruminal das amostras descongeladas e adicionado 2 mL de ácido tricloroacético à 25 % (p/v). Após repouso de 30 minutos, foram levadas à centrífuga durante 15 minutos, a 5.000 rpm. Do sobrenadante, retirou-se 4 mL para destilação com 10 mL de KOH 2N, segundo o método micro Kjeldahl, descrito em Silva & Queiroz (2002).

As amostras de leite, aproximadamente 300 mL, foram coletadas no 13^o dia de cada período experimental, nas ordenhas da manhã e da tarde, para realizar as análises de compostos nitrogenados totais, alantoína e uréia. Parte das amostras compostas proporcionais de acordo com a produção, foram acondicionadas em frascos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidas entre 2 e 6°C, e encaminhadas para

o Laboratório de Análises de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, no município de Juiz de Fora - MG, para fins de análise dos compostos nitrogenados totais. Uma outra parte da amostra composta de leite foi desproteïnizada com ácido tricloroacético (10 mL de leite foram misturados com 5 mL de ácido tricloroacético a 25%), filtrado em papel-filtro e armazenado a -15°C , sendo as análises de uréia e alantoína realizadas no filtrado.

Amostras *spot* de urina foram obtidas de todas as vacas no 14^o dia de cada período experimental, quatro horas após a alimentação matinal, durante micção estimulada por massagem na vulva. A urina foi filtrada e alíquotas de 10 mL foram retiradas e diluídas imediatamente em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036N, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e a precipitação do ácido úrico, e armazenadas a -15°C para posteriores análises de nitrogênio total, uréia, alantoína, ácido úrico e creatinina.

Foram coletadas amostras de sangue de todas as vacas no 14^o dia de cada período experimental, quatro horas após a alimentação matinal, utilizando seringas e agulhas descartáveis e EDTA como anticoagulante. Logo após a coleta, as amostras foram centrifugadas (5000 rpm por 15 minutos) e o plasma sanguíneo acondicionado em recipientes de vidro e congelado -15°C para posteriores análises de uréia.

O líquido ruminal foi coletado, utilizando-se sonda esofágica, segundo Ortolani (1981), para determinação do pH e da concentração de amônia, nos tempos 0 (zero) antes da alimentação e três horas após a alimentação matinal do 15^o dia de cada período experimental. Amostras de 50 ml de líquido ruminal foram retiradas para leitura imediata do pH, utilizando-se potenciômetro. Após a leitura, as amostras foram acondicionadas em frascos de plásticos contendo 1mL de ácido sulfúrico 50 % (v/v), e armazenadas em congelador à -15°C para posteriores análises de nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido 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 determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi feita segundo método descrita em Silva & Queiroz (2002).

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 na urina foram realizadas por meio de kits comerciais (Labtest).

O volume urinário total diário foi estimado admitindo-se excreções urinárias diárias de creatinina de 24,05 mg/kg de peso vivo (PV) (Chizzotti, 2004) dividido pelos valores observados de concentração de creatinina na urina, segundo Valadares Filho & Valadares (2001).

A excreção total de 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 (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (Y, mmol/dia), por meio da equação $Y = 0,85X + 0,385 PV^{0,75}$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e 0,385 $PV^{0,75}$ a contribuição endógena para excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

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

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando um nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do pH e de amônia do líquido ruminal, obtidos para os diferentes níveis de casca do caroço de algodão nos diferentes tempos de amostragem, são apresentados na Tabela 5. Observa-se que não houve diferença dos níveis de inclusão da casca sobre o pH do líquido ruminal dentro dos tempos de amostragem. Os valores médios de pH de 7,29 (antes da alimentação) e 6,88 (três horas após a alimentação) encontram-se dentro da faixa sugerida por Van Soest (1994), de $6,7 \pm 0,5$ para que haja atividade microbiana normal no rúmen.

Tabela 5 – Médias, equação de regressão (ER) e coeficientes de variação (CV) para valores médios de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) antes (0) e 3 horas após a alimentação matinal em função dos níveis de casca de caroço de algodão na dieta

Tempos	Nível de casca de caroço algodão				ER ¹	CV (%)
	(% da MS)					
	0	7	14	21		
pH						
Hora 0	7,26	7,30	7,27	7,33	Ŷ = 7,29	3,08
Hora 3	6,78	6,85	6,96	6,95	Ŷ = 6,88	3,22
N-NH ₃ (mg/100 mL)						
Hora 0	5,89	5,69	6,64	7,02	Ŷ = 6,32	24,77
Hora 3	12,19	12,78	10,78	12,26	Ŷ = 12,00	23,51

¹= Nível de significância de 5% de probabilidade.

