

# SUBSTITUIÇÃO DO MILHO TRITURADO POR CASCA DE SOJA EM DIETAS PARA VACAS MISTIÇAS EM LACTAÇÃO

MILTON LUIZ MOREIRA LIMA,<sup>1</sup> JULIANO JOSÉ DE RESENDE FERNANDES,<sup>1</sup> EDUARDO RODRIGUES DE CARVALHO,<sup>2</sup> SANDRO DE CASTRO SANTOS,<sup>2</sup> FILIPE MARINHO DA ROCHA<sup>3</sup> E DOUGLAS DE ALMEIDA LIMA<sup>3</sup>

1. Professor doutor da Escola de Veterinária, UFG

2. Mestrando em Ciência Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás (UFG)

3. Aluno de Graduação da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás (UFG).

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a produção e composição do leite quando a casca de soja foi utilizada para substituir o milho triturado na dieta de doze vacas mestiças em lactação, distribuídas em quatro quadrados latinos 3x3. Adicionou-se a casca de soja dieta (21%, 30,1% e 39,3% do total da matéria seca) para reduzir progressivamente a porcentagem de milho triturado (24%, 15% e 5,8% do total da matéria seca). Não houve diferenças ( $P>0,05$ ) para a produção de leite sem e com correção para 3,5% de gordura, teores de proteína (3,26

g/100 g) e de lactose no leite (4,67 g/100 g). Já os teores de gordura e de sólidos totais no leite aumentaram linearmente com o aumento da quantidade de casca de soja adicionada na dieta ( $P<0,01$ ). Também foi observado aumento linear na concentração de nitrogênio ureico no leite à medida que a quantidade de casca de soja ( $P<0,01$ ) foi elevada. Concluiu-se que a substituição do milho triturado por casca de soja não afetou a produção de leite, porém houve aumento no teor de sólidos totais, especificamente no teor de gordura.

**PALAVRAS-CHAVES:** Nitrogênio ureico no leite, produção e composição do leite, subprodutos de agroindústria.

## ABSTRACT

### SOYBEAN HULLS AS A REPLACEMENT FOR GROUND CORN IN RATIONS FOR LACTATING CROSSBREED COWS

Twelve lactating dairy cows were randomly assigned in four 3x3 Latin squares to evaluate milk production and composition when ground corn was replaced by soybean hulls in the diet. Soybean hull was added to the diet to progressively decrease ground corn (24%, 15% and 5.8% on the dry matter basis) while soybean hull was simultaneously increased to 21%, 30.1% and 39.3% (dry matter basis). Both milk production and 3.5% fat corrected milk production,

milk protein (3.26 g/100 g) and milk lactose (4.67 g/100 g) were not affected by treatments ( $P>0.05$ ). However, milk fat, milk solids and milk urea nitrogen increased linearly with the increasing levels of soybean hulls ( $P<0.01$ ). It was concluded that the replacement of corn grain by soybean hulls did not affect milk production, but there was increase in milk solids, specifically milk fat.

**KEY WORDS:** Byproduct feeds, milk yield and composition, milk urea nitrogen.

## INTRODUÇÃO

A crescente demanda pela utilização racional e sustentável dos recursos alimentícios em

todo o mundo tem demonstrado a necessidade de pesquisas sobre a utilização de fontes alternativas de alimentos na nutrição animal que reduzam a competição com os alimentos usados em larga

escala na alimentação humana e na própria alimentação animal.

Em fazendas leiteiras, a alimentação representa o maior percentual do custo de produção de leite, porém com grandes variações, dependendo do nível tecnológico empregado. Quando se fração este custo, verifica-se que os concentrados têm a maior participação percentual de toda a alimentação, podendo até mesmo inviabilizar o sistema de produção.

No Brasil, o milho triturado é o principal ingrediente concentrado energético para vacas em lactação. Porém, variações na oferta deste ingrediente no mercado, que são determinadas por inúmeras causas, ocasionam consideráveis altas no seu preço, tornando-o economicamente menos competitivo como fonte de energia, e, assim, dando oportunidade ao emprego de outros alimentos.

Uma dessas alternativas é a utilização da casca de soja, um subproduto da indústria do processamento dos grãos de soja, que, devido aos seus teores de fibra e energia, pode ser incluída em rações de vacas leiteiras, substituindo tanto volumosos como concentrados energéticos (NRC, 2001).

