Avaliação de ferramentas utilizadas no balanceamento de dietas completas para vacas em lactação

Carlos Humberto Corassin[1], Paulo Fernando Machado[1], Arlei Coldebella[2], Laerte Dagher Cassoli[1] e Sergio Soriano[3]

*[1]Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil. [2]Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, Santa Catarina, Brasil. [3]Fazenda Colorado, Araras, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: corassin@terra.com.br*

RESUMO. Este artigo tem como objetivo avaliar as ferramentas geralmente utilizadas no balanceamento de dietas (análises laboratoriais da dieta, medição do consumo de matéria seca - CMS, avaliação do tamanho de partículas e a análise de nitrogênio uréico do leite - MUN), e correlacionar os resultados obtidos com essas ferramentas e com os componentes secretados no leite dos animais. Para isso, coletaram-se dados de 650 lactações de vacas da raça holandesa. Foram tomadas as médias mensais da composição do leite (MUN, gordura e proteína), bem como o CMS, a composição teórica e bromatológica e o tamanho de partículas da dieta. Os resultados demonstraram que a medição do CMS diário não é uma prática necessária, e que a análise do tamanho de partículas é interessante para o monitoramento do CMS e do MUN. Verificou-se, também, que as análises de leite podem fornecer importantes dados sobre o balanço nutricional sendo de extremo auxílio para o nutricionista.

Palavras-chave: componentes do leite, tamanho de partículas, nitrogênio uréico do leite, consumo de matéria seca.

ABSTRACT. Evaluation of tools used in the formulation of total mixed rations for lactating dairy cows. This study evaluated the tools usually used in the balancing of diets (laboratorial analyses of the diet and milk, measurement of the dry matter intake - DMI, evaluation of the particles size and the analysis of milk urea nitrogen - MUN). The results of these tools were correlated with the components secreted in the milk of the animals. For this, data of 650 lactating Holsteins cows were collected. The monthly averages of the composition of the milk were taken (MUN, fat and protein), as well as the DMI, the theoretical and chemical composition and the particles sizes of the diet. The results demonstrated that the measurement of the daily DMI is not a necessary practice, and that the analysis of the particle size is interesting for the check of the DMI and MUN. It was also verified that the analyses of milk can supply given important on the nutricional evaluation being of end aid for the nutritionist.

Key words: milk components, particles size, milk urea nitrogen, dry matter intake.

Introdução

A composição do leite é de grande importância para os diversos setores envolvidos na cadeia láctea. Para os consumidores, ela tem importância nutricional, e para os produtores e indústrias processadoras, ela tem importância econômica.

É de conhecimento universal que a composição do leite é variável, mas foi verificado que nos últimos anos a composição do leite comercializado (consumidor final) se manteve constante, com médias de 3,6% de gordura e 3,2% de proteína (Yung *et al*., 1986; e Hettinga, 1989). Fato bem provável devido à grande maioria do leite produzido no mundo ser oriundo de animais da raça holandesa, e de que na maioria dos mercados mundiais, o preço do leite seja baseado na concentração de gordura do leite.

Para o produtor de leite é possível alterar a composição do leite basicamente através de duas vias: a nutricional e a genética. Geneticamente, as mudanças na composição do leite alcançadas por técnicas tradicionais de reprodução (monta natural ou inseminação artificial) ocorrem lentamente, já com o uso de modernas técnicas envolvendo a manipulação de genes e a transferência de embriões, esse progresso pode ser agilizado. Através da nutrição, contudo, as alterações podem ser obtidas de forma mais rápida e econômica.

A glândula mamária utiliza nutrientes derivados

da digestão e do metabolismo da dieta na síntese do leite. O leite contém componentes derivados diretamente dos alimentos (minerais, vitaminas e ácidos graxos de cadeia longa) e também componentes sintetizados por tecidos extramamários (ácidos graxos originados no tecido adiposo e algumas proteínas específicas do leite). Assim, é de suma importância salientar que cada fonte de componentes do leite é influenciada em algum grau pela nutrição da vaca, de forma direta ou indireta (Thomas e Chamberlain, 1984; Sutton, 1989; Sutton e Morant, 1989; Linn, 1991; DePeters e Cant, 1992; Murphy e O´Mara, 1993).

