

VIVIANY LÚCIA FERNANDES DOS SANTOS

Fontes alternativas de proteína para vacas em lactação

RECIFE  
JULHO – 2010

VIVIANY LÚCIA FERNANDES DOS SANTOS

Fontes alternativas de proteína para vacas em lactação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira

Conselheira: Adriana Guim

RECIFE  
JULHO – 2010

Ficha catalográfica

S237f Santos, Viviany Lúcia Fernandes dos  
Fontes alternativas de proteína para vacas em lactação /  
Viviany Lúcia Fernandes dos Santos. -- 2010.  
42 f. :il.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia,  
Recife, 2010.

Referências.

1. Alimentos alternativos 2. Semiárido 3. Bovino de leite  
4. Proteína I. Ferreira, Marcelo de Andrade, orientador  
II. Título

CDD 636

# Fontes alternativas de proteína para vacas em lactação

VIVIANY LÚCIA FERNANDES DOS SANTOS

Dissertação defendida e aprovada em 22 de julho de 2010, pela Banca Examinadora

Orientador:

---

Marcelo de Andrade Ferreira

Examinadores:

---

Adriana Guim

---

Adriano Henrique do Nascimento Rangel

---

Airon Aparecido Silva de Melo

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Viviany Lúcia Fernandes dos Santos, filha de Luiz Gonzaga Paiva dos Santos e Vitória Régia Fernandes dos Santos, natural de Natal, RN, graduou-se em Zootecnia na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN em fevereiro de 2008. Trabalhou no gerenciamento de propriedades leiteiras durante o ano de 2008 e ingressou em março de 2009 no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, nível mestrado, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE.

*À minha família*

*Meus pais, Luiz Gonzaga e Vitória Régia, aos Ferreira Fernandes e Santos, Júnior,  
Márcio, Bruno, Vinícius e Nikolay.*

**DEDICO**

**OFEREÇO**

*À minha avó, amada, Esmerina Ferreira Fernandes*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por abençoar minha vida com tantas alegrias e pessoas especiais;

Aos meus familiares, por me incentivarem, acreditarem e ajudarem em tudo, e pelo amor que existe entre nós;

Ao professor Marcelo de Andrade Ferreira, meu agradecimento e respeito, pelos ensinamentos, incentivo, direção e também pela paciência;

À professora Adriana Guim, pela co-orientação e por sempre me ajudar;

Aos professores Adriano Rangel e Airon Melo pela participação e importante contribuição;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Departamento de Pós-graduação em Zootecnia, pelas condições de estudo;

Ao Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento, pela bolsa de estudos;

Ao Sr. Otávio Bezerra do Rêgo Barros, Grupo Rancho Alegre, e a todos os integrantes da propriedade Várzea Alegre, que fizeram o possível para o desenvolvimento do experimento e por todos os momentos de descontração e amizade;

Ao Sr. Flávio Santos, Zootecnista da equipe Corn products, pela colaboração e apoio na pesquisa;

Agradecimento especial à Fabiana Maria da Silva, pela ajuda e amizade conquistada;

À Stela, Iran, Keyla, Romero, Lourinho, Selma, Sabrina, Tati, Manú, Luiz, Guilherme, Kedes, Felipe, Marina, Aninha, Safira, Valéria, Daniel, Fabi e, especialmente, a Paulo e Rodrigo;

Às amigas distantes, Viviane Maia, Mirela Gurgel e Michele Maia, pela amizade sincera.

**Obrigada!**



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15
Fontes alternativas de proteína para vacas em lactação: Composição, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite. ....	16
Resumo .....	16
Abstract.....	17
Introdução .....	18
Material e Métodos .....	19
Resultados e Discussão.....	25
Conclusões .....	36
Referências Bibliográficas.....	37
Normas para preparação de trabalhos científicos – Revista Brasileira de Zootecnia .....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química dos ingredientes.....	21
Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes dos concentrados. ....	21
Tabela 3. Composição percentual e química dos ingredientes das dietas.....	22
Tabela 4. Consumo de nutrientes.....	26
Tabela 5. Digestibilidade aparente total dos nutrientes. ....	30
Tabela 6. Desempenho, composição do leite e eficiência de utilização da matéria seca e nitrogênio. ....	32
Tabela 7. Relação custo:benefício.. ....	35

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o sexto maior produtor mundial de leite, com 28.795 milhões de litros no ano de 2009, com perspectiva de crescimento para 2010 de 5% (USDA, 2009). O estado de Pernambuco participa com 21% da produção do Nordeste, ficando atrás apenas do estado da Bahia (IBGE, 2006). A bacia leiteira do estado localiza-se na mesoregião do Agreste, principalmente no Agreste meridional e central, abrangendo 52 municípios e inserida em nove importantes bacias hidrográficas.

A sazonalidade na produção de alimentos devido a irregularidade das chuvas é uma característica da região semi-árida; apesar desses fatores, a pecuária de leite é uma atividade importante do ponto de vista econômico e social nesta região, ao estar presente na maioria das propriedades rurais, empregando mão-de-obra e constituindo fonte de renda e estabilidade social para a população rural. A produção de leite da região Agreste representa 73,02% da produção leiteira do estado de Pernambuco (IBGE, 2006).

Para a manutenção da produção de leite frente às adversidades climáticas, deve-se proceder com o adequado gerenciamento dos recursos forrageiros disponíveis na região, como também a utilização de alimentos que possam substituir aqueles de maior custo, na tentativa de maximizar a lucratividade da propriedade leiteira, uma vez que a alimentação é o principal item nos custos de produção.

É importante a tentativa na descoberta de alternativas alimentares que possam ser usadas nas propriedades rurais com êxito, buscando alimentos que se enquadrem a realidade natural das condições impostas e que possam ser utilizados de forma segura, trazendo retorno econômico para que a atividade possa ser competitiva quando comparada a outras culturas.

Na alimentação de vacas leiteiras, geralmente a fonte de proteína é o alimento de custo mais elevado e o farelo de soja a fonte mais usada, por grandes e pequenos produtores. A soja é um alimento que apresenta variação de preço em função do mercado internacional, além de ser bastante utilizada na alimentação humana com crescimento linear, na alimentação de não-ruminantes, como também na indústria química e, mais recentemente, como fonte alternativa de combustível (EMBRAPA, 2010).

Uma das grandes vantagens dos ruminantes é converter fontes de alimentos não-competitivas e de baixa qualidade em proteína de alta qualidade para o consumo humano. Portanto, o suprimento de proteína em termos quantitativos e qualitativos merece destaque pela elevada exigência desse nutriente e pela variabilidade da resposta às diferentes fontes de compostos nitrogenados disponíveis (NRC, 2001).

