

# SUPLEMENTOS CONCENTRADOS COMO FERRAMENTA ESTRATÉGICA EM SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO DE LEITE EM PASTAGENS

Alexandre Mendonça Pedrosa<sup>1</sup> e Marina de Arruda Camargo Danes<sup>2</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

O cenário da pecuária leiteira nacional tem se mostrado favorável nos últimos anos. Um estudo para determinar a rentabilidade financeira de diversas atividades no ano de 2007, comparando o lucro operacional com o capital investido (incluindo a terra), mostrou que a produção intensiva de leite (25 mil litros/ha/ano) foi a atividade agropecuária mais rentável dentre as pesquisadas, gerando uma rentabilidade de 11,90%, ou R\$3,8 mil/ha/ano (NOGUEIRA, 2008). Dentre todas as aplicações financeiras que participaram do estudo, a atividade leiteira ficou atrás apenas dos investimentos em fundos de ações.

Por outro lado, apesar dessa realidade favorável, o setor tem que conviver permanentemente com preços elevados dos alimentos, com destaques para milho e soja, principais ingredientes utilizados nas rações de vacas leiteiras. Segundo informações do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), o preço do milho em 2010 registrou aumento de 41%. Ao mesmo tempo, os custos de produção da pecuária leiteira no Brasil alcançaram no final de 2010 os maiores patamares das pesquisas realizadas pelo CEPEA/CNA desde janeiro de 2008.

A Figura 1 mostra a evolução do preço do milho nos últimos anos. Vê-se claramente a forte alta registrada no final de 2010 em relação aos dois anos anteriores, o que tem um enorme impacto na rentabilidade das fazendas.

Os custos do Farelo de Soja, apesar de não terem apresentado alta significativa em 2010 – somente 0,4% segundo o CEPEA – fecharam o ano com o maior valor registrado nos últimos 4 anos, conforme mostra a Figura 2.

Em sistemas intensivos de produção de leite, o fator de maior impacto no custo de produção é a alimentação, que representa de 40 a 60% do custo total e pode, portanto, condicionar o sucesso ou fracasso da atividade. Em qualquer

<sup>1</sup> Pesquisador – EMBRAPA Pecuária Sudeste.

<sup>2</sup> Eng. Agrônoma, M.Sc. em Ciência Animal e Pastagens – University of Wisconsin, EUA.

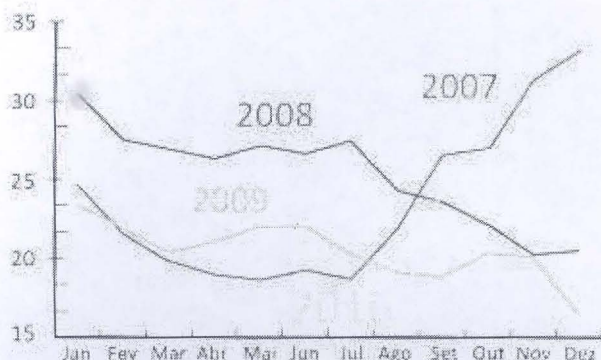


Figura 1 – Evolução dos preços da saca de 60 kg de milho na região de Campinas-SP, entre os anos de 2007 e 2010 (Fonte: CEPEA – ESALQ/USP).

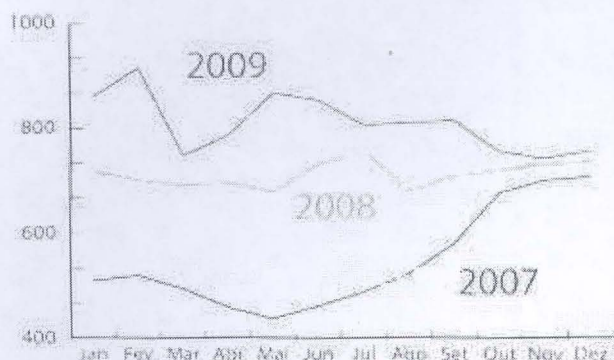


Figura 2 – Evolução dos preços da saca de 60 kg de farelo de soja na região de Campinas-SP, entre os anos de 2007 e 2010 (Fonte: CEPEA – ESALQ/USP).

sistema de alimentação, seja confinamento ou suplementação em pastagens, a dieta se baseia em ingredientes volumosos (silagem, feno, pasto) e concentrados (milho, farelo de soja, etc.), sendo estes últimos os responsáveis pela maior parte do custo das rações.

Esses números mostram o peso do custo dos alimentos na rentabilidade dos sistemas de produção de leite, mesmo considerando os patamares de preços do leite favoráveis que o Brasil tem experimentado. Neste contexto, a utilização de suplementos concentrados na alimentação de vacas leiteiras mantidas em pastagens sempre é contestada. Invariavelmente ao se incluir concentrados na dieta das vacas, mesmo que haja aumento no volume de leite, a possibilidade de se observar aumento no custo do litro de leite produzido é muito grande. Assim, é imprescindível que a utilização desses insumos seja feita de forma racional e estratégica, de modo que sua inclusão nas dietas leve a um aumento na rentabilidade do sistema.

A atividade leiteira tem grande potencial de crescimento sustentável dentro e fora do país. A competitividade do setor depende, no entanto, da sua capacidade de obter ganhos quando a situação está favorável e evitar perdas quando esta se torna negativa. Nesse contexto, a maximização da eficiência alimentar torna-se ferramenta fundamental para garantir a lucratividade da operação. É imperativo que todo e qualquer alimento consumido pelas vacas seja utilizado com a maior eficiência possível.

Algumas estratégias podem ser adotadas visando minimizar o peso do custo de alimentação em um sistema de produção de leite, tais como: redução do custo do concentrado, com a utilização de ingredientes alternativos aos grãos tradicionais, mais baratos; melhoria da qualidade dos ingredientes volumosos e, conseqüentemente, necessidade de menor quantidade de concentrado para atender a exigência nutricional dos animais; aumento na eficiência de utilização dos alimentos, minimizando perdas. Em qualquer uma delas, os suplementos concentrados devem ser considerados como ferramentas estratégicas, que se forem bem utilizadas podem ajudar a melhorar a rentabilidade das fazendas produtoras de leite.

Neste texto serão abordados os aspectos que mais afetam a eficiência de uso dos suplementos concentrados, com ênfase para a qualidade da forragem.

## 2. IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA PASTAGEM

O investimento na qualidade dos ingredientes volumosos aparece como primeira opção para a redução dos custos de alimentação, pois além de interferir diretamente na quantidade de concentrado necessária para atender às exigências dos animais, na maior parte das vezes não exige investimentos financeiros, dependendo apenas de práticas de manejo (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007).

Os parâmetros que melhor caracterizam a qualidade de um ingrediente utilizado na alimentação animal são seus teores de proteína (na análise do alimento encontrada como proteína bruta – PB) (OWENS; ZINN, 1993) e energia (representada pelos nutrientes digestíveis totais – NDT) (FERRELL, 1988). Para alimentos volumosos, o teor de fibra (representada pela fibra em detergente neutro – FDN) também é determinante, uma vez que, além de afetar o teor energético do alimento, interfere diretamente na capacidade máxima de ingestão pelos animais (OBA; ALLEN, 1999). Para ruminantes, a fibra é especialmente importante por estimular mastigação e ruminação e com isso proporcionar a manutenção do ambiente ruminal favorável aos microorganismos

(ALLEN, 1997). Rações para vacas leiteiras necessitam de um teor mínimo FDN ao redor de 25% para maximizar o funcionamento ruminal e consequentemente a produção de leite (NRC, 2001).