Os alimentos fornecem os precursores diretos e indiretos dos principais componentes sólidos do leite. Manipulações nutricionais, tal como privação alimentar severa, ou utilização de certos suplementos alimentares, são capazes de ocasionar variações imediatas na composição do leite. Em geral, quando através da nutrição aumentamos proporcionalmente as quantidades de gordura, proteína e lactose do leite, obtemos aproximadamente o mesmo aumento no volume de leite produzido.

O aumento da produção fez que as necessidades energéticas das vacas fossem maiores, levando os nutricionistas a formularem dietas com quantidades relativamente altas de concentrados e, em contrapartida, terem de fornecer quantias adequadas de fibra na dieta para que o rúmen funcionasse adequadamente e a vaca conseguisse expressar totalmente sua capacidade produtiva.

Devido a esse mecanismo complexo e antagônico (alto nível de forragens *versus* alto nível de concentrados), existe uma grande possibilidade de a dieta apresentar problemas de balanceamento que podem acarretar distúrbios da fermentação ruminal. O desbalanceamento afeta os níveis nutricionais do animal, faz que as necessidades da vaca não sejam atingidas ou por vezes sejam ultrapassadas. Isso resultará na redução na ingestão de matéria seca total (Garnsworthy, 1988; Butler e Smith 1989; Van Saun, 1997), redução na digestão, redução da porcentagem de gordura no leite, aumento das taxas de uréia no sangue, plasma e leite e problemas sanitários, tais como a acidose ruminal e paraqueratose. Sem dúvida, esses distúrbios metabólicos, invariavelmente, causarão grandes perdas econômicas na atividade leiteira.

Atento a esses fatos, várias são as tentativas para a determinação do balanceamento correto da dieta. Historicamente, as análises laboratoriais dos ingredientes da dieta são as ferramentas mais utilizadas, porém apresentam vários problemas. Apenas determinam a qualidade do alimento fornecido ao animal, desconsiderando, por exemplo, os efeitos antinutricionais da adição de um ingrediente a outro, efeitos relativos à digestão do animal, efeitos do ambiente onde o animal habita e efeitos da forma e regime de fornecimento, além de possuírem custo elevado.

Se ao invés de avaliar isoladamente os ingredientes fornecidos ao animal, examinar-se o que o animal é capaz de aproveitar, ou seja, a porção realmente metabolizada pelo animal, e seus efeitos sobre a produção, será possível aprimorar o balanceamento de dietas, alcançando melhores resultados produtivos.

Uma possível hipótese para avaliar esse aspecto é através da análise dos componentes do leite (determinação de gordura, proteína e nitrogênio uréico). Os componentes podem fornecer informações precisas e preciosas de como o animal está respondendo à dieta ofertada, sendo essas análises de fácil execução e custo reduzido, quando comparadas às análises laboratoriais.

O objetivo desse estudo foi avaliar as ferramentas geralmente utilizadas no balanceamento das dietas para vacas leiteiras (análises laboratoriais, medição do consumo de matéria seca, avaliação do tamanho de partículas através do uso de peneiras e a análise de nitrogênio uréico do leite - MUN), confrontando, assim, diretamente com a composição do leite produzido.

Material e métodos

O estudo foi conduzido em uma fazenda comercial, localizada no município de Araras, Estado de São Paulo, região de clima subtropical, com temperatura máxima de 35ºC em dezembro, janeiro e fevereiro e mínima de 10ºC em maio, junho e julho. Foram utilizados dados provenientes das lactações de 650 fêmeas bovinas, multíparas e primíparas, da raça holandesa, com produção média diária de 38,2kg de leite, que se encontravam em diferentes fases da lactação entre março de 2001 e abril de 2002. As vacas estiveram confinadas em "free-stalls" dotados de ventiladores e aspersores, acionados automaticamente quando a temperatura ambiente ultrapassava 23ºC.