A proteína bruta contida nos alimentos para ruminantes é composta por uma fração degradável no rúmen (PDR) e uma fração não degradável no rúmen (PNDR). A fração degradável dá origem a peptídeos, aminoácidos e amônia, e é utilizada pelos microorganismos ruminais para a síntese de proteína microbiana, que normalmente é a principal fonte de proteína metabolizável (PM) que chega ao intestino dos ruminantes, podendo representar 45 a 55% da PM no intestino de vacas leiteiras de alta produção. A produção de proteína microbiana deve ser otimizada, pois dietas que resultam em redução desta síntese normalmente comprometem o desempenho animal (Santos, 2006).

O farelo de algodão é uma fonte proteica utilizada frequentemente na alimentação de vacas leiteiras. O produto é obtido após a retirada do óleo do caroço de algodão; em alguns casos, o línter é total ou parcialmente retirado. Quando o óleo é obtido através da prensagem, o resultado é um ingrediente de maior teor fibroso, menor

conteúdo proteico e maior teor de gordura, quando comparado com o farelo de algodão com extração por solvente.

O farelo de soja semi-integral (FSSI) é outra fonte proteica que pode ser utilizada na dieta de vacas em lactação. O produto é obtido após a moagem, extrusão e prensa da soja integral, tendo como resultado o processo de extração parcial do óleo. Segundo Castillo et al. (2001), o FSSI apresenta 9,0 a 10,0% de extrato etéreo e 44,0 a 46,0% de PB, podendo ser um suplemento energético-proteico na formulação de rações. Estudos com este produto são realizados mais frequentemente com suínos, posto que as pesquisas no Brasil que comprovem o desempenho de vacas leiteiras ainda são escassas.

O mazoferm (água de maceração do milho) é um produto que tem potencial para ser empregado na alimentação de vacas leiteiras. O mazoferm é obtido quando o processamento do milho é feito por via úmida, que separa os grãos em seus componentes básicos: germe, fibra, amido e proteína (glúten). A maceração dos grãos é o primeiro e mais importante estágio do processamento do milho, feita em solução de dióxido de enxofre sob condições controladas. As mudanças físicas, químicas e bioquímicas induzidas durante este período são responsáveis pela qualidade e rendimento dos produtos obtidos pós-moagem (Lopes Filho, 2006).

Na indústria, os grãos de milho são macerados num fluxo contracorrente, com solução de 0,1 – 0,2% de SO<sub>2</sub> a 50 – 55°C, por 42 horas. As condições de processo permitem o desenvolvimento de *Lactobacillus sp.* que, através da utilização dos açúcares solúveis na água de maceração produzem ácido láctico, reduzindo o pH do meio e promovendo condições favoráveis para a separação dos componentes do grão (Lopes Filho, 1999). A água de maceração, com cerca de 6% de sólidos, é posteriormente evaporada até atingir 45-50% de matéria seca. Dessa forma, pode ser usada na

alimentação animal, como também em meio de cultura para fermentações industriais ou isca atrativa no combate à mosca de frutas.

De acordo com Santos (2006), o processamento de grãos e subprodutos com altas temperaturas normalmente diminui a degradabilidade da PB devido à formação de complexos entre a proteína e os carboidratos (reação de Maillard) ou aumento na presença de pontes dissulfeto. A proteína do farelo de soja e do farelo de algodão tem maior teor de PNDR que a proteína contida no produto original, devido ao tratamento com temperatura elevada durante a tostagem.

A utilização de fontes de alimentos alternativos dependerá da disponibilidade durante todo o ano, logística no transporte e armazenamento na propriedade, principalmente de produtos úmidos, como também do custo/benefício.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar fontes alternativas de proteína para vacas em lactação, quanto ao consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite.

**O capítulo a seguir foi redigido segundo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTILLO, W.L.; KRONKA, R.N.; BARBOSA, H.P. et al. Efeito da utilização da soja semi-integral extrusada sobre o desempenho e as características das carcaças de suínos. **ARS Veterinária**, v.17, n.2, p. 137-143, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. [2009]. **Soja na alimentação.** Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_page=25&cod\\_pai=29](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=25&cod_pai=29)> Acesso em: 05 de julho de 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. [2006]. **Estatísticas – Indicadores Agropecuários (Produção Agropecuária), Censo Agropecuário 2006.** Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em: 25 junho de 2010.
- LOPES FILHO, J.F., RAMOS, P.A., ROMERO, J.T. Difusividade da água, dióxido de enxofre e ácido láctico em grãos de milho durante a maceração para o processo de moagem úmida. **Brazilian Journal of food technology**, v.9, n.4, p.257-263, 2006.
- LOPES FILHO, J.F. Avaliação da maceração dinâmica do milho após um curto período de hidratação e subsequente quebra no pericarpo do grão. **Ciência e Tecnologia dos alimentos**, v.19, n.3, p. 332-325, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7.ed. Whashington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381p.
- SANTOS, F.A.P., Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T. (Ed.) **Nutrição de Ruminantes.** ed. Funep: Jaboticabal, 2006. p.255-284.
- UNITED STATE DEPARTAMENT OF AGRICULTURE-USDA [2009]. Dairy: World Markets and Trad. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/dlp/dairy/dairy.asp> Acesso em 15 de junho de 2010.

## **Fontes alternativas de proteína para vacas em lactação: Consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite.**

**Viviany Lúcia Fernandes dos Santos<sup>1</sup>, Marcelo de Andrade Ferreira<sup>2</sup>, Adriana Guim<sup>2</sup>, Fabiana Maria da Silva<sup>1</sup>, Stela Antas Urbano<sup>1</sup>, Emmanuelle Cordeiro da Silva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRPE-Recife/PE

<sup>2</sup> Departamento de Zootecnia – UFRPE/PE

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho avaliar fontes alternativas de proteína para vacas em lactação, quanto ao consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. Foram utilizadas oito vacas multíparas  $\frac{3}{4}$  (Holandez/Gir), distribuídas em dois quadrados latinos 4 x 4 simultâneos. Cada período experimental teve duração de 21 dias (14 dias de adaptação e 7 dias de coleta de dados e amostras). Foram avaliadas três fontes proteicas, farelo de algodão (FA), farelo de soja semi-integral (FSSI), mazoferm e o farelo de soja (FS) como testemunha. Quando o mazoferm foi utilizado, observou-se menor consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais em relação ao FS. A produção de leite foi menor para os animais que receberam mazoferm em relação aos que consumiram FS. O teor de gordura no leite não diferiu e a produção de gordura foi menor para os animais que receberam FA e mazoferm em relação ao FS. Com relação ao percentual de proteína no leite, quando fornecido FSSI verificou-se menor teor em comparação ao FS. Os animais alimentados com FA apresentaram menor teor de sólidos totais no leite quando comparados com os que receberam FS. A eficiência alimentar foi maior para os animais que receberam mazoferm e a eficiência de utilização do nitrogênio foi menor para os que receberam FA quando comparado com FS. A digestibilidade dos nutrientes foi menor para os animais que receberam a dieta com mazoferm, com exceção da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos que não diferiu com relação a dieta com FS. A digestibilidade da PB foi maior para as dietas com FA e FSSI em relação a dieta com FS. Baseado no consumo de matéria seca e desempenho dos animais, recomenda-se a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão e farelo de soja semi-integral.