Os valores encontrados para a concentração de N-NH₃ ruminal também não foram afetados pelas dietas nos diferentes tempos de amostragem. Os resultados médios encontrados para antes da alimentação matinal (tempo 0 horas) estão de acordo com os sugeridos por Satter e Slyter (1974), citados por Leng (1990), de 5 a 8 mg/100 ml para máximo crescimento microbiano.

A média para a concentração de N-NH₃ para os diferentes níveis de casca do caroço de algodão nos tempos de amostragem, três horas após alimentação está entre os níveis relatados por Leng (1990), de 10 e 20 mg/100 ml que seriam necessários para promover a máxima digestibilidade e consumo, respectivamente, para forragens de baixo teor de nitrogênio e baixa digestibilidade. Porém, Mehrez et al. (1977) recomendaram que a concentração de amônia que promoveria maior taxa de fermentação seria de 23,5 mg/100 ml de líquido ruminal.

Os resultados referentes à excreção urinária de uréia (EU), e as concentrações de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP), e a relação NUL/NUP obtidos para as dietas, estão apresentados na Tabela 6. Não foram observadas diferenças para EU, NUL e na relação NUL/NUP entre as dietas experimentais. O nível médio de 272,29 mg/kg de PV de excreção urinária de uréia está dentro da faixa relatada por Oliveira et

al. (2001), cujos valores variaram de 217,05 a 358,80 mg/kg PV em dietas com altos níveis de uréia.

Tabela 6 – Médias, equação de regressão (ER) e coeficientes de determinação (R^2) e variação (CV) para excreção urinária de uréia (EU), concentração de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP) e relação NUL/NUP em função dos níveis de casca de caroço de algodão na dieta

Item	Nível de casca de algodão				ER ¹	R ²	CV (%)
	(% da MS)						
	0	7	14	21			
EU, mg/kg PV	256,5	272,8	264,3	298,1	$\hat{Y} = 272,99$		33,28
NUL, mg/dL	11,85	12,56	13,66	13,70	$\hat{Y} = 12,94$		35,09
NUP, mg/dL	14,31	16,65	17,67	18,20	$\hat{Y} = 14,79 + 0,1836CA$	0,91	17,63
NUL/NUP	0,85	0,77	0,78	0,79	$\hat{Y} = 0,80$		41,38

¹= Nível de significância de 5% de probabilidade.

CA = Nível de substituição da silagem de milho pela casca de algodão.

A concentração média de NUL encontrada no presente estudo (12,94 mg/dL) não compromete a reprodução, tendo em vista o valor máximo sugerido por Butler et al. (1995) de 19 mg/dL. Essa concentração é próxima do valor de 12,40 mg/dL observado por Broderick (2003) em dietas com melhor balanceamento de proteína e energia.

A concentração de NUP aumentou linearmente com o incremento da casca do caroço de algodão nas dietas. Isto se deve ao maior consumo de proteína para os maiores níveis de inclusão da casca do caroço de algodão o que reflete a mesma tendência para a concentração de NUL.

Os valores de consumo de compostos nitrogenados totais (NT), excreção de compostos nitrogenados nas fezes (N-fecal), na urina (N-urina) e no leite (N-leite), balanço de nitrogênio (BN), e médias das excreções ou secreções em relação ao NT obtidas para as dietas, estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Média, equação de regressão (ER) e coeficientes de determinação (R^2) e variação (CV) para consumos de compostos nitrogenados totais (N-Total), excreção de compostos nitrogenados nas fezes (N-fecal), na urina (N-urina) e no leite (N-leite), balanço de N (BN) em função dos níveis de casca de caroço de algodão na dieta

Item (g/dia)	Nível de casca de algodão (% da MS)				ER ¹	R ²	CV (%)
	0	7	14	21			
	N-Total	386,37	415,24	435,62			
N-fecal	142,76	147,40	169,97	168,37	$\hat{Y} = 142,2 + 1,411*CA$	0,83	21,40
N-urina	190,42	175,49	191,64	210,43	$\hat{Y} = 191,95$		50,00
N-leite	134,77	134,98	136,10	132,95	$\hat{Y} = 134,70$		4,08
BN	- 81,59	- 42,44	- 62,10	- 75,54	$\hat{Y} = - 65,41$		47,65

¹ = Nível de significância de 5% de probabilidade.