Os animais foram alimentados 7 vezes ao dia, ocorrendo o primeiro fornecimento às 5h e o último às 21h. A dieta foi total e única para todos os animais, composta com os ingredientes mostrados na Tabela 1, e com composição química bromatológica (laboratorial e teórica) apresentada na Tabela 2.

Tabela 1. Composição média da dieta completa (ração total misturada) de vacas holandesas de alta produção, em % da matéria seca (% MS).

Ingrediente	Porcentagem em Matéria Seca
Silagem de milho	36,60
Pré Secado de "Coast Cross"	9,00
Polpa cítrica	11,18
Gérmen de milho	13,40
Farelo de soja 48% PB	11,98
Protenose de milho	2,23
Milho de alta umidade	12,51

Concentrado mineral/vitamínico	2,22
Sais de sabões de cálcio	0,89
Total	100,00

Tabela 2. Composição química média da dieta completa de vacas holandesas de alta produção (teórica e laboratorial).

Nutriente	Teórica	Laboratorial
Matéria seca (%)	50,2	51,2
Proteína bruta (% M.S.)	16,9	15,9
Extrato etéreo (% M.S.)	4,5	3,8
Fibra em detergente ácido (% M.S.)	18,6	21,4
Fibra em detergente neutro (% M.S.)	31,4	36,8
Carboidratos não-estruturais (% M.S.)	40,2	37,7
Matéria mineral (% M.S.)	6,6	5,9
Consumo de matéria seca (Kg/dia)	23,01	21,42

[1] Consumo projetado, [2] Consumo obtido.

As dietas foram formuladas segundo as recomendações do NRC (2001), sendo calculadas e avaliadas com auxílio do software Spartan REB, versão 2.0 (MSU, 1992). As bibliotecas de ingredientes desses programas foram formadas por dados referentes a ingredientes analisados nos laboratórios de análise de alimentos da Universidade de São Paulo (FMVZ e Esalq) e de algumas indústrias de ração animal. Durante o período do estudo, os ingredientes utilizados na dieta foram substituídos conforme a disponibilidade de mercado e a flutuação de preços.

A formulação elaborada através do SPARTAN REB (MSU, 1992) foi considerada como composição teórica da dieta. O consumo de matéria seca foi obtido através das pesagens diárias da dieta fornecida e das sobras de cocho de cada lote. Com esses dados, foram calculados os consumos diários por animal. O valor do consumo de matéria seca usado foi a média dos consumos diários de cada mês.

Para o presente estudo, foram tomadas as médias mensais da composição do leite (MUN, gordura, proteína e a relação proteína/gordura) das vacas em lactação durante o período de março de 2001 a abril de 2002, bem como o consumo médio de matéria de seca (MS) dos animais, a composição teórica e laboratorial e a avaliação do tamanho de partículas da dieta em cada período.

As vacas foram ordenhadas 3 vezes ao dia em sala de ordenha do tipo espinha de peixe 12 x 2 linha baixa, com sistema de coleta de dados informatizado (AFIMILK®[1]), onde a produção de leite de cada animal foi medida e armazenada automaticamente via computador.

As amostras de leite foram coletadas mensalmente, segundo as recomendações do IDF Standard (1996), sempre na ordenha da manhã, diretamente do medidor, sendo transferida para o frasco de coleta (contendo como conservante bronopol), tendo sido homogeneizada por, no mínimo, 15 segundos e encaminhada ao Laboratório da Clínica do Leite (Esalq/USP) para determinação dos teores de gordura, proteína e uréia. As concentrações de gordura e proteína foram determinadas por leitura de absorção infravermelha pelo equipamento Bentley 2000[2], e as concentrações de nitrogênio uréico no leite (MUN - Milk Urea Nitrogen) foram determinados, utilizando-se o equipamento ChemSpeck 150[2] através de método enzimático e espectrofotométrico de trans-reflectância.