Palavras-chave: Eficiência, produção de leite, semi-árido.



**Alternative sources of protein for dairy lactation cows: Intake, digestibility nutrient, milk yield and composition.**

**ABSTRACT:** It was evaluated in this work alternative sources of protein for lactation cows, about the intake, digestibility, milk yield and composition. Eight cows multiparous  $\frac{3}{4}$  (Holandez / Gir) were distributed in two 4 x 4 latin squares, simultaneous. Each experimental period lasted 21 days (14 days for adaptation and seven days to collect data and samples). Were evaluated three protein sources, cottonseed meal (CM), soybean semi integral (SBSI), mazoferm and soybean meal (SBM) as witness. When mazoferm was used was observed smaller intake of dry matter, organic matter, crude protein and total digestible nutrients compared to SBM. Milk yield was lower in animals received mazoferm compared with fed SBM. The fat content in milk no differed and yield fat was lower for the animals that received CM and mazoferm compared to SBM. With respect to the percentage of milk in protein, when it was provided SBSI was observed lower content compared to SBM. Animals fed CM presented lower total solids in milk compared with those receiving SBM. Feed efficiency was greater for animals fed diets with mazoferm e nitrogen use efficiency was lower for those receiving CM compared with SBM. Nutrient digestibility was lower for animals fed diets with mazoferm, except for digestibility of non-fibrous carbohydrate which did not differ with respect to diet with SBM. Digestibility crude protein was greater for diets with CM and SBSI compared the diet with SBM. Based on dry matter intake and animal performance, is recommended the replacement of soybean meal by cottonseed meal and soybean meal semi integral.

Key words: Efficiency, milk yield, semi-arid.

## **Introdução**

A bovinocultura leiteira é de grande importância social e econômica para o semi-árido brasileiro, principalmente na região Nordeste, por ser menos vulnerável à seca, quando comparada com outras explorações agrícolas, e se constitui num dos principais fatores de fixação do homem no campo e de geração de emprego e renda (Ferreira et al., 2009).

O semi-árido nordestino é caracterizado pela sazonalidade na produção de alimentos em função da baixa e irregular pluviosidade. Para os rebanhos manterem a produção de leite durante todo o ano é necessário a utilização de forrageiras adaptadas ao clima, como também a suplementação com alimentos concentrados para suprir as necessidades dos animais.

Tradicionalmente, o farelo de soja é utilizado como concentrado proteico, porém o uso na alimentação humana, em rações para não-ruminantes e a dificuldade de produção em regiões semi-áridas, o que leva a necessidade de importação, torna o seu uso restrito. Além disso, o preço da soja é regulado pelo mercado internacional, em função da demanda pelos países consumidores. Portanto, é imprescindível a busca de alimentos alternativos, que não comprometam o desempenho dos animais e que possam tornar o sistema produtivo economicamente viável.

Para o uso de fontes alimentares alternativas, itens importantes devem ser considerados, como: composição química, palatabilidade, transporte e armazenamento do produto, além da disponibilidade na região durante as diferentes épocas do ano.

Santos et al. (1998) afirmaram que a proteína microbiana é a melhor fonte de aminoácidos disponíveis para a síntese e produção de leite e a segunda melhor fonte é o farelo de soja. Entretanto, na literatura verificou-se que outros concentrados proteicos

podem substituir o farelo de soja sem causar prejuízos sobre o desempenho animal (Alves et al. 2010, Silva et al. 2009, Pina et al. 2006 e Blackwelder et al. 1998).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes fontes proteicas para vacas em lactação, quanto ao consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na fazenda Várzea Alegre, localizada no município de Pesqueira, no Agreste do estado de Pernambuco, micro-região do Vale do Ipojuca. O período chuvoso ocorre nos meses de março a maio, com precipitação pluviométrica média anual de 584 mm. A temperatura média mensal varia de 26,3 a 32,2°C; nos meses de outubro a março são observadas temperaturas superiores a 30°C (ITEP, 2009).

Foram utilizadas oito vacas mestiças  $\frac{3}{4}$  (Holandez/Gir), múltiparas, no terço médio da lactação, alojadas em baias individuais, com área sombreada, como também área descoberta, provida de bebedouros e cochos.

O período experimental foi de 14 de janeiro a sete de abril de 2010, divididos em quatro sub-períodos de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação às dietas e sete dias de coleta, totalizando 84 dias. Foi realizado um período de pré-adaptação de dez dias antes do período experimental. Os animais foram pesados no início de cada período experimental.

Foram avaliadas três fontes proteicas: farelo de algodão com alto teor de gordura (FA), farelo de soja semi-integral (FSSI) e mazoferm e o farelo de soja (FS) como testemunha. A composição química dos ingredientes empregados na dieta encontra-se na Tabela 1.

A dieta com farelo de soja foi formulada de acordo com o NRC (2001) para atender a exigência das vacas de acordo com o peso corporal médio de 616 kg e produção média diária de leite de 25 kg, com 3,5 % de gordura.

Os concentrados continham 40% de cada fonte proteica, foi adicionada ureia para que o mesmo fosse isoproteico (aproximadamente 30% de PB na matéria seca) e as dietas continham aproximadamente 15% de PB na matéria seca.

O farelo de algodão utilizado neste estudo foi obtido da moagem do resíduo do caroço de algodão, que passa pelos processos de quebra, esmagamento, cozimento a 90°C e prensagem.

Quanto ao farelo de soja semi-integral, o grão de soja foi passado em moinho de martelos sendo quebrado, elevando a temperatura a 40°C. Após este processo o farelo foi disposto em tanque de aquecimento que o manteve com temperatura de 40 a 48°C. Em seguida o farelo foi para a extrusora, atingiu temperatura de 70°C e foi prensado para a retirada do óleo.

O mazoferm (água de maceração do milho) foi obtido através do processamento do milho feito por via úmida, que separou os grãos em seus componentes básicos: germe, fibra, amido e proteína (glúten). A maceração foi feita em solução de dióxido de enxofre sob condições controladas (50 – 55°C, por 42 horas).

A composição química dos ingredientes, a composição percentual dos concentrados e composição percentual e química das dietas experimentais podem ser observadas nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes.