Paralelamente ao teor de fibra contido em um alimento, a composição desta fibra determina sua digestibilidade e, com isso, sua contribuição para o valor energético desse alimento. A fibra em detergente neutro (FDN) é a fração do alimento que engloba celulose, hemicelulose e lignina (van SOEST, 1999). Quanto maior o teor de lignina na FDN, menor é sua digestibilidade, e a fração indigestível pode ocupar bastante espaço no trato digestivo, limitando a capacidade do rúmen e, conseqüentemente, reduzindo o consumo de MS (THIAGU GILL, 1990). Grant *et al.* (1995) e Dado e Allen (1996) compararam a utilização de silagens com teores de FDN e PB semelhantes, mas com diferentes digestibilidades do FDN para alimentação de vacas em lactação e encontraram aumentos significativos no consumo de matéria seca e na produção de leite de acordo com o aumento da digestibilidade.

Kuoppala *et al.* (2008), trabalhando com silagem de pastagens consorciadas de capim Timóteo com Festuca, avaliaram o efeito da época de corte e a qualidade da forragem, no consumo de vacas leiteiras e na produção de leite. Os autores observaram teores de FDN de 49,8 e 59,4% nas silagens produzidas com materiais cortados precoce (46 dias de crescimento) e tardiamente (58 dias de crescimento), respectivamente. A época de corte também afetou o teor de FDN indigestível, que foi de 5% no corte precoce contra 9,7% no corte tardio. Essas diferenças provocaram alterações significativas no consumo de MS de silagem e na produção de leite das vacas, sob mesmas doses de concentrado. As vacas recebendo silagem do corte precoce ingeriram 17,4 kg MS/dia e produziram 32,2 L leite/dia, enquanto as que comeram silagem do corte tardio consumiram 13,8 kg MS/dia e produziram 28,9 L/dia.

Os parâmetros de qualidade de uma forragem variam de acordo com a espécie de planta utilizada, entretanto alterações significativas podem ser observadas entre plantas da mesma espécie, de acordo com o manejo empregado na cultura. Os teores de PB das plantas forrageiras, por exemplo, são altamente influenciados pelas doses de nitrogênio aplicadas após cada corte ou pastejo. Os teores de PB (%MS) da gramínea Tifton 85 cortada a 5 cm do nível do solo a cada 28 dias, foram de 9,81, 10,84, 13,81, 15,75 e 18,12% para as doses de 0, 39, 78, 118 e 157 kg de N. ha<sup>-1</sup> por corte (JOHNSON *et al.*, 2001).

A idade da planta também afeta seus teores PB, FDN e NDT. No início de seu desenvolvimento, a planta forrageira possui FDN predominantemente composta por celulose e hemicelulose. No decorrer de seu desenvolvimento, a planta precisa acumular mais lignina para garantir a sustentação de seus tecidos,

e por isso o teor de FDN aumenta e sua composição "piora" com a idade da planta (van SOEST, 1996).

Lobo (2006), estudando o efeito da idade de corte sobre a composição bromatológica do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), constatou aumento no teor de FDN e reduções nos teores de PB e digestibilidade com o aumento da idade de corte, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Efeito da idade de corte sobre os teores de PB, FDN, lignina e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DivMS) em capim-elefante

| Idade de Corte | PB (%) | FDN (%) | Lignina (%) | DivMS (%) |
|----------------|--------|---------|-------------|-----------|
| 40             | 11,03  | 67,50   | 3,51        | 65,86     |
| 60             | 10,67  | 67,06   | 3,36        | 61,83     |
| 80             | 9,02   | 70,22   | 4,87        | 57,51     |
| 100            | 8,01   | 73,81   | 5,61        | 50,13     |
| 120            | 8,07   | 72,12   | 6,06        | 48,05     |

Fonte: Lobo (2006).

Da mesma forma, Mari (2003) trabalhando com diferentes intervalos entre cortes em capim marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), encontrou valores de PB variando de 13,3 a 8,9% e FDN de 66,8 a 70,4% para o intervalo entre cortes variando de 15 a 90 dias.

O incremento na qualidade da forragem pode gerar resultados financeiros significativos em um sistema de produção. A simulação a seguir demonstra duas situações em que volumosos de baixa e alta qualidade foram utilizados na dieta de um rebanho de 100 vacas em lactação, criadas a pasto, produzindo em média 25 L/dia. O resultado da simulação é avaliado de acordo com a receita menos custo com alimentação (RMCA) proporcionada por cada dieta e visa relatar a influência da qualidade do volumoso no lucro da atividade.

A Tabela 2 mostra a formulação das duas dietas, para as quais se preparou um concentrado específico para complementar as características de cada forragem a fim de se atingir o nível de produção estabelecido.

Nota-se que com o pasto de melhor qualidade economiza-se 1,56 kg de concentrado por vaca/dia. Isso é possível, pois essa forragem pode ser consumida em maior quantidade, principalmente em função de seu menor teor de FDN, o que provoca menor efeito de enchimento nos animais. Além disso, o concentrado utilizado com o pasto de melhor qualidade tem menor custo, devido ao teor de PB de 22%, contra 23,2% do concentrado formulado para o pasto de valor nutritivo mais baixo. Sendo assim, como mostra a última linha da Tabela 2, é possível obter uma economia de mais de R\$ 34.600,00 ao ano para esse rebanho, por meio da melhoria da qualidade do pasto. Vale ressaltar que são níveis passíveis de serem atingidos apenas com alterações de manejo.

Tabela 2. Receita menos o custo de alimentação (RMCA) para rebanho com 100 vacas em lactação, produzindo em média 20 kg leite/vaca/dia, considerando pastagens de qualidade diferentes.

| Ingrediente                          | Pasto Bom <sup>1</sup> | Pasto Ruim <sup>1</sup> |
|--------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Milho moído, kg MO                   | 1,14                   | 1,59                    |
| Caroço de algodão, kg MO             | 0,78                   | 1,11                    |
| Farelo de algodão, kg MO             | 2,98                   | 3,20                    |
| Farelo de soja, kg MO                | 0,00                   | 0,56                    |
| Polpa cítrica, kg MO                 | 2,10                   | 2,10                    |
| Núcleo mineral, kg MO                | 0,40                   | 0,40                    |
| Kg MO de concentrado                 | 7,40                   | 8,96                    |
| Custo por vaca/dia, R\$ <sup>2</sup> | 6,60                   | 7,55                    |
| Custo por kg de leite, R\$           | 0,33                   | 0,38                    |
| Kg leite/kg concentrado              | 2,70                   | 2,23                    |
| RMCA por vaca, R\$                   | 7,40                   | 6,45                    |
| <b>Economia por ano, R\$</b>         |                        | <b>34.675,00</b>        |

<sup>1</sup> Pasto bom = 59,5% NDT, 50% FDN, 12% PB; Pasto ruim = 55% NDT, 65% FDN, 9% PB.

<sup>2</sup> Os preços dos concentrados foram levantados no mercado do estado de São Paulo em abril de 2011. O custo da pastagem foi fixado em R\$ 25,00/tonelada. Utilizou-se o preço do leite calculado pelo CLIPA em março de 2011.