Para a coleta de amostras representativas da dieta, na extensão do cocho foram estendidas 3 lonas plásticas (início, meio e final do cocho) de dimensões de 1,5m x 1,0m, antes da distribuição da dieta aos animais. Após a passagem do vagão distribuidor de ração completa, as amostras de cada uma das lonas plásticas foram misturadas e homogeneizadas, sendo retirada desse volume uma amostra da dieta, que foi mantida armazenada em câmara fria até o momento da análise laboratorial. Através das análises laboratoriais, foram determinados os teores de proteína bruta, extrato etéreo, matéria seca, matéria mineral (Weende), fibra detergente neutro e fibra detergente ácido, segundo a metodologia proposta por Van Soest e Goering. Com esses dados, foram calculados os teores de carboidratos não-estruturais. Essas análises foram realizadas mensalmente no laboratório de análises bromatológicas da FMVZ-USP.

O tamanho de partículas da dieta foi avaliado através dos Separadores de Partículas da Universidade da Pensilvânia[3], seguindo a metodologia do mesmo (Lammers *et al*., 1996). As partículas foram determinadas como a porção retida na peneira superior (grossa - 19mm), na peneira média (média - 8mm) e o restante da amostra (fina) sendo expresso em porcentagens do total. Essa avaliação foi feita mensalmente, nos mesmos dias das coletas de amostras da dieta para as análises bromatológicas. Para verificar se existem associações lineares entre a composição do leite e a dieta, efetuou-se o cálculo dos coeficientes de Correlação Linear de Pearson (r), dado pela seguinte equação:

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)^2\right]}},$$

onde: x_i e y_i são as observações de duas variáveis quaisquer (por exemplo, MUN e % de FDN da dieta) e n é o número de pares de observações. Esse coeficiente foi testado estatisticamente pelo teste t de Student (Costa Neto, 1977; Souza, 1998; Alves, 2000).

Resultados e discussão

[1] SAE AFIKIM, Israel.

[2] Bentley Instruments, Inc., EUA.

[3] Peneiras de PennState, Nasco Farm e Ranch, EUA.

A Tabela 3 apresenta a análise descritiva (relativa a 12 amostragens anuais) das variáveis relacionadas às composições da dieta (teórica e laboratorial), aos componentes do leite, aos consumos de matéria seca (CMS) e aos tamanhos de partículas.

Tabela 3. Análise descritiva das variáveis relacionadas aos componentes da dieta completa (segundo a análise laboratorial e formulação teórica), aos componentes do leite, aos consumos de matéria seca e aos tamanhos de partículas de vacas holandesas de alta produção.

Variáveis		Média	D. Padrão	C. V. (%)	Mínimo	Máximo
Laboratoriais	MS (%)	50,75	2,85	5,62	47,42	58,93
	PB (%)	15,80	1,08	6,84	14,36	17,50
	FDA (%)	20,54	2,04	9,91	16,63	23,06
	FDN (%)	35,96	4,53	12,60	31,39	43,77
	CNE (%)	38,37	3,82	9,95	31,68	42,50
	MM (%)	6,05	0,76	12,55	5,00	7,46
	EE (%)	3,82	0,45	11,76	3,22	4,55
Teóricas	MS (%)	50,19	0,64	1,27	49,20	51,40
	PB (%)	16,98	0,28	1,65	16,48	17,48
	FDA (%)	18,98	0,84	4,40	17,73	19,66
	FDN (%)	32,39	1,14	3,51	29,83	33,48
	CNE (%)	39,34	1,63	4,14	38,28	43,51
	MM (%)	6,66	0,46	6,89	6,12	7,23
	EE (%)	4,51	0,46	10,12	4,06	5,37
C. Leite	MUN (mg/dL)	13,64	1,63	11,95	11,51	16,77
	Gordura (%) (G)	3,33	0,22	6,49	2,96	3,67
	Proteína (%) (P)	3,15	0,07	2,25	3,04	3,27
	Relação G:P (RGP)	0,95	0,07	8,04	0,84	1,10
Consumo	Laboratorial Matéria Seca (Kg)	21,75	2,29	10,54	17,11	24,32
	Teórico Matéria Seca (Kg)	21,65	2,50	11,56	16,70	24,82
Tamanho	Grossa (%)	25,13	3,15	12,52	21,99	32,28
	Media (%)	34,50	1,85	5,37	32,71	38,02
	Fina (%)	40,37	4,66	11,54	29,70	45,23

Observam-se diferenças numéricas entre os valores médios, de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e carboidratos não-estruturais (CNE), fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA), obtidos através da análise laboratorial e determinação teórica. As maiores diferenças observadas, contudo, são em relação aos desvios padrões (DP) e coeficientes de variação (CV), que nos dados referentes à composição laboratorial são bem superiores aos teóricos.