Ingredientes	MS (%)	MO <sup>1</sup>	PB <sup>1</sup>	EE <sup>1</sup>	FDN <sup>1</sup>	CHOT <sup>1</sup>	CNF <sup>1</sup>
Farelo de soja	86,76	92,36	48,00	2,27	25,00	42,09	17,09
Farelo de algodão	93,75	93,37	30,45	11,00	47,88	51,92	4,04
F. S. semi-integral	93,69	92,34	43,60	10,83	20,75	37,91	17,16
Mazoferm	42,82	83,70	47,52	0,60	0,00	35,58	35,58
Milho	89,98	97,21	9,02	4,05	13,62	84,14	70,52
Farelo de trigo	90,11	93,40	16,74	3,51	41,72	73,13	31,41
Caroço de algodão	93,95	96,68	24,23	21,97	46,06	50,48	4,42
Palma	9,24	86,18	3,02	1,42	29,10	81,74	52,64
Silagem de buffel	25,05	88,10	8,10	2,40	67,29	77,60	10,31
Casca de mandioca	36,16	86,42	5,90	0,86	21,98	79,66	57,68

<sup>1</sup> % da MS.

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes dos concentrados.

Ingredientes (%)	Fontes protéicas			
	FS <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FSSI <sup>3</sup>	Mazoferm <sup>4</sup>
Farelo de soja	40,0	-	-	-
Farelo algodão	-	40,0	-	-
FS semi-integral	-	-	40,0	-
Mazoferm	-	-	-	40,0
Milho em grão	45,0	45,0	45,0	45,0
Farelo de trigo	10,0	6,80	9,00	9,80
Ureia	1,50	4,70	2,50	1,70
Calcário	1,09	1,09	1,09	1,09
Fosfato bicálcico	1,70	1,70	1,70	1,70
Monensina	0,02	0,02	0,02	0,02
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix	0,20	0,20	0,20	0,20

<sup>1</sup>Farelo de soja; <sup>2</sup>Farelo de algodão; <sup>3</sup>Farelo de soja semi-integral; <sup>4</sup>Mazoferm.

Tabela 3. Composição percentual e química dos ingredientes das dietas.

Ingredientes (%)	Fontes protéicas			
	FS <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FSSI <sup>3</sup>	Mazoferm <sup>4</sup>
Concentrado	31	31	31	31
Caroço de algodão	11	11	11	11
Palma	30	30	30	30
Silagem de capim buffel	14	14	14	14
Casca de mandioca	14	14	14	14
Itens	Composição química			
MS (%)	21,32	21,53	21,51	20,61
MO <sup>5</sup>	88,19	88,43	88,25	87,15
PB <sup>5</sup>	14,82	15,55	15,41	15,05
EE <sup>5</sup>	4,38	5,42	5,45	4,23
FDN <sup>5</sup>	33,58	35,87	32,85	30,76
CHOT <sup>5</sup>	68,98	67,44	67,40	67,87
CNF <sup>5</sup>	35,40	31,56	34,55	37,11

<sup>1</sup>Farelo de soja; <sup>2</sup>Farelo de algodão; <sup>3</sup>Farelo de soja semi-integral; <sup>4</sup>Mazoferm; <sup>5</sup>% da MS.

A alimentação foi fornecida *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 05:00 e às 15:30 horas, na forma de mistura completa, sendo ajustada diariamente, obtendo-se média de 12% em relação ao total de matéria seca fornecida.

As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes ao dia, com ordenha balde ao pé móvel, fazendo-se o registro da produção de leite.

As sobras de alimentos foram pesadas diariamente, antes da refeição matinal, para estimativa do consumo de alimentos do dia anterior. Esse procedimento foi realizado durante todo o período de coleta, como também o recolhimento de amostras, que ao final de cada período foi formada uma amostra composta por animal. Em cada período também foram realizadas coletas de amostras dos alimentos da dieta.

Para cálculo da digestibilidade aparente dos nutrientes, foi estimada a produção de matéria seca fecal, utilizando o LIPE<sup>®</sup> (Hidroxifenilpropano modificado e

enriquecido - lignina purificada de eucalipto) como indicador externo (Rodriguez et al. 2006). O indicador foi administrado durante sete dias (dois dias para adaptação e cinco dias durante a realização das coletas), pela manhã, no horário da alimentação, em dose única na forma de cápsulas (500 mg/animal/dia).

As amostras de fezes foram retiradas diretamente na ampola retal, uma vez ao dia, no 1º, 2º, 3º, 4º e 5º dia do período de coleta, com horários diferentes a cada dia, 6h00min, 8h00min, 10h00min, 12h00min e 14h00min, respectivamente. Em seguida, as amostras foram armazenadas.

Todas as amostras foram congeladas a -20°C e enviadas ao laboratório de Nutrição Animal da UFRPE. As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada (65°C por 72 horas), e, em seguida, passadas em moinho do tipo *Willey* (de facas), passando por peneira de 1 mm. As amostras de fezes foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG (Saliba, 2005).

As análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio total (NT) e extrato etéreo (EE), seguiram as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Para determinação fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram utilizadas as metodologias descritas por Van Soest et. al (1991), porém, com o uso de sacos de TNT (tecido não-tecido) confeccionados no laboratório de Nutrição Animal da UFRPE, e autoclave. Para a análise de FDN das sobras, concentrados e volumosos, foram adicionadas três gotas (50µL) de  $\alpha$ -amilase por amostra na lavagem com o detergente, como também na água, seguindo a metodologia de Van Soest et al. (1991).

Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados, segundo Sniffen et al. (1992), de acordo com a fórmula, CHOT:  $100 - (PB\% + EE\% + Cinzas\%)$ . Para a estimativa

dos carboidratos não-fibrosos (CNF) utilizou-se a diferença entre %CHOT - %FDN. O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) pela equação:  $CNDT = CPB_D + CCHOT_D + (2,25 \times CEE_D)$ , em que:  $CPB_D$  = consumo de proteína bruta digestível,  $CCHOT_D$  = consumo de carboidratos totais digestível,  $CEE_D$  = consumo de extrato etéreo digestível.

As produções de leite (PL) foram registradas individualmente. O leite foi corrigido para 3,5% de gordura através da equação  $PLCG = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{gordura no leite}) \times PL$  (kg/dia) (Sklan et al., 1992).

A eficiência alimentar (EA) foi calculada para cada vaca, pela relação entre produção média de leite corrigido para 3,5% de gordura e ingestão média de MS de cada período experimental (Valadares Filho et al., 2000). Da mesma forma, procedeu-se ao cálculo da eficiência de utilização de nitrogênio (EN), dividindo-se o N-total médio do leite pela ingestão média de N-total da dieta (Broderick, 2003).

Foram coletadas amostras de leite de cada animal, individualmente, no sexto e sétimo dia de cada período. No período da manhã e da tarde, as amostras foram coletadas proporcionalmente ao produzido na ordenha (1%); a amostra da manhã foi acondicionada em garrafa plástica e mantida sob refrigeração à temperatura de 4°C. Após a coleta do período da tarde foram formadas amostras compostas, homogeneizando o material obtido das duas coletas.