Para cada tonelada de soja moída para extração de óleo, obtêm-se aproximadamente 180 kg de óleo, 710 kg de farelo 48% e cerca de 50 kg de cascas (5%). Quando é produzido o farelo com 46% de proteína, a quantidade disponível de cascas torna-se muito pequena, tanto é que nem todas as indústrias de óleo possuem casca disponível, por não estarem equipadas para a produção do farelo 48% (BLASI et al., 2000).

Segundo BELYEA et al. (1989) e STERN & ZIEMER (1993), a maior vantagem na utilização da casca de soja na alimentação de vacas leiteiras está na alta digestibilidade de FDN (fibra em detergente neutro), podendo atingir 95%. Dessa forma, a substituição de grãos de cereais pela casca de soja em rações para vacas leiteiras contribui para um ambiente ruminal mais favorável, mediante a redução no teor de amido com concomitante aumento no teor de FDN digestível, resultando em menor risco de acidose subclínica (SANTOS et al., 2004).

Muito embora o teor energético atribuído à casca de soja seja inferior ao do milho, muitos experimentos têm demonstrado que, na maioria dos casos em que esta substituição é feita, o desempenho dos animais não se altera. Isto seria consequência do efeito associativo positivo que a substituição de parte do amido por fibra de alta digestibilidade teria na digestão da fibra dos demais ingredientes, gerando então saldo energético positivo, que compensaria, por sua vez, o menor valor energético da casca de soja.

Isso foi comprovado pelo trabalho de MCGREGOR et al. (1976), em que, numa ração à base de silagem de alfafa, substituiu-se o milho moído por casca de soja nos concentrados experimentais em níveis de 0%, 26,9% e 48,9% da MS (matéria seca), sendo que não houve diferença no consumo de MS, produção de leite corrigida para 4% de gordura (média de 19 L/vaca/dia), teor de gordura do leite (média de 4,1%), digestibilidade da MS (média de 64%) e produção de ácidos graxos voláteis no rúmen.

Seguindo essa mesma linha de pesquisa, NAKAMURA & OWEN (1989) pesquisaram a dieta total constituída por 50% de silagem de alfafa e 50% de concentrado (base na MS) a doze vacas holandesas de alta produção, na qual a casca de soja substituiu 0%, 50% e 95% do milho no concentrado (base na MS). O consumo médio de MS foi de 23,7 kg/vaca/dia, sendo que não houve diferença entre as três rações. A produção de leite foi respectivamente de 29,8; 28,9 e 27,3 kg/vaca/dia para os três níveis de substituição, com teores de gordura de 3,13%; 3,33% e 3,49%, resultados que não diferiram quando a produção diária de leite foi corrigida para 3,5% de gordura.

No entanto, há resultados opostos na literatura, quando, por exemplo, a casca de soja foi gradualmente incluída na dieta para substituir o milho nos níveis de 10%, 20%, 30% e 40% da MS, e o consumo de MS por parte dos animais diminuiu, sendo que o maior decréscimo ocorreu quando a casca de soja foi fornecida em 30% e 40% da MS (IPHARRAGUERRE et al., 2002). Dados de alguns autores (MERTENS, 1997; BATAJOO & SHAVER, 1998; IPHARRAGUERRE et al., 2002) indicaram que a inclusão da casca de

soja em teores acima de 30% da MS diminuiu a efetividade da FDN da ração, levando à concentração excessiva de ácidos graxos voláteis no rúmen com consequente diminuição do consumo de MS por parte dos animais.

Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a produção e composição do leite de vacas mestiças que receberam dietas em que o milho triturado foi substituído por níveis crescentes de casca de soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Escola da UFG no período de 9 de junho a 8 de agosto de 2004. Fez-se uso de doze vacas multiparas mestiças (½ Holandês e ½ Gir leiteiro), que ao início e final do experimento estavam em média com 76 e 106 dias em lactação, respectivamente. Esses animais foram distribuídos em quatro quadrados latinos 3x3, a fim de ser avaliada a substituição do milho triturado pela casca de soja na dieta. De acordo com a Tabela 1, as dietas foram compostas por três formulações isonitrogenadas, com redução na porcentagem de milho triturado (24%, 15% e 5,8% do total da MS) e aumento da casca de soja (21%, 30,1% e 39,3% do total da MS). A composição bromatológica das dietas experimentais encontra-se na Tabela 2. As dietas (tratamentos) foram calculadas de acordo com o NRC (2001) para atender às exigências nutricionais das vacas utilizadas neste trabalho, que ao início do experimento apresentaram peso vivo médio de 550 kg ± 39 e produção média de 23,8 kg de leite/dia ± 2,7.