O pasto de pior qualidade, além de exigir um concentrado com maior teor de PB, impõe a necessidade da utilização de farelo de soja para suprir as exigências dos microrganismos ruminais por proteína degradável no rumem (PDR). Isso é imprescindível para que a síntese de proteína microbiana (PMic), principal fonte de aminoácidos para as vacas, seja maximizada (Owens & Zinn, 1993). Com a forragem de melhor qualidade foi possível formular o concentrado somente com o farelo de algodão, fonte de proteína menos degradável, e normalmente mais barata que a soja.

Quando se trabalha com rebanhos mantidos em pastagens, a qualidade da forragem não é suficiente para garantir bom desempenho. Para que as vacas possam expressar todo o seu potencial, é preciso que a oferta de forragem (OF) seja suficiente (PEYRAUD *et al.*, 1996). O aumento na OF propicia aumento no consumo de matéria seca (CMS) da forragem e evidencia uma característica de consumo muito importante, que é a capacidade do animal em seleccionar materiais de melhor qualidade em relação à média da pastagem. Estudos de morfologia da planta no pré e pós pastejo demonstraram que os animais apresentam uma clara preferência por folhas verdes em detrimento de

talos e/ou material já senescente (MARTINEZ, 2004; VOLTOLINI, 2006; CARARETO, 2007).

Nesse contexto é importante enfatizar que as características estruturais do pasto têm efeito direto sobre o CMS, uma vez que afetam a facilidade de colheita da forragem pelo animal. A altura, densidade de folhas, relação folha/caule, proporção de material morto, interferem com o consumo, pois alteraram o tamanho dos bocados, a taxa de bocados e o tempo de pastejo (SARMENTO, 2003). Sendo assim, o manejo do pastejo, com base em metas de pasto, como altura, índice de área foliar e interpretação luminosa, é uma ferramenta fundamental para o máximo aproveitamento da forragem produzida (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2006).

A qualidade da forragem é igualmente importante quando se trabalha com volumosos conservados. A Tabela 3 mostra simulação semelhante à discutida anteriormente, utilizando agora silagem de milho como volumoso. As premissas são parecidas, um rebanho com 100 vacas em lactação com média de produção de 30 kg de leite/vaca/dia. Considerou-se uma silagem de boa qualidade e outra de qualidade inferior, variando os teores de NDT, FDN e PB. Os preços dos alimentos concentrados são os mesmos adotados para os cálculos da Tabela 2.

Como ocorreu na simulação anterior, a silagem de melhor qualidade também exigiu menor quantidade de concentrado, nesse caso da ordem de 2,42 kg vaca/dia. Isso resulta em um custo de alimentação diário por vaca R\$ 0,67 mais baixo, o que se reflete numa economia anual de mais de R\$ 24.500,00 com a silagem de melhor qualidade. Da mesma forma, a melhoria da qualidade da silagem depende principalmente de ferramentas de manejo, como ponto correto da colheita que possibilite boa fermentação e perdas reduzidas no silo; manutenção das facas das colhedoras sempre bem afiadas, permitindo o tamanho de partícula mais adequado para boa compactação e posterior ingestão pelos animais; bom manejo da retirada da silagem de forma a minimizar perdas; e manutenção da correta vedação do silo (RUPPEL *et al.*, 1995; MUCK; HOLMES, 2000).

Os resultados das simulações apresentadas evidenciam o papel fundamental da qualidade da forragem na lucratividade de qualquer sistema de produção de leite. O investimento na produção de volumosos se mostra cada vez mais interessante e é uma preocupação global, tanto para contornar a alta dos preços de grãos, inflacionados mundialmente pela bioenergia, quanto para atender exigências cada vez mais presentes do desenvolvimento sustentável.

Tabela 3 – Receita menos o custo de alimentação (RMCA) para rebanho com 100 vacas em lactação, considerando silagens de milho de qualidade diferentes

| Ingrediente                          | Silagem Boa <sup>1</sup> | Silagem Ruim <sup>1</sup> |
|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Silagem de milho, kg MO              | 41,06                    | 35,20                     |
| Caroço de algodão, kg MO             | 1,55                     | 1,55                      |
| Farelo de algodão, kg MO             | 2,43                     | 2,98                      |
| Farelo de soja, kg MO                | 0,84                     | 0,89                      |
| Polpa cítrica, kg MO                 | 2,58                     | 4,42                      |
| Uréia, kg MO                         | 0,07                     | 0,05                      |
| Núcleo mineral, kg MO                | 0,45                     | 0,45                      |
| Bicarbonato de sódio, kg MO          | 0,15                     | 0,15                      |
| Kg MO de concentrado                 | 8,07                     | 10,49                     |
| Custo por vaca/dia, R\$ <sup>2</sup> | 9,57                     | 10,24                     |
| Custo por kg de leite, R\$           | 0,32                     | 0,34                      |
| Kg leite/kg concentrado              | 3,72                     | 2,86                      |
| RMCA por vaca, R\$                   | 14,88                    | 14,36                     |
| <b>Economia por ano, R\$</b>         | <b>24.655,75</b>         |                           |

<sup>1</sup> Silagem boa = 68,8% NDT, 45% FDN, 9% PB; Silagem ruim = 60,7% NDT, 65% FDN, 8% PB.

<sup>2</sup> Os preços dos concentrados e do leite foram levantados no mercado do estado de São Paulo em abril de 2011. O custo da silagem de milho foi fixado em R\$ 20,00/tonelada. Utilizou-se o preço do leite calculado pelo CIEPA em março de 2011.

### 3 SUBSTITUIÇÃO DA FORRAGEM POR CONCENTRADO

De maneira geral, o fornecimento de suplementação com concentrados para vacas leiteiras sob pastejo tem como objetivos principais:

- Corrigir possíveis deficiências nutricionais das forragens;
- Aumentar a capacidade de suporte das pastagens;
- Auxiliar no manejo do pasto;
- Aumentar a produtividade dos sistemas.

Quando um suplemento é fornecido, o consumo de forragem pode permanecer inalterado, aumentar ou diminuir, dependendo da quantidade e qualidade da forragem disponível (REIS *et al.*, 1996). Muitas vezes o consumo do suplemento resulta em redução na ingestão de forragem. Isso se deve ao chamado efeito de substituição, que expressa a alteração no consumo de forragem em relação à quantidade de suplemento fornecida, sendo dado pelo **coeficiente de substituição (CS)**, calculado pela fórmula a seguir:

$$CS = \frac{(\text{Consumo de forragem anterior} - \text{Consumo posterior à suplementação})}{\text{Quantidade de suplemento consumida}}$$

Por exemplo, se o consumo de forragem anterior à suplementação era de 10 kg MS/dia, e passa a ser de 7 kg MS/dia após o fornecimento de 6 kg de MS concentrado/dia, tem-se:

$$CS = \frac{(10 - 7)}{6} = \frac{3}{6} = 0,5 \text{ ou } 50\%$$

No caso de suplementação com concentrados, o coeficiente de substituição é diretamente afetado pela qualidade do pasto, e será tanto maior quanto melhor a qualidade da forragem. Com forragens de alta digestibilidade e concentração de nutrientes, ao se fornecer o suplemento, via de regra o consumo de pasto cai, pois nesta situação os animais já estão consumindo um alimento que possivelmente atende quase integralmente sua demanda nutricional, e, ao receber o concentrado, o animal reduz o consumo da forragem como forma de regular a ingestão dos nutrientes que ele realmente necessita para manutenção e produção.