As amostras de leite foram acondicionadas em recipientes plásticos de 50 mL, utilizando-se o Bronopol<sup>®</sup> como conservante e, posteriormente, enviados ao laboratório PROGENE (Programa de Gerenciamento de Rebanhos Leiteiros do Nordeste), localizado no Departamento de Zootecnia da UFRPE, onde foram determinados os teores de gordura, proteína e lactose, através do equipamento Bentley 2000, por absorção



infravermelha, e sólidos totais por soma dos valores dos componentes anteriores (IDF, 1996).

Foram utilizados dois quadrados latinos 4 x 4 simultâneos, organizados de acordo com a produção de leite. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, utilizando-se o software Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1998). O teste de médias aplicado foi o de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade, comparando-se a dieta com a fonte proteica FS (controle) com as dietas com FA, FSSI e mazoferm.

### **Resultados e discussão**

O consumo de matéria seca foi menor ( $P < 0,05$ ) quando o mazoferm foi utilizado como fonte proteica em relação ao FS (dieta controle). Os animais submetidos às dietas que continham FA e FSSI não diferiram ( $P > 0,05$ ) quanto ao CMS do tratamento com FS (Tabela 4).

Existem alguns mecanismos que controlam a seleção e ingestão dos alimentos pelos bovinos. Mertens (1994) indica que o consumo voluntário é regulado por três mecanismos: o fisiológico, cuja regulação é dada pelo balanço nutricional, o físico, relacionado com a capacidade de distensão do rúmen, e o psicogênico, que envolve o comportamento responsivo do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente.

O principal problema da avaliação do consumo de um alimento consiste nas razões pelas quais um animal pode recusar um alimento e uma delas é a palatabilidade. Como os animais não comunicam os seus gostos torna-se difícil distinguir se foi a palatabilidade ou se foi uma razão fisiológica que causou a rejeição (Van Soest, 1994).

Tabela 4. Consumo de nutrientes de vacas em lactação alimentadas com fontes alternativas de proteína.

Itens	Fontes proteicas				CV (%)
	FS <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FSSI <sup>3</sup>	Mazoferm <sup>4</sup>	
Consumo (kg/dia)					
MS	21,03	20,73	20,60	18,86*	4,77
MO	18,54	18,35	18,19	16,47*	4,75
PB	3,12	3,32	3,21	2,75*	6,50
EE	0,97	1,18*	1,19*	0,83*	5,08
FDN	6,46	6,90	6,26	5,40*	10,15
CHOT	14,45	13,85	13,79	12,89*	4,79
CNF	7,99	6,94*	7,53*	7,49*	4,34
NDT	14,36	14,55	14,62	11,46*	5,78
Consumo (%PV)					
MS	3,31	3,30	3,27	3,02*	4,77
FDN	1,02	1,10*	0,99	0,87*	6,88
Variação do PV (g/dia)					
21 dias	506,52	83,33	541,67	- 434,52	

\* Médias na mesma linha que diferem do tratamento controle (FS) pelo teste de Dunnett (P<0,05). <sup>1</sup>Farelo de soja; <sup>2</sup>Farelo de algodão; <sup>3</sup>Farelo de soja semi-integral; <sup>4</sup>Mazoferm.

O mazoferm possui sabor amargo e, de acordo com Mirza & Mushtaq (2006), o pH é de 3,7. Segundo Forbes (1999), animais nascem com preferências e aversões inatas por determinados alimentos e os mamíferos preferem alimentos doces e evitam os amargos. Portanto, o menor consumo deste ingrediente pode ser explicado pela menor aceitação dos animais, em função da palatabilidade.

Em relação à seletividade, a mesma pode não ter ocorrido em função da forma de fornecimento da dieta, que foi ofertada na forma de mistura completa. Como o mazoferm é um ingrediente líquido, e na ocasião encontrava-se misturado de forma homogênea aos outros alimentos, pode ter diminuído a palatabilidade de todos os ingredientes.

Silva et al. (2008), ao estudarem a inclusão de cinco níveis de mazoferm na dieta (0,0; 3,5; 7,0; 10,5; e 14,0%), em substituição ao farelo de soja para vacas em lactação, com produção média de leite de 15 kg/dia, verificaram que houve diminuição linear no CMS, justificando o resultado em virtude do sabor amargo do produto, ou seja, ao fator psicogênico.

A combinação de 25% de mazoferm e 75% de casca de soja no concentrado foi avaliado por Defrain et al. (2002) e não encontraram diferença no CMS para vacas com produção de leite de 36,3 kg/dia, com relação à dieta com farelo de soja.

O farelo de algodão mais ureia foi testado por Silva et al. (2009) em substituição ao farelo de soja para vacas com produção média de leite de 11,55 kg/dia e foi verificado que o CMS não foi influenciado. Comportamento semelhante foi observado por Alves et al. (2010), Pina et al. (2006), Imaizumi (2005), Bernard (1997) e Blackwelder et al. (1998) quando incluíram FA na dieta para vacas em lactação.

Solomon et al. (2000) quando avaliaram dietas com FS e soja integral extrusada para vacas, produzindo 36,6 kg/dia, observaram que o CMS foi maior para a dieta com soja integral extrusada.

As vacas submetidas às dietas com FA e FSSI não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ) para os consumos de MO, PB, FDN, CHOT e NDT em relação àquelas da dieta controle. Estes resultados acompanharam o mesmo comportamento do CMS. Os consumos destes nutrientes foram menores ( $P < 0,05$ ) para os animais que consumiram mazoferm como fonte proteica, o que pode ter sido causado pelo menor CMS, como também devido a diferença na composição da dieta quanto aos teores de FDN e NDT (Tabela 1).

O consumo de EE diferiu ( $P < 0,05$ ) para os animais que foram alimentados com as fontes proteicas FA, FSSI e mazoferm em relação à dieta controle. Aqueles animais

que receberam FA e FSSI apresentaram valores mais elevados de consumo de EE, que podem ser atribuídos ao maior teor deste nutriente nesses alimentos (Tabela 1). No entanto, as vacas submetidas à dieta com mazoferm apresentaram menor ( $P<0,05$ ) CEE que aquelas do controle, que pode ser atribuído não só ao baixo teor de EE deste alimento, como também ao menor CMS registrado para os animais deste tratamento.

Os animais que consumiram FA apresentaram maior ( $P<0,05$ ) CFDN (%PV) com relação ao controle, devido ao maior teor de FDN deste alimento (Tabela 1). Quanto aos animais que consumiram mazoferm, foi observado menor ( $P<0,05$ ) CFDN (%PV) em relação aos que receberam FS, que pode ser explicado pelo fato de o mazoferm ser um alimento que não possui FDN em sua composição quando comparado ao FS (Tabela 1).