Os valores médios obtidos, para a composição do leite, CMS e para o tamanho de partículas, são semelhantes aos valores médios encontrados na literatura e considerados normais para vacas da raça holandesa criadas em regime intensivo (Hettinga, 1989; Linn, 1991; Heinrichs *et al*., 1999).

Avaliação da análise laboratorial da dieta

Os resultados da avaliação da primeira hipótese testada (verificar se a análise laboratorial de amostras da dieta é uma boa ferramenta para avaliação do balanceamento), estão descritos na Tabela 4, que apresenta a correlação entre os resultados das análises laboratoriais e os valores teóricos da dieta.

Tabela 4. Coeficientes de Correlação de Pearson para cruzamento dos componentes da dieta teórica *versus* os componentes da dieta segundo a análise laboratorial.

	Coeficientes de Correlação entre Componentes Teóricos e Laboratoriais						
	MS (%)	PB (%)	FDA (%)	FDN (%)	CNE (%)	MM (%)	EE(%)
MS (%)	-0,5644 *						
PB (%)		-0,2381 ns					
FDA (%)			0,1755 ns				
FDN (%)				-0,1985 ns			
CNE (%)					-0,4107 ns		
MM (%)						0,0004 ns	
EE (%)							0,6018 **

ns = não-significativo pelo teste *t* de *Student*, considerando um n.m.s. de 10% ($p > 0,10$); * = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 10% ($p \leq 0,10$); ** = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 5% ($p \leq 0,05$);

Os resultados obtidos demonstram que somente os teores de extrato etéreo (EE) e matéria seca (MS) entre a dieta formulada e as análises bromatológicas estiveram correlacionadas significativamente, aos níveis de 5% e 10% (através do teste t de Student), respectivamente.

O fato de as composições não estarem correlacionadas é preocupante, porque era esperada a existência da correlação de todos os componentes da dieta; afinal, a dieta analisada em laboratório foi elaborada em função da dieta teórica.

Ao observar, por exemplo, a porcentagem de proteína bruta da dieta na Tabela 3, verifica-se que os valores foram de 15,80% (para a análise laboratorial) e 16,98% (na composição teórica), ou seja, apresentam uma diferença de aproximadamente um ponto percentual. Verificando a amplitude da variação dos dados, têm-se, contudo, coeficientes de variação (CV) bem diferentes, 6,84% e 1,65%, (respectivamente para a análise laboratorial e a composição teórica), e, assim, pode-se verificar como os níveis de PB da dieta foram realmente diferentes. O mesmo é verificado em relação aos outros componentes da dieta (FDA, FDN, CNE e MM). A análise laboratorial em todos esses casos apresentou C.V. maiores em relação à composição teórica.

Na avaliação do resultado da dieta analisada em laboratório no programa computacional do NRC Dairy Cattle NRC (2001), observa-se que se esses dados fossem verdadeiros, com os níveis dessa dieta, os animais sofreriam uma redução do potencial de produção (dados apresentados na Tabela 5).

Tabela 5. Avaliação dos dados obtidos nas análises laboratoriais da dieta completa em relação à dieta formulada (teórica).

Potencial	Produção de Leite (kg/dia)		
	Laboratório	Teórica	Diferença
Energia Líquida/Leite	33,5	34,8	-1,3
Proteína Bruta/Leite	32,1	35,6	-3,5

A partir dessas constatações (correlações entre as composições teóricas e laboratoriais e verificação dos dados no software do NRC (2001), conclui-se que a análise laboratorial não apresentou bons resultados para o balanceamento de dieta. Sendo assim, o correto seria a utilização da composição teórica na

avaliação da dieta.