A Figura 3 ilustra o efeito da suplementação nessas condições.

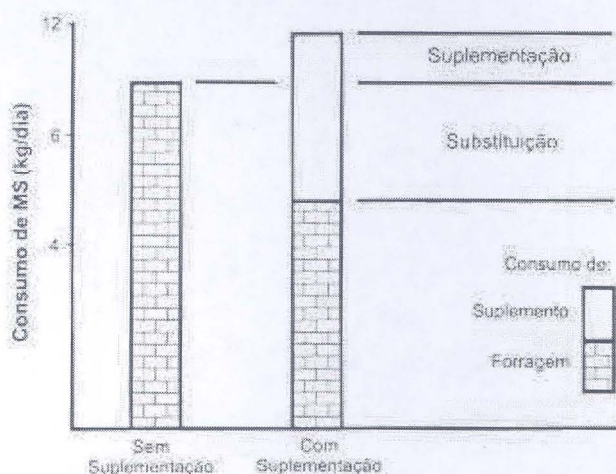


Figura 3 – Efeito da suplementação com concentrado sobre o consumo de MS total e MS de forragem em vacas leiteiras (Fonte: adaptada de Hodgson, 1990).

Quando a forragem disponível não é de boa qualidade, a suplementação com concentrados complementa as necessidades dos animais, e nessas circunstâncias o consumo de pasto é menos afetado, ou pode ser até aumentado, em casos onde o concentrado leve a uma melhor condição ruminal, favorecendo a digestão da forragem, e possibilitando que o animal consuma maior quantidade

de pasto. Isso reforça a importância da suplementação em sistemas de produção baseados em gramíneas tropicais, onde a obtenção de forragem de alta qualidade nutricional depende de um manejo impecável do pasto.

Segundo Bargo *et al.* (2003), o CS é um dos principais fatores afetando a variação na resposta à suplementação. Em sua revisão os autores observaram CS de 0,40 kg MS de pastagem para cada kg MS de concentrado (0,02 a 0,71). Em pastagens tropicais, Santos *et al.* (2003) mostraram valores médios de CS em torno de 0,30, porém com variação elevada. Em geral o CS é mais pronunciado em forrageiras temperadas devido ao maior valor nutritivo observado para essas plantas, e pela utilização de animais de mérito genético superior em países desenvolvidos (BARGO *et al.*, 2003).

As respostas à suplementação com concentrado dependem diretamente do CS, existindo uma relação negativa entre esse parâmetro e a produção de leite. Deresz *et al.* (1994) apontaram o CS como a principal razão para a baixa resposta à suplementação com concentrado. Segundo Lucci (1997), uma maior taxa de substituição é obtida no estágio inicial da lactação comparativamente aos estágios mais avançados devido a um menor potencial de consumo de MS das vacas no início da lactação.

Trabalhos realizados na Europa, com pastagens de clima temperado, mostraram que o CS sofre grande influência da oferta de forragem (OF). Quanto maior a OF, maior o CS. A explicação para tal pode estar na elevada qualidade nutricional da forragem utilizada, pois os animais tiveram a chance de selecionar e consumir somente o material mais digestível.

Segundo Mayne e Wright (1988), quando há forragem à vontade, a suplementação resulta em elevados CS. Nessa situação, o consumo por boeado é maior, o que possibilita aumento do consumo total de forragem, com tempo de pastejo menor. (BARGO *et al.*, 2002).

Diversos trabalhos mostram a redução no tempo de pastejo com o aumento da suplementação, conforme relatam Bargo *et al.* (2003). O aumento do fornecimento de concentrado provocou reduções no tempo de pastejo da ordem de até 20 min/kg MS de concentrado. A influência da suplementação sobre o comportamento de consumo de vacas em lactação está ilustrada na Tabela 4.

Nos dados acima podemos notar que o consumo de pasto cai com o aumento da quantidade de suplemento, mas o consumo total aumenta, o que se reflete na produção de leite e ganho de peso dos animais.

Quando a disponibilidade de forragem é restrita, os CS observados são menores. A Tabela 5 mostra os efeitos de diferentes ofertas de forragem sobre o CS e as respectivas respostas em produção de leite.

Tabela 4 – Influência da suplementação no comportamento de consumo de pasto de vacas em lactação

| Parâmetro                        | Concentrado (kg MO/dia) |       |       |
|----------------------------------|-------------------------|-------|-------|
|                                  | 0                       | 3     | 6     |
| Consumo de forragem (kg MO/dia)  | 9,25                    | 7,57  | 6,42  |
| Consumo total (kg MO/dia)        | 9,25                    | 10,20 | 11,70 |
| Tempo de pastejo (horas/dia)     | 7,70                    | 7,20  | 6,60  |
| Taxa de bocados (bocados/minuto) | 51,70                   | 50,40 | 49,90 |
| Total de bocados (milhares/dia)  | 24,00                   | 22,00 | 19,90 |
| Tamanho de bocados (g MO/dia)    | 0,41                    | 0,36  | 0,34  |
| Produção de leite (kg/dia)       | 8,30                    | 9,20  | 9,90  |
| Ganho de peso (kg/dia)           | 0,21                    | 0,23  | 0,27  |

Fonte: adaptada de Santos *et al.* (2003).

Tabela 5 – Taxas de substituição e respostas produtivas de vacas leiteiras sob diferentes ofertas de forragem

|            | Consumo Suplemento<br>(kg MS/dia) | Oferta de Forragem<br>(kg MS/vaca/dia) | TS   | Resposta Produtiva<br>(kg Leite/kg Concentrado) |
|------------|-----------------------------------|----------------------------------------|------|-------------------------------------------------|
| Trabalho 1 | 7,9                               | 25,0                                   | 0,26 | 1,36                                            |
|            | 7,9                               | 40,0                                   | 0,55 | 0,96                                            |
| Trabalho 2 | 4,3                               | 21,1                                   | 0,11 | 0,98                                            |
|            | 4,3                               | 42,7                                   | 0,57 | 0,54                                            |
| Trabalho 3 | 3 a 5                             | 30,0                                   | 0,29 | 1,18                                            |
|            | 3 a 5                             | 30,0                                   | 0,30 | 1,27                                            |
|            | 3 a 8                             | 40,0                                   | 0,43 | 0,49                                            |
|            | 3 a 5                             | 40,0                                   | 0,46 | 0,98                                            |

Fonte: adaptada de Bargo *et al.* (2003).

Infelizmente, não há muitos dados disponíveis sobre os efeitos da suplementação e CS em pastagens tropicais. Como via de regra, as forragens tropicais apresentam qualidade inferior às temperadas, é de se esperar que os CS sejam menores, pelas razões discutidas anteriormente. Nesses casos a suplementação pode ser o “divisor de águas” na eficiência do sistema, pois vai permitir que os animais equilibrem sua dieta para atender a sua demanda nutricional.

E quando se consegue produzir e manejar um pasto com alta qualidade nutricional e boa oferta de forragem, a suplementação permite aumentar a lotação, melhorando a produção por área e aumentando a eficiência do sistema.