O teor médio de FDN nas dietas encontrado neste trabalho foi de 33,26%, variando de 30,76 a 35,87%. A relação volumoso:concentrado das dietas foi de 58:42. Conforme Mertens (1994), o consumo é limitado pelo efeito de enchimento quando o teor de FDN na dieta está acima de 50 a 60%.

Lana (2004) desenvolveu equações de predição de consumo e exigências e validação de desempenho de vacas de leite utilizando dados da literatura brasileira, estabelecendo teores de FDN<sub>total</sub> nas rações em função do peso corporal, produção de leite e teores de gordura e proteína no leite e sugeriram que o teor de FDN<sub>total</sub> deve variar de 33 a 50% da matéria seca da ração quando vacas em lactação produziram de 18 a 24 kg de leite/dia.

No presente trabalho foram encontrados consumos médios de FDN de 1,0% PV/dia, variando de 0,87 a 1,1% PV/dia, que comprova que não houve limitação do consumo por mecanismos físicos. Mertens (1992) citou que foram realizados diversos

experimentos para determinar a concentração ótima de FDN de rações que maximizassem a produção de leite e foi observado que o CFDN foi de 1,2% PV/dia.

O CCNF foi menor ( $P < 0,05$ ) para os animais que receberam FA, FSSI e mazoferm como fonte de proteína quando comparado ao FS (dieta controle). Quanto aos animais que receberam FA e FSSI, os resultados observados podem ser explicados pela variação na composição destes alimentos em relação aos nutrientes que são utilizados no cálculo dos CNF (CHOT e FDN) (Tabela 1). Os animais que consumiram mazoferm apresentaram menor CCNF devido ao menor CMS.

Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDN e CHOT da dieta que continha mazoferm foram inferiores ( $P < 0,05$ ) quando comparados com a dieta com FS (Tabela 5).

Van Soest (1994) citou que alguns fatores podem influenciar a digestibilidade dos alimentos, como o próprio consumo de alimentos, a retenção do alimento no rúmen, qualidade e quantidade da fibra, a composição do alimento e da dieta, o preparo dos alimentos, a relação proteína:energia, a taxa de degradabilidade e os fatores inerentes ao animal. Merchen et al. (1997) citou outros fatores, como o local da digestão, a natureza dos produtos finais absorvidos e a extensão dos nutrientes perdidos durante o processo de digestão.

No presente trabalho, a dieta com mazoferm apresentou menor digestibilidade, apesar do menor CMS.

Tabela 5. Digestibilidade aparente total dos nutrientes e NDT das dietas.

Itens (%)	Fontes proteicas				CV (%)
	FS <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FSSI <sup>3</sup>	Mazoferm <sup>4</sup>	
	Digestibilidade (%)				
MS	67,89	68,73	68,28	59,66*	3,80
MO	72,22	72,43	72,71	65,65*	3,65
PB	67,24	72,05*	71,59*	59,21*	5,57
EE	80,49	86,07	87,17	70,71*	10,35
FDN	52,02	49,56	50,37	34,51*	12,08
CHOT	72,71	71,31	71,72	66,65*	4,03
CNF	87,40	88,64	89,55	89,65	5,27
	Valor energético das dietas (% MS)				
NDT	68,32	70,25	70,51	61,20*	3,67

<sup>1</sup>Farelo de soja; <sup>2</sup>Farelo de algodão; <sup>3</sup>Farelo de soja semi-integral; <sup>4</sup>Mazoferm.

\* Médias na mesma linha que diferem do tratamento controle (FS) pelo teste de Dunnett (P<0,05).

Karges et al. (1993), ao utilizarem 7% de um suplemento para novilhos contendo mazoferm mais ureia, observaram que não houve variação no pH ruminal.

A menor digestibilidade dos nutrientes da dieta com mazoferm também pode ser atribuída a um possível aumento na taxa de passagem desse alimento, uma vez que esse se encontrava na forma líquida.

O coeficiente de digestibilidade da FDN da dieta com mazoferm foi 33,76% menor que a dieta com FS. O provável abaixamento do pH ruminal poderia explicar a baixa digestibilidade da FDN na dieta com mazoferm quando comparada a dieta com FS.

Menor quantidade de FDN foi verificada para a dieta com mazoferm (Tabela 3) e, conseqüentemente, menor consumo da FDN, o que segundo Mertens (1992) proporciona menor salivacão, que contribui para diminuição do pH ruminal, podendo alterar a população microbiana, com reflexos na digestibilidade do alimento.

Não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) para a digestibilidade dos CNF em relação a dieta controle, apesar de haver menor consumo de CNF para os animais que consumiram mazoferm (Tabela 4).

Silva et al. (2008) e Scott et al. (1991) ao utilizarem o mazoferm, para vacas em lactação e novilhos, não observaram efeito na digestibilidade dos nutrientes na dieta, com 14% e com 15 ou 30% na dieta, respectivamente.

Os menores coeficientes de digestibilidade dos ingredientes observados para a dieta com mazoferm, refletiram no baixo valor de NDT ( $P<0,05$ ) encontrado para a dieta com mazoferm quando comparado ao tratamento controle.

A digestibilidade da PB foi maior ( $P<0,05$ ) para as dietas que continham FA e FSSI. A dieta FA apresentou em sua composição maior proporção de ureia em relação à dieta com FS, o que sugere que a ureia por ser rapidamente solubilizada no rúmen tenha proporcionado maior valor de digestibilidade da PB para a dieta com FA. Pina et al. (2006) observaram maiores valores de digestibilidade da PB para as dietas com FS e FS mais 5% de ureia e menor digestibilidade para FA com 28 e 38% de PB.

Quanto à digestibilidade da PB da dieta com FSSI também foi maior quando comparada à dieta com FS. A extrusão é um dos processos utilizados para a obtenção do FSSI; neste processamento ocorre a redução no tamanho das partículas, proporcionando maior superfície de ataque aos microorganismos ruminais (Teixeira et al, 1999), aumentando a capacidade de degradação e, conseqüentemente, a digestibilidade, portanto, o resultado encontrado pode ser atribuído ao tipo de processamento da soja.

Herkelman & Cromwell (1990) afirmaram que a extrusão é um dos processos mais eficientes em conservar a composição bromatológica e aumentar a digestibilidade da proteína e gordura da soja. Entretanto, Wernersbach et al. (2006), ao testarem rações

fareladas e extrusadas para vacas em lactação, observaram que a digestibilidade da PB não diferiu com relação às formas de processamento.

Quanto a PL e PLC para 3,5% de gordura, os animais que receberam mazoferm como fonte proteica apresentaram menor ( $P < 0,05$ ) produção de leite em relação aos que consumiram FS (Tabela 6). Este comportamento ocorreu em função dos menores consumos de MS, PB e NDT, como também da menor digestibilidade dos nutrientes da dieta com mazoferm (Tabela 4 e 5).