As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia (6h e 16h) e receberam a dieta basal e os concentrados em locais distintos. Ofereceram-se os concentrados em grupos de quatro animais, logo após as duas ordenhas diárias, na quantidade de 7 kg/vaca/dia (3,5 kg/vaca pela manhã e 3,5 kg/vaca à tarde) nos currais de alimentação adjacentes à sala de ordenha. A dieta basal foi oferecida em área comum de alimentação coletiva, composta por silagem de milho, casca de soja (4 kg/vaca/dia) e mistura de ureia + sulfato de amônio na proporção de 9:1 (0,15 kg/vaca/dia). Incluiu-se a casca de

soja na dieta basal porque a disponibilidade de silagem de milho não foi suficiente durante todo o período de estiagem.

Procurou-se obter 10% a 15% de sobras da dieta basal, para que houvesse o máximo consumo voluntário por parte dos animais. Foi adotado o consumo de MS da dieta basal das doze vacas, extrapolando-se posteriormente para o consumo individual, a fim de se determinar a composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais (Tabela 1).

**TABELA 1.** Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais com base na MS

Ingredientes	21% casca de soja	30,1% casca de soja	39,3% casca de soja
<b>Dieta basal</b>			
Silagem de milho	41,5	41,4	41,4
Casca de soja	21,0	21,0	21,0
Ureia + sulfato de amônio (9:1)	1,1	1,1	1,1
<b>Concentrados</b>			
Milho triturado	24,0	15,0	5,8
Casca de soja	-	9,1	18,3
Farelo de algodão	8,7	8,7	8,7
Farelo de soja	0,8	0,8	0,8
Calcário	0,8	0,8	0,8
Sal mineral*	2,1	2,1	2,1

\*Composição básica: carbonato de cálcio, fosfato bicálcico, fosfato monoamônio, iodato de cálcio, óxido de magnésio, óxido de zinco, selenito de sódio, sulfato de cálcio, sulfato de cobalto, sulfato de cobre, caulim (4,9%), cloreto de sódio (41%), sulfato ferroso, sulfato de manganês.

**TABELA 2.** Composição bromatológica das dietas experimentais com base na MS

Teores	21% casca de soja	30,1% casca de soja	39,3% casca de soja
MS (%)	65,4	65,6	65,7
MM (% da MS)	6,2	6,6	6,7
PB (% da MS)	15,0	15,1	15,3
FDN (% da MS)	36,4	41,6	46,6
EL <sub>L</sub> (Mcal/kg MS)	1,48	1,45	1,42

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; EL<sub>L</sub> = energia líquida de lactação (Mcal/kg MS).

Os três períodos experimentais foram de vinte e um dias cada, sendo quatorze dias para adaptação e sete dias para coleta dos dados. Avaliaram-se a produção e a composição do leite do 15º ao 17º dia de cada período, procedendo-se, posteriormente, à sua correção para 3,5% de gordura mediante o emprego da fórmula proposta por TYRRELL & REID (1965), em que  $LCG\ 3,5\% = (0,4324 \times \text{produção de leite em kg}) + (16,216 \times \text{produção diária de gordura em kg})$ .

Amostras de leite de cada vaca oriundas das ordenhas da manhã e da tarde foram coletadas em frascos apropriados contendo bronopol (conservante antibactericida) e enviadas para análises dos teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais no Laboratório do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária da UFG e também para análise da concentração de nitrogênio ureico no leite (NUL) no Laboratório da Clínica do Leite, ESALQ/USP, Piracicaba – SP. O aparelho utilizado em ambos os laboratórios foi o Milkoscan 4000 Basic® com princípio analítico infravermelho próximo. Coletaram-se amostras dos concentrados e da dieta basal do 15º ao 21º dia de cada período, sendo congeladas a -10°C e posteriormente analisadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da UFG. Determinaram-se os teores de MS, matéria mineral, proteína bruta (AOAC,

1990) e FDN (VAN SOEST et al., 1991). A análise estatística dos dados foi feita com auxílio do programa SAS (1998), utilizando-se o PROC GLM para análise das variáveis e contrastes ortogonais completos (linear e quadrático) e para análise dos efeitos da inclusão dos níveis crescentes da casca de soja nas dietas experimentais, adotando-se o nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os consumos totais da casca de soja (dieta basal + concentrado) foram respectivamente de 3,56 kg de MS/vaca/dia na dieta com 21% de casca de soja, 5,12 kg de MS/vaca/dia na dieta com 30,1% de casca de soja e 6,67 kg de MS/vaca/dia na dieta com 39,3% de casca de soja.