#### 4. UTILIZAÇÃO DOS SUPLEMENTOS CONCENTRADOS

Como já comentado, o benefício da suplementação de animais criados em pastagens é frequentemente questionado, uma vez que a utilização do concentrado aumenta consideravelmente o custo da alimentação, principalmente com os preços atuais dos grãos de cereais.

No entanto, o objetivo principal de um sistema sustentável de produção de leite deve ser maximizar a receita menos o custo de alimentação (RMCA). Sabendo-se que a alimentação representa grande parte dos custos de produção, este parâmetro é sinônimo de eficiência econômica. É possível obter rentabilidade mais elevada produzindo a custo maior, desde que este aumento nos custos resulte em maior rentabilidade do sistema. Esse é o conceito que sustenta a viabilidade da suplementação com concentrados.

Na Tabela 6 estão apresentados os custos de produção, receita total e retorno sobre o custo de alimentação de um lote de 100 vacas, comparando o sistema com e sem suplementação.

Tabela 6 – Receita menos custo de alimentação (RMCA) para lote com 100 vacas em lactação, com e sem suplementação com concentrado

| Ingrediente                          | Sem Suplemento | Com Suplemento   |
|--------------------------------------|----------------|------------------|
| Produção, kg leite/vaca/dia          | 12,00          | 20,00            |
| Pasto <sup>1</sup> , kg MO/vaca/dia  | 68,16          | 49,75            |
| Milho moído, kg MO/vaca/dia          |                | 3,75             |
| Farelo de soja, kg MO/vaca/dia       |                | 1,68             |
| Mineral, kg MO/vaca/dia              | 0,38           | 0,38             |
| Kg MO concentrado/vaca/dia           | 0,38           | 5,81             |
| Receita bruta, R\$/vaca/dia          | 8,40           | 14,00            |
| Custo por vaca/dia, R\$ <sup>2</sup> | 2,46           | 5,47             |
| Custo por kg de leite, R\$           | 0,21           | 0,27             |
| RMCA por vaca, R\$                   | 5,94           | 8,53             |
| <b>Ganho por vaca/dia, R\$</b>       |                | <b>2,59</b>      |
| <b>Ganho por ano, R\$</b>            |                | <b>94.836,13</b> |

<sup>1</sup> Pasto = 61% NDT, 50% EDN, 14% PB.

<sup>2</sup> Os preços dos concentrados e do leite foram levantados no mercado do estado de São Paulo em abril de 2011.

A suplementação proporcionou aumento de 8 kg leite/vaca/dia, e mesmo com aumento de 122% no custo de alimentação das vacas, gerou incremento de 43% no RMCA, permitindo a obtenção de um saldo adicional de mais de

RS94.800,00 em um ano, com um lote de 100 vacas. Adicione-se a essa vantagem a possibilidade de aumento na taxa de lotação dos pastos, uma vez que a suplementação ocasionou uma redução de 27% no consumo de forragem. Essa simulação mostra que mesmo com os altos valores dos grãos de cereais, a suplementação de vacas leiteiras mantidas em pastagem ainda é vantajosa.

Outra ferramenta importante a ser utilizada na redução do custo de alimentação, e conseqüente maximização do RMCA, é a substituição dos ingredientes tradicionais do concentrado (grãos de cereais) por produtos alternativos, oriundos do processamento industrial de produtos agrícolas. Por serem resíduos da agroindústria, os coprodutos apresentam, de um modo geral, preços inferiores aos dos ingredientes tradicionais, nas regiões onde são gerados.

Há inúmeros coprodutos disponíveis em todo o Brasil, com variações regionais decorrentes das aptidões agrícolas das diferentes regiões do país. A disponibilidade e o preço em relação aos ingredientes tradicionais são os principais fatores a serem observados na tomada de decisão pela sua inclusão nas rações, além de suas características nutritivas. A Tabela 7 mostra uma comparação do uso do concentrado tradicional, apresentado na Tabela 6, a base de milho e farelo de soja, em relação a um concentrado utilizando ingredientes alternativos, como polpa cítrica, farelo de glúten de milho e farelo de algodão.

Tabela 7 – Receita menos custo de alimentação (RMCA) para lote com 100 vacas em lactação, suplementadas com concentrados diferentes.

| Ingrediente                          | Concentrado Tradicional | Concentrado Alternativo |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Produção, kg leite/vaca/dia          | 20,00                   | 20,00                   |
| Pasto <sup>1</sup> , kg MO/vaca/dia  | 49,75                   | 49,75                   |
| Milho moído, kg MO/vaca/dia          | 3,75                    |                         |
| Farelo de soja, kg MO/vaca/dia       | 1,68                    |                         |
| Polpa cítrica, kg MO/vaca/dia        |                         | 3,15                    |
| FGM – 21, kg MO/vaca/dia             |                         | 1,12                    |
| Far. de algodão, kg MO/vaca/dia      |                         | 1,99                    |
| Núcleo mineral, kg MO                | 0,38                    | 0,38                    |
| Kg MO concentrado/vaca/dia           | 5,81                    | 6,64                    |
| Receita bruta, R\$/vaca/dia          | 14,00                   | 14,00                   |
| Custo por vaca/dia, R\$ <sup>2</sup> | 5,47                    | 5,25                    |
| Custo por kg de leite, R\$           | 0,27                    | 0,26                    |
| RMCA por vaca, R\$                   | 8,53                    | 8,75                    |
| <b>Economia por vaca/dia, R\$</b>    |                         | <b>0,49</b>             |
| <b>Economia por ano, R\$</b>         |                         | <b>7.759,90</b>         |

<sup>1</sup> Pasto = 61% NDT, 50% FDN, 14% PB. <sup>2</sup> Os preços dos concentrados e do leite foram levantados no mercado do estado de São Paulo em abril de 2011.

A utilização dos coprodutos, apesar de elevar o consumo de concentrado em 14%, reduziu em 4% o custo da alimentação, o que se reflete numa economia anual de mais de R\$ 7.700,00 para um lote de 100 vacas.

O principal fator considerado na avaliação da viabilidade do uso de coprodutos é a possibilidade de vantagem econômica, seja por redução direta no custo da alimentação, ou por melhor desempenho animal, resultante de melhoria na eficiência alimentar. Entretanto, vários componentes devem ser considerados na formação do preço de um Coproduto como: logística, transporte, descarga e armazenamento; perdas na armazenagem; fluxo de caixa da propriedade; teor de matéria seca (MS) do material (principalmente no caso de produtos úmidos); e composição nutricional.

Além do benefício econômico, o uso de coprodutos permite maior flexibilidade na formulação dos concentrados, em função da maior diversidade de alimentos. Alguns produtos alternativos contêm ingredientes especiais ou complementares aos já existentes, que proporcionam um "ajuste fino" da dieta, possibilitando melhor desempenho dos animais. Como exemplo, poderíamos citar o resíduo de cervejaria, que possui alto teor de proteína não degradável no rúmen (PNDR) (IMAZUMI, 2005), além de aminoácidos normalmente limitantes em dietas baseadas em milho e soja (IMAZUMI, 2005), podendo auxiliar no balanceamento de dietas de vacas leiteiras de produção mais elevada. Outro exemplo seria a fibra de alta digestibilidade da polpa cítrica e da casca de soja (ORSKOV, 1987; IPHARRAGUERRE; CLARK, 2003), dois alimentos energéticos que normalmente têm efeito associativo positivo quando utilizados em substituição a parte do milho, em dietas com alta inclusão de concentrados, trazendo benefício tanto à saúde quanto à produtividade animal.