Tabela 6. Desempenho, composição do leite e eficiência de utilização da matéria seca e nitrogênio.

Itens	Fontes proteicas				CV (%)
	FS <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FSSI <sup>3</sup>	Mazoferm <sup>4</sup>	
PL (kg/dia)	24,13	22,64	23,44	20,58*	10,22
PLC (kg/dia)	26,10	23,60	24,40	22,40*	9,45
G (%)	4,00	3,75	3,75	4,05	5,84
G (g/dia)	960,00	851,00*	881,10	831,90*	9,78
P (%)	3,31	3,25	3,19*	3,42	3,23
P (g/dia)	788,50	733,03	744,14	695,82	10,36
L (%)	4,45	4,31	4,43	4,34	4,35
ST (%)	12,46	11,99*	12,08	12,51	2,98
EA <sup>5</sup>	1,00	1,10	1,02	1,26*	8,83
EN <sup>6</sup>	0,25	0,22*	0,23	0,25	9,31

<sup>1</sup>Farelo de soja; <sup>2</sup>Farelo de algodão; <sup>3</sup>Farelo de soja semi-integral; <sup>4</sup>Mazoferm; <sup>5</sup> kg leite corrigido para 3,5% de gordura/CMS (kg/dia); <sup>6</sup> N total do leite/N total consumido (kg/dia). \*Médias na mesma linha que diferem do tratamento controle (FS) pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). PL-Produção de leite; PLC-Produção de leite corrido para 3,5% de gordura; G-Gordura; P-Proteína; L-Lactose; ST-Sólidos totais; EA-Eficiência alimentar; EN-Eficiência do nitrogênio.

O resultado para PL obtidos neste trabalho, quando as vacas consumiram FA, estão de acordo com os resultados encontrados por Alves et al. (2010), Silva et al. (2009), Pina et al. (2006) e Blackwelder et al. (1998), que verificaram a capacidade do farelo de algodão em manter a PL em relação ao farelo de soja.



Quanto ao mazoferm, Silva et al. (2008) não encontraram diferença quanto a PL, entretanto, deve-se levar em consideração que a PL das vacas estudadas era de 14,22 kg/dia, portanto, animais menos exigentes quanto à qualidade da dieta.

Defrain et al. (2002), ao testarem dietas com farelo de soja (controle) e casca de soja combinada com mazoferm (75% e 25%, respectivamente) observaram que quando foi utilizado casca de soja com mazoferm os animais produziram mais leite, 36,3 kg/dia com dietas à base de alfafa, quando comparadas às dietas com FS.

As fontes de proteína não proporcionaram alteração na concentração de gordura do leite ( $P>0,05$ ) quando comparadas ao FS. Porém, quando se analisou a produção de gordura (kg/dia) houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) para os animais que receberam FA e mazoferm com relação aos que receberam FS. O menor valor encontrado foi para a dieta com mazoferm, o que pode ter ocorrido em função da menor quantidade de leite produzida.

Quanto à menor produção de gordura observada para os animais que receberam FA, pode ter sido em decorrência do menor valor observado para o percentual de gordura aliado à menor produção de leite quando comparado com os animais que consumiram FS.

Com relação ao percentual de proteína no leite, quando foi fornecida a dieta com FSSI houve diferença ( $P<0,05$ ) quanto às vacas que receberam a dieta controle. A dieta com FSSI proporcionou maior teor de lipídeos em relação à dieta com FS. Existem algumas evidências na literatura sugerindo que quando existe aumento na proporção de energia originária da oxidação de ácidos graxos na glândula mamária, ocorrem alterações no fluxo sanguíneo e na disponibilidade de aminoácidos a serem incorporados no leite (Palmquist & Mattos, 2006).

Segundo Peres (2001), a deficiência de um único aminoácido impede a síntese de toda a molécula de proteína, uma vez que a capacidade da glândula mamária produzir uma quantidade de proteína para o leite pode ser sub-utilizada devido às deficiências de poucos aminoácidos específicos. Wu & Huber (1994), revisando dados experimentais, concluíram que a suplementação com gordura está associada a uma redução na proteína do leite.

Solomon et al. (2000) verificaram menor percentual de proteína quando as vacas com produção média leiteira de 36,6 kg/dia foram alimentadas com soja integral extrusada em substituição ao farelo de soja.

Os animais alimentados com FA apresentaram menor teor de sólidos totais no leite ( $P < 0,05$ ) quando comparados aos animais que receberam FS, possivelmente, devido ao menor valor de lactose e gordura no leite destes animais. Este resultado difere do observado por Imazumi (2005) quando substituiu FS por FA, que observou maior teor de sólidos totais no leite, e Chiou et al. (1997), que não encontraram diferença nos teores de sólidos com dietas com 10% de FA ou FS para vacas em lactação.

A eficiência de utilização da MS foi maior ( $P < 0,05$ ) para os animais que utilizaram mazoferm como fonte proteica, estes produziram menor quantidade de leite em relação aos que consumiram FS, mas também apresentaram menor CMS. A variação de peso destes animais pode ter contribuído para este resultado, já que apresentaram perda de peso 434,52 g/dia, portanto, pode ter ocorrido uma provável mobilização das reservas do tecido corporal para produção de leite, uma vez que estes animais apresentaram menor consumo de PB e NDT quando comparados aos que consumiram FS.

Wagner et al. (1983) realizaram três experimentos comparando farelo de algodão com mazoferm e observaram que houve perda de peso para vacas primíparas em

lactação e vacas não-lactantes alimentadas com mazoferm, e atribuiu essa variação à diminuição no CMS. Entretanto, foi observado ganhos de peso quando foi estudado o desempenho de novilhas em crescimento.

Os animais que receberam FA na dieta apresentaram menor ( $P < 0,05$ ) eficiência de utilização do nitrogênio quando comparados aos que receberam FS, pois estes animais consumiram maior quantidade de PB, entretanto apresentaram menor produção de proteína no leite.

Pina et al. (2006) também encontraram menor EN quando utilizou FA, em relação ao FS. Broderick (2003), ao avaliar diferentes níveis de PB em dietas compostas por alfafa, silagem de milho, milho em grão e soja extraída por solvente para vacas em lactação, com produção média de 33 kg/dia, verificou depreciação da EN ao aumentar o nível de PB da dieta, obtendo máxima eficiência com 15,1%.

Um indicador clássico e fácil de determinar é a relação custo/benefício, que consiste na razão entre o saldo e o custo com alimentação (Tabela 7).

Tabela 7. Relação custo:benefício.