² $\hat{Y} = 385,8 + 5,457*CA - 0,144*CA^2$, CA = Nível de substituição da silagem de milho pela casca de algodão.

A exemplo do consumo de proteína bruta, o consumo de compostos nitrogenados totais apresentou resposta quadrática ao incremento da casca de caroço de algodão nas dietas.

Por outro lado, o N-fecal aumentou linearmente com a adição de casca de algodão, provavelmente afetado por causa do aumento de consumo da proteína.

A excreção urinária de N não foi afetada pelas diferentes dietas, estando de acordo com a excreção de uréia na urina. Talvez essa ausência de diferença tenha sido proporcionada pelos maiores coeficientes de variação para a excreção de N-urina (50,00%) e uréia na urina (33,28%) em relação ao NUP (17,63%).

Apesar de não haver diferença entre as dietas experimentais para o balanço de compostos nitrogenados, este foi negativo e com valor médio de - 65,41 g/dia. Este resultado pode ser explicado pelo consumo de proteína não ter suprido as exigências dos animais em todas as dietas, fato este proporcionado pelo menor valor da proteína da silagem de milho utilizado nas dietas em relação à estimativa utilizada para a formulação das mesmas.

Na Tabela 8 são apresentadas as excreções de alantoína na urina (ALU) e no leite (ALL), de ácido úrico na urina (ACU), purinas totais (PT) e purinas absorvidas (PA), síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência microbiana

(Emic), cujas variáveis não foram influenciadas pelas dietas. O valor médio para eficiência microbiana obtido neste experimento de 163,31 g de PB microbiana/kg de NDT está acima daquele sugerido pelo NRC (2001) que é de 130 g de PB microbiana/kg de NDT.

Tabela 8 – Médias, equação de regressão (ER) e coeficiente de variação (CV) para excreções de alantoína na urina (ALU), no leite (ALL), ácido úrico na urina (ACU), purinas totais (PT), purinas absorvidas (PA), síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência microbiana (g PB mic/kg NDT) em função dos níveis de casca de caroço de algodão na dieta

Tempos	Nível de casca de algodão (% da MS)				ER ¹	CV (%)
	0	7	14	21		
ALU (mmol/dia)	406,21	361,56	350,67	390,60	$\hat{Y} = 377,26$	26,16
ALL (mmol/dia)	4,09	4,04	4,10	4,10	$\hat{Y} = 4,08$	12,98
ACU (mmol/dia)	22,57	25,36	24,40	26,09	$\hat{Y} = 24,61$	49,34
PT (mmol/dia)	432,87	390,97	379,18	420,80	$\hat{Y} = 405,96$	24,23
PA (mmol/dia)	454,46	404,61	390,58	439,55	$\hat{Y} = 422,30$	27,39
Nmic (g/dia)	330,41	294,17	283,97	319,57	$\hat{Y} = 307,03$	27,39
g PB mic/kg NDT	175,75	156,48	151,05	169,99	$\hat{Y} = 163,31$	24,46

¹= Nível de significância de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A casca do caroço de algodão pode substituir a silagem de milho em até 21% da matéria seca total da dieta para vacas leiteiras produzindo em média 25 kg de leite/dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1370-1381, 2003.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- CHEN, X.B., GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – na overview of technical details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (occasional publication). 21p. 1992.
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T. WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal Dairy Science**. v. 72, p.68-78, 1989.
- HALL, M.B., AKINYODE, A. Cottonseed hulls: working with a novel fiber source. 11th Ann. Florida Ruminant Nutr, Symp., Gainesville, Florida. p.179-186. 2000.
- HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Pratical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Raleigh. **Proceedings...** Raleigh: American Society of Animal Science, 1999. p.01-11.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAM, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2681-2692, 1998.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review's**. v.3, p. 277-303, 1990.
- MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R.;McDONALD I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**. V. 38, p. 437-443, 1977.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle, 2001, Washington, D.C.: National academy of sciences, 7 ed., 381p.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.

- ORTOLONI, E.L. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. **Arquivo da Escola de Veterinária da UFMG.**, v.33, n.2. p.269-275, 1981.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.D.F. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: II SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO. Lavras. **Anais....**,p. 229-247, 2001.
- VERBIC, J., CHEN, X.B., MACLEOD, N.A., et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on urine derivatives excretion by steers. **Journal Animal Science**, v.114, n.3, p.243-248. 1990.