Paralelamente a um correto balanceamento, a constância da formulação também representa uma vantagem, especialmente quando se fala em nutrição de ruminantes. A população de microrganismos do rúmen passa por uma readaptação toda vez que a dieta é alterada. Isto leva algum tempo e, na prática, representa queda temporária de desempenho (YOKOYAMA; JOHNSON, 1988). A aquisição de fórmulas prontas que, com raras exceções, são formulações de custo mínimo, e, portanto, apresentam alterações frequentes em seus ingredientes, pode gerar desempenho inconstante. Quando se formula o concentrado na fazenda, os resultados podem ser mais bem monitorados, o que a médio/longo prazos, pode auxiliar nas decisões de quais ingredientes utilizar e em quais ocasiões e proporções.

Outra vantagem refere-se ao processamento. A maioria dos coprodutos dispensa qualquer tipo de processamento (como a moagem), pois são comercializados em forma adequada ao uso (farelados ou peletizados). Isto

também representa economia de mão-de-obra e energia, e se faz mais evidente nas situações em que se trabalha com vagões de ração completa, que dispensam inclusive a pré mistura (batida) dos ingredientes, que muitas vezes são pesados no próprio vagão. Em alguns casos, as características de armazenagem e conservação também são favoráveis. Como exemplo, podemos citar novamente a polpa cítrica (CARVALHO, 1998) e a casca de soja que: diferente do milho que normalmente substituem, não exigem cuidados especiais no que se refere ao controle de insetos e roedores, que podem promover perdas consideráveis se não expurgados periodicamente. Em pequenas propriedades, onde a mão-de-obra é limitada e o consumo é pequeno, a carga de um caminhão pode levar meses para ser consumida. Nesta situação, estas vantagens de armazenamento têm grande valia.

Estudos que avaliam o efeito da substituição de ingredientes tradicionais por coprodutos no desempenho de vacas leiteiras têm sido frequentes nos últimos anos na comunidade científica (MARTINEZ, 2008; PEDROSO *et al.*, 2007; PEDROSO *et al.*, 2009). Para cada coproduto avaliado, busca-se atingir seu nível ótimo de utilização em determinada situação. Os resultados têm se mostrado bastante interessantes e oferecem novas ferramentas para os nutricionistas e produtores flexibilizarem cada vez mais o componente mais oneroso do sistema de produção: a alimentação do rebanho.

## 5. VIABILIDADE DA SUPLEMENTAÇÃO

A magnitude da resposta à suplementação depende da necessidade das vacas, ou do sistema, de forma que as respostas serão maiores quando o desempenho das vacas, ou do sistema como um todo, esteja sendo limitado pela falta de alimento (HOLMES; MATTHEWS, 2001). Essas situações representam deficits potenciais, em que os níveis de consumo e produção da vaca, ou do sistema, estejam abaixo do seu potencial.

Isso significa que sempre que houver uma situação em que o consumo de pasto não permita que os animais expressem todo o seu potencial produtivo, haverá respostas positivas à suplementação. E essa limitação pode ocorrer por baixa qualidade da forragem, ou pequena oferta de forragem, consequência do manejo inadequado.

Conforme mostra a figura, os efeitos de curto prazo são:

- aumento no consumo total de MS;
- redução no consumo de MS de forragem;
- aumento na produção por vaca; e
- ganho de peso.

Já os efeitos de longo prazo são:

- aumento na taxa de lotação do pasto;
- aumento no consumo de MS por área;
- maior persistência de lactação; e
- aumento na produção de leite por área.

Mas quanto de concentrado deve ser fornecido às vacas? Há relatos níveis de suplementação que vão de 1 a 11 kg/vaca/dia, com produções de 1 a 30,6 kg leite/vaca/dia (SANTOS *et al.*, 2005). A decisão pela quantidade de concentrado a fornecer deve ser tomada com base em questões técnicas e econômicas, analisando-se o valor recebido pelo leite e o preço pago pelo concentrado. Na maioria dos casos, sempre que o preço do concentrado for 80% do preço do litro de leite, a suplementação será economicamente viável, desde que o pasto seja muito bem manejado e que os animais tenham potencial para responder com eficiência à suplementação.

De maneira geral o mercado trabalha com uma recomendação comercial de fornecimento de 1 kg de concentrado para cada 3 litros de leite, mas esse conceito não tem fundamentação técnica, e não deve ser tomado como regra. Cada produtor deve adequar o nível de suplementação às características de seu sistema, considerando as exigências dos animais, características do pasto e composição do concentrado para formular corretamente a sua dieta.

A simulação abaixo, adaptada do trabalho de Santos *et al.* (2003), baseada em dados de pesquisa e resultados de fazendas comerciais, ilustrada nas Tabelas 8 a 10 como a suplementação estratégica de vacas leiteiras em pastejo pode contribuir para melhorar a rentabilidade dos sistemas de produção de leite. Os cálculos assumem os seguintes valores:

- produção exclusiva a pasto = 10 kg leite/vaca/dia;
- kg de MS de concentrado =  $\text{R\$}0,55 \times 0,60 \times 0,65$ ;
- litro de leite =  $\text{R\$}0,65 \times 0,70 \times \text{R\$}0,75$ ;
- kg MS de pasto =  $\text{R\$}0,08$ ;
- produção de verão do Pasto (200 dias) = 15 t MS; e
- vacas com 550 kg PV.

A análise da simulação acima aponta que quando se produz em sistemas baseados em pastagens tropicais bem manejadas, com animais especializados, a suplementação com concentrados pode aumentar a margem de lucro, tanto por vaca como por área. É importante esclarecer o saldo líquido é que restaria dos recursos gerados pela introdução do concentrado para pagar os demais custos de produção, como sanidade, reprodução, depreciação, ordenha, etc.

Frequentemente são vistos técnicos, produtores e pesquisadores afirmando que o fornecimento de concentrados deve ser minimizado, por representar

Tabela 8 – Efeitos do nível de suplementação sobre a produção de leite por área

| Prod. Leite<br>(kg/vaca/dia) | Consumo de MS         |                       |                              | Lotação<br>(Vacas/ha) | Prod. por Área<br>(kg leite/ha/dia) |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
|                              | Total<br>(g/vaca/dia) | Pasto<br>(g/vaca/dia) | Concentrado<br>(kg/vaca/dia) |                       |                                     |
| 10                           | 12                    | 12,0                  | 0,0                          | 6,25                  | 50,0                                |
| 15                           | 14                    | 11,3                  | 2,7                          | 6,63                  | 79,6                                |
| 15                           | 14                    | 9,5                   | 4,5                          | 7,90                  | 94,8                                |
| 20                           | 16                    | 9,7                   | 6,3                          | 7,73                  | 123,7                               |
| 20                           | 16                    | 8,8                   | 7,2                          | 8,50                  | 136,0                               |

Fonte: adaptada de Santos *et al.* (2003).