Item	Fontes protéicas			
	FS <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FSSI <sup>3</sup>	Mazoferm <sup>4</sup>
Custo da dieta <sup>5</sup>	9,77	9,28	9,78	7,84
Receita do leite <sup>6</sup>	18,10	16,98	17,58	15,44
Custo/benefício	85	83	80	97

<sup>1</sup>Farelo de soja; <sup>2</sup>Farelo de algodão; <sup>3</sup>Farelo de soja semi-integral; <sup>4</sup>Mazoferm. <sup>5</sup>Calculados com cotação dos ingredientes no mês de julho de 2010. <sup>6</sup>Valor do litro de leite na região em que foi realizado o estudo: R\$ 0,75.

A dieta com mazoferm apresentou melhor relação custo/benefício, entretanto, foi verificado que os animais que consumiram esta dieta apresentaram menor CMS, PL e

digestibilidade dos alimentos, além de variação de peso negativa, em relação aqueles que receberam FS.

### **Conclusões**

Nas condições do presente experimento e baseado no consumo de matéria seca e desempenho dos animais, recomenda-se a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão e farelo de soja semi-integral. A escolha dependerá de fatores econômicos.

## Referências

- ALVES, F.A.; ZERVOUDAKIS, L.K.H.; CABRAL, L.S., et al. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.3, p.532-540, 2010.
- BERNARD, J.K. Milk production and composition responses to source of protein supplement in diets containing wheat middlings. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.5, p.938-942, 1997.
- BLACKWELDER, J.T.; HOPKINS, B.A.; DIAZ D.E. et al. Milk production and plasma gossypol of cows fed cottonseed and oilseed meals with or without rumen-undegradable protein. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.11, p.2934-2941, 1998.
- BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1370-1381, 2003.
- CHIOU, P.W.S.; YU, B.; WU, S.S. et al. Effect of dietary protein source on performances and rumen characteristics of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.68, n.3, p.339-351, 1997.
- DEFRAIN, J.M.; SHIRLEY, J.E.; TITGEMEYER, E.C. et al. A Pelleted Combination of Raw Soyhulls and Condensed Corn Steep Liquor for Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.12, p.3403-3410, 2002.
- FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V., et al. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.322-329, 2009 (suplemento especial).
- FORBES, J. M. Natural feeding behavior and feed selection. In: HEIDE, D. et al. (Ed.) **Regulation of feed intake**. ed. CAB Internacional, 1999. p.03-12.
- HERKELMAN, K.L.; CROMWELL G.L. Utilization of full-fat soybeans by swine reviewed. **Feedstuffs**, v.62, n.17, p.15-22, 1990.
- IMAIZUMI, H. **Suplementação protéica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento de milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento**. 2005. 196f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO. [2009]. **Climatologia**. Disponível em: <http://www.itep.br/LAMEPE.asp> Acesso em: 23 de junho de 2010.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Milk. **Determination of milk fat, protein and lactose content. Guide for the operation of mid-infra-red instruments**. Brussels: IDF, 1996. IDF Standard, 1996. p.12.
- KARGES, K.K.; KLOPFENSTAIN, T.J.; WILKERSON, V.A. et al. Effects of ruminally degradable and escape protein supplements on steers grazing summer native rangeland. **Journal of Animal Science**, v.70, n.6, p.1957-1964, 1992.
- LANA, R.P. et al. Predição e validação do desempenho de vacas leiteiras nas condições brasileiras e uso das equações para estimativa das exigências nutricionais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, Campo Grande, 2004. **Anais...** Viçosa:SBZ, 2004.
- MERCHEN, N.K.; ELIZALDE, J.C.; DRACKLEY J.K. Current perspective on assessing site of digestion in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.75, n.8, p.2223-2234, 1997.

- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 188-219.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. et al. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of American and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, p.450-493. 1994.
- MIRZA, M. A.; MUSHTAQ, T. Effect of supplementing different levels of corn steep liquor on the post-weaning growth performance of pak-karakul lambs. **Pakistan Veterinary Journal**. v. 26, n.3, p.135-137, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Whashington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381p.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHELLE T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de Ruminantes**. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.287-309.
- PERES, J.R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. (Ed.) **Uso do leite como ferramenta do monitoramento** nutricional. ed. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000, p. 30-45.
- PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1543-1551, 2006.
- RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; GUIMARÃES R.J. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p.263.
- SALIBA, E.O.S. Minicurso sobre o uso de indicadores. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 2005. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte-Brasil: EV – UFMG, 2005, p.23-26.
- SANTOS, F.A.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B. et. al. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: a 12 year literature review. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.12, p.3182-3213, 1998.
- SCOTT, T.; KLOPFENSTEIN, T.; STOCK, R. et al. [1998]. **Metabolism and Digestibility of corn bran and corn steep liquor/Distillers soluble**. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1357&context=animalsciinbc>> Acesso em: 15 de junho de 2010.
- SILVA, J.D.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVA, M.J.M.; FERREIRA, M.A.; MELO, A.A.S., et al. Níveis de inclusão do resíduo do milho (mazoferm), em substituição ao farelo de soja para vacas em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.30, n.1, p.51-57, 2008.
- SILVA, M.S.; FERREIRA, M.A.; GUIM, A. et al. Replacement of soybean meal by cottonseed meal in diets based on spineless cactus for lactation cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1995-2000, 2009.
- SKLAN, D. et al. Fatty acids, calcium soaps of fat acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 9, p.2463-2472, 1992.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. 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.

- SOLOMON, R.; CHASE, L.E.; BEN-GHEDALIA; et al. The Effect of Nonstructural Carbohydrate and Addition of Full Fat Extruded Soybeans on the Concentration of Conjugated Linoleic Acid in the Milk Fat of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**. v.83, n.6, p.1322-1329, 2000.
- TEIXEIRA, J.C.; DELGADO, E.F.; CORREA, E.M. et al. Cinética da digestão ruminal da amiréia 45-S em vacas da raça Holandesa. **Ciência Agrotécnica**, v.23, n.3, p.719-723, 1999.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de análise estatística e genética**, versão 8.0. Viçosa, MG, 1998. 150p.
- VALADARES FILHO, S.C.; BRODERICK, G.A.; VALADARES, R.F.D. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.1, p.106-114, 2000.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Constock Publishing Associates, 1994. 476p.
- 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.
- WERNERSBACH, H.L.F.; CAMPOS, J.M.S.; ASSIS, A.J. et al. Consumo, digestibilidade aparente e desempenho de vacas leiteiras alimentadas com concentrado processado de diferentes formas. **Revista Brasileira e Zootecnia**, v.35, n.3, p.1228-1235, 2006.
- WAGNER, J.J.; LUSBY, K.S.; HORN, G.W. Condensed molasses soluble, corn steep liquor and fermented ammoniated condensed whey as protein sources for beet cattle grazing dormant native range. **Journal Animal Science**, v.57, n.3, p.542-552, 1993.
- WU, Z.; HUBER, J.T. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: a review. **Livestock Production Science**, v.39, n.2, p.141-155, 1994.