Os resultados referentes à produção e composição do leite estão apresentados na Tabela 3. A produção de leite (21,7 kg/dia), a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (22,8 kg/dia), a produção diária de gordura (0,824 kg/dia), o teor de proteína (3,26 g/100g), a produção diária de proteína (0,705 kg/dia) e o teor de lactose (4,67 g/100g) não diferiram entre as dietas experimentais ( $P > 0,05$ ). Houve aumento linear ( $P < 0,01$ ) nos teores de gordura, sólidos totais e nitrogênio ureico no leite quando a casca de soja substituiu progressivamente o milho triturado nas dietas.

**TABELA 3.** Médias, coeficiente de variação (CV) e níveis de significância para produção e composição do leite de vacas alimentadas com níveis crescentes de casca de soja na dieta

Parâmetros	Casca de soja na dieta, %			CV	Contraste	
	21	30,1	39,3		Linear	Quadrático
Leite (kg/dia)	21,8	21,6	21,8	6,9	ns	ns
LCG 3,5% (kg/dia)**	22,4	22,7	23,3	9,0	ns	ns
Gordura (g/100 g)	3,68	3,86	3,93	5,0	*	ns
Gordura (kg/dia)	0,797	0,822	0,852	10,3	ns	ns
Proteína (g/100 g)	3,28	3,28	3,22	3,4	ns	ns
Proteína (kg/dia)	0,716	0,701	0,699	8,3	ns	ns
Lactose (g/100 g)	4,67	4,67	4,67	1,8	ns	ns
Sólidos totais (g/100 g)	12,43	12,76	12,82	2,3	*	ns
NUL (mg/dL)***	10,8	11,5	12,5	8,5	*	ns

\*  $P < 0,01$

\*\*\* nitrogênio ureico no leite

\*\* leite corrigido para 3,5% de gordura

ns = não significativo

Em relação à produção de leite, esses resultados são semelhantes aos obtidos por IPHARRAGUERRE & CLARK (2003), que em sua revisão verificaram que a correlação linear entre a produção de leite e a porcentagem de casca de soja nas dietas para vacas leiteiras em dez trabalhos revisados foi baixa e não significativa. PEDROSO et al. (2007) também relataram não haver diferença para a produção de leite com e sem correção para 3,5% de gordura, quando a casca de soja substituiu o milho em 10% e 20% da MS da dieta. Além disso, nos trabalhos de COOMER et al. (1993) e MIRON et al. (2004a, 2004b), também não foi observada alteração na produção de leite quando a casca de soja substituiu grãos de cereais em diferentes níveis.

No entanto, NAKAMURA & OWEN (1989) reportaram decréscimo na produção de leite (-2,5 kg/dia) quando a casca de soja substituiu o milho em 48% do total da MS em uma dieta que continha 50% de volumoso e 50% de concentrado. NAKAMURA & OWEN (1989) atribuíram essa queda principalmente ao baixo nível de amido na dieta que continha casca de soja e também à menor digestibilidade da MS da dieta com casca de soja comparada à dieta-controle (61,3% *versus* 69,9%, respectivamente). Corroborando os resultados de NAKAMURA & OWEN (1989), IPHARRAGUERRE et al. (2002) observaram tendência de redução na produção de leite (-1,2 kg/dia) quando a casca de soja substituiu o milho triturado em 40% da MS da dieta (28,3 kg de leite/dia), comparado ao desempenho da dieta-controle (29,5 kg de leite/dia). Nos demais níveis de inclusão da casca de soja (10%, 20% e 30% da MS), não houve diferença em relação à dieta-controle.

Ainda observando-se a Tabela 3, pode-se verificar que a inclusão da casca de soja aumentou linearmente ( $P < 0,01$ ) o teor de gordura do leite, o que, por sua vez, desencadeou aumento no teor de sólidos totais ( $P < 0,01$ ). Outros autores, tais como NAKAMURA & OWEN (1989), PANTOJA et al. (1994) e ELLIOTT et al. (1995), ao avaliarem a substituição do milho pela casca de soja nos valores de 48%, 18% e 20% da MS da dieta, respectivamente, concluíram que tais níveis restabeleceram os teores de gordura próximos às

médias das raças empregadas nesses experimentos (Holandesa e Jersey). Seguindo esses mesmos resultados, IPHARRAGUERRE et al. (2002) verificaram aumento linear no teor de gordura do leite à medida que a casca de soja substituiu o milho nos níveis de 10%, 20%, 30% e 40% da MS da dieta. Esses autores argumentaram que esse aumento foi ocasionado pela redução na formação dos ácidos graxos trans-10, cis-12, à medida que o milho foi progressivamente substituído pela casca de soja. Entretanto, IPHARRAGUERRE & CLARK (2003) não encontraram correlação entre o teor de gordura do leite e a porcentagem de inclusão da casca de soja em dietas para vacas leiteiras, ou mesmo entre o teor de gordura do leite e a participação da FDN oriunda desse subproduto.