Tabela 9 – Efeitos do nível de suplementação sobre o custo de alimentação

| Prod. Leite<br>(kg/vaca/dia) | Concentrado<br>(kg/vaca/dia) | Custo de Alimentação |               |                    |               |                    |               |
|------------------------------|------------------------------|----------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
|                              |                              | Concentr. R\$ 0,55   |               | Concentr. R\$ 0,60 |               | Concentr. R\$ 0,65 |               |
|                              |                              | R\$/vaca/dia         | R\$ por litro | R\$/vaca/dia       | R\$ por litro | R\$/vaca/dia       | R\$ por litro |
| 10                           | 0,0                          | 0,96                 | 0,10          | 0,96               | 0,10          | 0,96               | 0,10          |
| 15                           | 2,7                          | 2,45                 | 0,16          | 2,58               | 0,17          | 2,71               | 0,18          |
| 15                           | 4,5                          | 3,43                 | 0,23          | 3,66               | 0,24          | 3,89               | 0,26          |
| 20                           | 6,3                          | 4,43                 | 0,22          | 4,74               | 0,24          | 5,05               | 0,25          |
| 20                           | 7,2                          | 4,92                 | 0,25          | 5,28               | 0,26          | 5,64               | 0,28          |

Fonte: adaptada de Santos *et al.* (2003).

Tabela 10 – Efeitos do nível de suplementação sobre o saldo líquido (concentrado = R\$0,60/kg)

| Prod. Leite<br>(kg/vaca/dia) | Concentrado<br>(kg/vaca/dia) | Custo<br>(R\$/vaca/dia) | Saldo Líquido    |        |                  |        |                  |        |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
|                              |                              |                         | Leite = R\$ 0,65 |        | Leite = R\$ 0,70 |        | Leite = R\$ 0,75 |        |
|                              |                              |                         | R\$/vaca/dia     | R\$/ha | R\$/vaca/dia     | R\$/ha | R\$/vaca/dia     | R\$/ha |
| 10                           | 0,0                          | 0,96                    | 5,54             | 34,63  | 6,94             | 37,75  | 6,54             | 40,87  |
| 15                           | 2,7                          | 2,58                    | 7,77             | 47,54  | 7,92             | 52,51  | 8,07             | 57,48  |
| 15                           | 4,5                          | 3,66                    | 6,09             | 48,11  | 6,84             | 54,04  | 7,59             | 59,96  |
| 20                           | 6,3                          | 4,74                    | 8,26             | 63,85  | 9,26             | 71,89  | 10,26            | 74,31  |
| 20                           | 7,2                          | 5,28                    | 7,72             | 65,60  | 8,72             | 74,12  | 9,72             | 82,62  |

Fonte: adaptada de Santos *et al.* (2003).

um fator crítico de elevação dos custos de produção. Porém é preciso comparar esse aumento de custos com a receita adicional obtida. Nem sempre se observa menor custo alimentar por litro de leite produzido e lucro máximo quando se minimiza o custo diário por vaca. É mais importante saber a margem de lucro que a suplementação com concentrados irá proporcionar do que manter uma estreita relação entre o fornecimento de concentrado e o volume de leite produzido (COSTA; GONÇALVES, 2002). O produtor de leite não vive de custo mínimo, mas sim de lucro máximo.

Na simulação de Santos *et al.* (2003), a elevação dos custos de alimentação é compensada pela maior escala de produção e maior rentabilidade por animal e por área, considerando que os animais responderam com eficiência à

suplementação. Quaisquer fatores que possam prejudicar essa eficiência, tais como falhas no manejo do pasto, utilização de animais não especializados, ocorrência de distúrbios metabólicos, doenças e parasitas, falta de conforto para os animais, etc., comprometerão a viabilidade da suplementação.

Também é bastante ilustrativa a simulação abaixo, que mostra como o uso racional de concentrados pode ser uma boa opção para ganhar escala de produção, aumentar a produtividade por vaca e por área e reduzir custos fixos, sempre considerando que o manejo dos pastos e o potencial das vacas não limitam o sistema. Vamos imaginar uma propriedade hipotética, que tenha um excelente manejo dos pastos, em que a lotação média anual seja de 4,85 vacas/ha e considerar os mesmos parâmetros e valores da simulação anterior. Os dados estão na Tabela 11.

Tabela 11 — Impacto da suplementação com concentrados em sistemas de produção intensivos a pasto

| Índice Avaliado                                 | Somente Pasto | Pasto + Concentrado <sup>1</sup><br>(Conc = R\$ 0,65/kg MS) | Pasto + Concentrado <sup>1</sup><br>(Conc = R\$ 0,60/kg MS) |
|-------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Lotação, vacas/ha                               | 4,85          | 4,85                                                        | 4,85                                                        |
| % de vacas em lactação                          | 78,00         | 78,00                                                       | 78,00                                                       |
| Kg MS pasto/vaca/dia                            | 12,50         | 10,80                                                       | 10,50                                                       |
| Kg MS concentrado/vaca/dia                      | 0,00          | 3,30                                                        | 3,30                                                        |
| Kg leite/vaca/dia                               | 10,00         | 16,00                                                       | 16,00                                                       |
| Kg leite/ha/dia                                 | 37,80         | 73,00                                                       | 73,00                                                       |
| Kg leite/ha/ano                                 | 13.808,0      | 26.647,90                                                   | 26.647,90                                                   |
| Custo de alimentação, R\$/vaca/dia              | 1,00          | 4,29                                                        | 4,02                                                        |
| Custo de alimentação, R\$/ha/ano                | 1.380,79      | 7.144,97                                                    | 6.095,29                                                    |
| Receita - R\$/ha/ano - Leite = R\$0,70/kg       | 9.665,60      | 18.653,53                                                   | 18.653,53                                                   |
| Margem sobre o custo de alimentação, R\$/ha/ano | 8.284,81      | 9.704,28                                                    | 11.958,24                                                   |

<sup>1</sup> Consumo de 1 kg de concentrado para cada 3 kg de leite.

Nesse caso a suplementação com concentrado resulta na duplicação da escala de produção e da produtividade da área. Apesar de os custos de alimentação aumentarem em cerca de 5,2 vezes com o concentrado mais caro, a receita foi praticamente duplicada, e a margem sobre os custos de alimentação foi 17,6% maior. Na situação em que o concentrado é R\$0,05 mais barato por kg a suplementação é ainda mais compensadora, com aumento de 44,97% na margem sobre os custos de alimentação em relação ao manejo sem o uso dos suplementos.

Considerando que o custo de alimentação é dos maiores, senão o maior, dentro dos sistemas de produção de leite, a suplementação pode ter um impacto muito significativo na margem líquida do negócio. Se for possível baratear o custo do concentrado, utilizando subprodutos e outros ingredientes alternativos, essa situação pode ficar ainda melhor.

Os dados mostrados aqui não podem ser extrapolados para qualquer tipo de situação. O fundamental é entender que se o pasto for bem manejado e o rebanho for composto por animais especializados, o uso de suplementos concentrados pode ser uma excelente ferramenta para aumentar a lucratividade do sistema.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de suplementação concentrada para vacas leiteiras criadas em sistema de pastejo pode ser uma excelente alternativa para aumentar a lucratividade das fazendas, desde que os suplementos sejam considerados como uma ferramenta estratégica. Para que essa ferramenta seja efetiva, algumas condições são imprescindíveis. A qualidade e oferta de forragem são os grandes determinantes do sucesso no uso de suplementação com concentrados. Só com alta disponibilidade de forragem de bom valor nutritivo é possível ter flexibilidade no uso dos concentrados, de forma que esses insumos possam fazer a diferença na lucratividade da fazenda. Outras condições fundamentais são o uso de vacas especializadas, lembrando que o conceito de especialização não é sinônimo de raça, bom manejo sanitário, ótimas condições de conforto, e manejo cuidadoso dos animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 1447-1462, 1997.
- BARGO, F.; MULLER, L. D.; DELAHOY, J. E.; CASSIDY, T. W. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 1777-1792, 2002.
- BARGO, F.; MULLER, L. D.; KOLVER, E. S.; DELAHOY, J. E. Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, v. 86, n. 1, p. 1-42, 2003.
- CARARETO, R. *Uso de uréia de liberação lenta para vacas alimentadas com silagem de milho ou pastagens de capim Elefante manejadas com intervalos fixos ou variáveis de desfolhas*. 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2007.