No presente trabalho, os aumentos observados na porcentagem de gordura no leite nos tratamentos com 30,1% e 39,3% de casca de soja na dieta são importantes para os produtores de leite e indústrias de laticínios. Para os produtores, esses resultados podem representar redução no custo de alimentação (mediante concentrados mais baratos, dada a inclusão da casca de soja) e aumento na receita, com a comercialização de maior quantidade de gordura, pois os pagamentos por volume de leite e teor de sólidos totais fazem parte dos atuais critérios de remuneração aos produtores adotados por algumas indústrias lácteas no Brasil. Para os laticínios, aumentos nos teores de sólidos totais no leite representam maior rendimento industrial na fabricação de produtos lácteos.

Diferentemente de alguns dados encontrados na literatura, no presente trabalho não se observou efeito da substituição do milho pela casca de soja na dieta sobre o teor de proteína do leite ( $P > 0,05$ ). FIRKINS & EASTRIDGE (1992), SARWAR et al. (1992), MANSFIELD & STERN (1994), PANTOJA et al. (1994) e MIRON et al. (2004a, 2004b) observaram redução no teor de proteína do leite com a inclusão da casca de soja em substituição aos grãos de cereais em diversos níveis. IPHARRAGUERRE & CLARK (2003) relataram que a redução no teor de proteína do leite nos trabalhos compilados variou de 0,8% a 8%, quando a casca de soja substituiu o milho desde 18% até 48% da MS da dieta. Tais resultados

podem ser parcialmente explicados pelo menor teor de carboidratos não fibrosos (especialmente amido) nas rações que continham níveis mais elevados de casca de soja, podendo, dessa forma, limitar a síntese de proteína microbiana no rúmen e reduzir o aporte de proteína metabolizável que chega ao intestino delgado, o que limitaria, por sua vez, a disponibilidade de aminoácidos na glândula mamária para síntese de proteína.

Houve aumento linear no teor de NUL (nitrogênio ureico no leite) quando se elevou a porcentagem da casca de soja na dieta ( $P < 0,01$ ), resultado semelhante ao obtido por MIRON et al. (2004a, 2004b). O aumento no teor de NUL neste trabalho foi possivelmente ocasionado pela redução na disponibilidade de energia no rúmen. Isso pode ocorrer quando fontes de carboidratos não fibrosos (amido) são substituídas por subprodutos ricos em FDN, ocasionando diminuição da quantidade de nitrogênio capturado pelos microorganismos ruminais para síntese de proteína microbiana e aumento da passagem de nitrogênio amoniacal para a corrente sanguínea. Apesar disso, as concentrações de NUL observadas neste trabalho encontram-se dentro do limite de 10 a 14 mg/dL, valores propostos por DePETERS & FERGUSON (1992) para vacas em lactação.

## CONCLUSÕES

A casca de soja pode ser incluída em até 39,3% na dieta para vacas em lactação produzindo 22 kg de leite/dia sem prejuízos para a produção ou composição do leite. O aumento no teor de gordura no leite pode ser apontado como a principal vantagem observada quando o milho triturado foi progressivamente substituído pela casca de soja na dieta para vacas mestiças no terço inicial da lactação.

## REFERÊNCIAS

AOAC. Association of official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis**. 15<sup>th</sup> ed. Arlington, 1990. v. 1, 1298 p.

BATAJOO, K. K.; SHAVER, R. D. In situ dry matter, crude protein and starch degradabilities of selected grains and

byproducts. **Animal Feed Science and Technology**, v. 71, p. 165-176, 1998.

BELYEA, R. L.; STEEVENS, B. J.; RESTREPO, R. J.; CLUBB, A. P. Variation in composition of byproduct feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 9, p. 2339-2345, 1989.

BLASI, D. A.; TITGEMEYER, E. C.; DROUILLARD, J. S.; PAISLEY, S. I.; BROUK, M. J. **Soybean hulls, composition and feeding value for beef and dairy cattle**. Kansas State: University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension Service, Bull. MF-2438, 2000. 16 p.

COOMER, J. C.; AMOS, H. E.; WILLIAMS, C. C.; WHEELER, J. G. Response of early lactation cows to fat supplementation in diets with different nonstructural carbohydrate concentrations. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 12, p. 3747-3754, 1993.

DePETERS, E. J.; FERGUSON, J. D. Non protein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 11, p. 3192-3209, 1992.

ELLIOTT, J. P.; DRACKLEY, J. K.; FAHEY JR, G. C.; SHANKS, R. D. Utilization of supplemental fat by dairy cows fed diets varying in content of nonstructural carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 7, p. 1512-1525, 1995.

FIRKINS, J. L.; EASTRIDGE, M. L. Replacement of forage or concentrate with combinations of soyhulls, sodium bicarbonate, or fat for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 10, p. 2752-2761, 1992.

IPHARRAGUERRE, I. R.; IPHARRAGUERRE, R. R.; CLARK, J. H. Performance of lactating dairy cows fed varying amounts of soyhulls as a replacement for corn grain. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 11, p. 2905-2912, 2002.

IPHARRAGUERRE, I. R.; CLARK, J. H. Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 4, p. 1052-1073, 2003.

MAcGREGOR, C. A.; OWEN, F. G.; MCGILL, L. D. Effect of increasing ration fiber with soybean mill run on digestibility and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v. 59, n. 4, p. 682-689, 1976.

MANSFIELD, H. R.; STERN, M. D. Effects of soybean hulls and lignosulfonate-treated soybean meal, on ruminal fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 4, p. 1070-1083, 1994.

MERTENS, D. R. Creating a system of meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

- MIRON, J.; NIKBACHAT, M.; ZENOU, A.; BEN-GHEDALIA, D.; SOLOMON, R.; SHOSHANI, E.; HALACHAMI, I.; LIVSHIN, N.; ANTLER, A.; MALTZ, E. Lactation performance and feeding behavior of dairy cows supplemented via automatic feeders with soyhulls or barley based pellets. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 11, p. 3808-3815, 2004a.
- MIRON, J.; YOSEF, E.; NIKBACHAT, M.; ZENOU, A.; MALTZ, E.; HALACHAMI, I.; BEN-GHEDALIA, D. Feeding behavior and performance of dairy cows fed pelleted nonroughage fiber byproducts. **Journal of Dairy Science** v. 87, n. 5, p. 1372-1379, 2004b.
- NAKAMURA, T.; OWEN, F. G. High amounts of soyhulls for pelleted concentrated diets. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 4, p. 988-994, 1989.
- NCR. National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. revisada. Washington, DC: National Academy of Science, 2001. 381 p.
- PANTOJA, J.; FIRKINS, J. L.; EASTRIDGE, M. L.; HULL, B. L. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 8, p. 2341-2356, 1994.
- PEDROSO, A. M.; SANTOS, F. A. P.; BITTAR, C. M. M.; PIRES, A. V.; MARTINEZ, J. C. Substituição do milho moído por casca de soja na ração de vacas leiteiras em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1651-1657, 2007.
- SANTOS, F. A. P.; MARTINEZ, J. C.; CARMO, C. A.; PEDROSO, A. M. Sistemas de alimentação com mecanismos de flexibilidade para a produção de leite. In: ZOCCAL, R.; AROEIRA, L. J. M.; MARTINS, P. C.; MOREIRA, M. S. P.; ARCURI, P. B. (Ed.). **Leite: uma cadeia produtiva em transformação**. Juiz de Fora: EMBRAPA, 2004. p.117-162.
- SARWAR, M.; FIRKINS, J. L.; EASTRIDGE, M. L. Effects of varying forage or concentrate carbohydrates on nutrient digestibilities and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 6, p. 1533-1542, 1992.
- SAS Institute Inc. **SAS Stat Guide**, Release 6.03 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1998. 1028 p.
- STERN, M. D.; ZIEMER, C. J. Consider value, cost when selecting non forage fiber. **Feedstuffs**, v. 65, n. 2, p. 14-17, 1993.
- TYRRELL, H. F.; REID, J. T. Prediction of the energy value of cow's milk. **Journal of Dairy Science**, v. 48, n. 9, p. 1215-1223, 1965.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science** v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

---

Protocolado em: 21 jan. 2008. Aceito em: 22 set. 2009.