CARVALHO, M. P. *Substituição do milho por subprodutos energéticos em dietas de bovinos à base de bagaço de cana tratado à pressão e vapor: digestibilidade e parâmetros ruminais*. 1998. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP. 1998.

COSTA, P. J. A.; GONÇALVES, A. C. *Rentabilidade e uso de concentrados*. Disponível em: <[http://www.milkpoint.com.br/min/utills/print.asp?id\\_artigo=3246](http://www.milkpoint.com.br/min/utills/print.asp?id_artigo=3246), 2002>. Acesso em: 11 abr. 2011.

DA SILVA; NASCIMENTO JR., D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa-MG. *Anais...* Viçosa-MG: UFV, 2006. 430 p.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Enhanced intake and production of cows offered ensiled alfalfa with higher neutral detergent fiber digestibility. *Journal of Dairy Science*, v. 79, p. 418-428, 1996.

DERESZ, F. et al. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) para a produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, CBNA, 1994. p. 183-200.

FERRELL, C. L. Energy metabolism. In: CHURCH, D. C. (Ed.), *The ruminant animal*. Digestive physiology and nutrition. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p. 250-268.

GRANT, R. J.; HADDAD, S. G.; MOORE, K. J.; PEDERSEN, J. F. Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 78, n. 9, p. 1970-1980, 1995.

HODGSON, J. *Grazing management: science into practice*. Essex: Longman Handbooks in Agriculture, 1990. 203 p.

HOLMES, C. W.; MATTHEWS, P. N. P. Feeding of conserved forage – implications to grassland management production. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.), *PROCEEDINGS OF THE 19<sup>TH</sup> INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS*. São Pedro: FEALQ, 2001. p. 671-677.

IMAIZUMI, H. *Suplementação proteica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento de milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento*. 2005. 182 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP. 2005.

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.

JOHNSON, C. R.; REILING, B. A.; MISLEVY, P.; HALL, M. B. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 79, p. 2439-2448, 2001.

KUOPPALA, K.; RINNE, M.; NOUSIAINEN, J.; HUHTANEN, P. The effect of cutting time of grass silage in primary growth and regrowth and interactions between silage quality and concentrate level on milk production of dairy cows. *Livestock Science*, v. 116, p. 171-182, 2008.

LOBO, J. R. *Avaliação da idade de corte e do uso de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e estabilidade aeróbia da silagem de capim-elefante*. 2006. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, 2006.

LUCCI, C. S. *Nutrição e manejo de bovinos leiteiros*. São Paulo-SP: Manole, 1997. 169 p.

MAINE, C. S.; WRIGHT, I. A. Herbage intake and utilization by the grazing dairy cow. In: GARNSWORTHY, P. C. (Ed.). *Nutrition and lactation in the dairy cow*. PROCEEDINGS OF THE 46<sup>TH</sup> UNIVERSITY OF NOTTINGHAM EASTER SCHOOL IN AGRICULTURAL SCIENCES. London: Butterworths, 1988, p. 280-293.

MARI, L. J. *Intervalo entre cortes em capim-marandu (Brachiaria brizantha (Hochts. ex A. Rich.) Stapf. Cv Marandu): produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem*. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2003.

MARTINEZ, J. C. *Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada no concentrado de vacas leiteiras mantidas em pastagens de capim elefante durante o outono – inverno*. 2004. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2004.

MARTINEZ, J. C. *Avaliação de coprodutos na alimentação de vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais durante a estação chuvosa e alimentadas no cocho durante a estação seca do ano*. 2008. 351 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2008.

MUCK, R. E.; HOLMES, B. J. Factors affecting bunker silo densities. *Applied Engineering in Agriculture*, v. 16, n. 6, p. 613-619, 2000.

NOGUEIRA, M. P. *O leite em primeiro*. Carta leite. Scot Consultoria, Bebedouro. Ano 6, v. 78, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of dairy cattle*. Seventh Revised Edition. Washington, DC: National Academic Press, 2001.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage; effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal Dairy Science*, v. 82, p. 589-596, 1999.

ORSKOV, E. R. *The feeding of ruminants: principles and practice*. Marlow: Chalcombe Publications, 1987. 92 p.

OWENS, F. N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D. C. (Ed.). *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. New Jersey: Waveland Press, cap. 12, 1993, p. 227-250.

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 (supl.).

PEDROSO, A. M.; SANTOS, F. A. P.; BITTAR, C. M. M. Substituição do milho em grão por farelo de glúten de milho na ração de vacas em lactação em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 8, p. 1614-1619, 2009.

PEYRAUD, J. L.; CAMERON, E. A.; WADE, M. H.; LEMAIRE, G. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Annales de Zootechnie*, Paris, v. 45, p. 201-217, 1996.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; PEREIRA, J. R. A. A suplementação como estratégia de manejo da pastagem. In: *Produção de bovinos a pasto*. ANAIS DO 13º SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. Piracicaba-SP: FEALQ, 1996. p. 123-150.

RUPPEL, K. A.; PITT, R. E.; CHASE, L. E.; GALTON, D. M. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, v. 78, n. 1, p. 141-153, 1995.

SANTOS, F. A. P.; MARTINEZ, J. C.; VOLTOLINI, T. V.; NUSSIO, C. M. B. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE – CBNA, 5., 2003. Goiânia-GO. *Anais*. Goiânia-GO: CBNA, 2003. p. 289-346.

SANTOS, F. A. P.; PEDROSO, A. M.; MARTINEZ, J. C.; PENATI, M. A. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). *Visão técnica e econômica da produção leiteira*. SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5., 2005. Piracicaba-SP. *Anais*. Piracicaba-SP: FEALQ, 2005. p. 219-294.

SARMENTO, D. O. L. *Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim marandu submetidos a regime de lotação contínua*. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2003.

THIAGO, L. R. L. S.; GILL, M. Consumo voluntário de forragens por ruminantes: mecanismo físico ou fisiológico? In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 1990, Campinas-SP: Anais...Campinas-SP: SBZ, 1990, p. 853-871.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: Cornell University Press, 1994, 476 p.

VAN SOEST, P. J. Environment and forage quality. In: PROCEEDINGS OF THE CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1996, p. 1-12.

VOLTOLINI, T. V. *Adequação protéica em rações com pastagem ou cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim-elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras*, 2006. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2006.

YOKOYAMA, M. T.; JOHNSON, K. A. Microbiology of the rumen and intestine. In: CHURCH, D. C. (Ed.). *The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition*. New Jersey: Prentice Hall, 1988, p.125-144.