É difícil identificar se o erro que a análise laboratorial da dieta completa apresentou está diretamente ligado à coleta das amostras na fazenda, aos procedimentos de análise no laboratório, à mistura dos ingredientes na fazenda no momento do preparo da dieta, ou ainda ao conjunto desses fatores.Deve-se proceder, portanto, com extremo cuidado com todos esses procedimentos apresentados para se minimizar os erros.

Uma forma para se responder à dúvida quanto ao erro no momento do preparo da dieta é avaliar a produção de leite que os animais apresentaram. Como a dieta teórica possuiu potencial de produção esperado de 35,6kg (dado apresentado na Tabela 5) e a produção de leite observada foi de 38,2kg, é possível que a dieta tenha sido preparada de maneira adequada, e a diferença de produção observada se deva ao fato de os animais apresentarem diminuição nas reservas corporais (diminuição no escore de condição corporal - ECC).

Avaliação da composição teórica

Como verificou-se que a análise laboratorial de amostras da dieta não apresentou bons resultados no balanceamento de dietas completas, partiu-se para a verificação da viabilidade do uso da composição teórica da dieta (calculada com auxílio de software específico) para essa finalidade. Foi, então, realizada a análise de correlação entre os valores teóricos da dieta com os componentes do leite. Aliado a esse procedimento, verificou-se o comportamento da análise laboratorial na predição da composição do leite.

Correlacionando os dados da composição do leite com os dados da composição laboratorial e teórica, foram obtidos os Coeficientes de Correlação de Pearson descritos na Tabela 6.

Tabela 6. Coeficientes de Correlação de Pearson para o cruzamento dos componentes do leite *versus* componentes da dieta, segundo formulação teórica e análise laboratorial.

% MS	Componentes do Leite		
	Gordura (%)	Proteína (%)	Relação G:P
PB $_{Laboratorial}$	0,2784 ^{ns}	-0,1820 ^{ns}	-0,2630 ^{ns}
PB $_{Teórico}$	0,4384 ^{ns}	-0,0310 ^{ns}	-0,4120 ^{ns}
FDA $_{Laboratorial}$	-0,2564 ^{ns}	-0,3181 ^{ns}	0,1405 ^{ns}
FDA $_{Teórico}$	0,5864 **	-0,2702 ^{ns}	-0,5612 *
FDN $_{Laboratorial}$	-0,3138 ^{ns}	0,0105 ^{ns}	0,2505 ^{ns}
FDN $_{Teórico}$	0,7248 ***	-0,4343 ^{ns}	-0,7334 ***
CNE $_{Laboratorial}$	0,3658 ^{ns}	0,0784 ^{ns}	-0,2691 ^{ns}
CNE $_{Teórico}$	-0,6006 **	0,2996 ^{ns}	0,6154 **
EE $_{Laboratorial}$	-0,6714 **	-0,2190 ^{ns}	0,5007 *
EE $_{Teórico}$	-0,2294 ^{ns}	-0,2314 ^{ns}	0,1136 ^{ns}
MM $_{Laboratorial}$	0,0344 ^{ns}	-0,0680 ^{ns}	-0,0633 ^{ns}
MM $_{Teórico}$	0,3075 ^{ns}	0,2054 ^{ns}	-0,2391 ^{ns}

ns = não-significativo pelo teste *t* de *Student*, considerando um n.m.s. de 10 % ($p > 0,10$); * = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 10% ($p \leq 0,10$); ** = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 5% ($p \leq 0,05$); *** = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 1% ($p \leq 0,01$).

Na Tabela 6, verifica-se que as análises laboratoriais somente apresentaram correlações significativas com os componentes do leite para EE *versus* % de gordura e, por conseqüência, EE *versus* RGP.

A correlação negativa entre o EE da dieta laboratorial e a G e RGP do leite deve-se ao impacto das gorduras na fermentação ruminal, que é variável segundo o tipo e a quantidade de lipídios ofertados ao animal.

Quando a suplementação lipídica é fornecida para se reduzir as quantidades de amido da dieta, pode ocorrer um aumento na proporção ruminal de acetato: propionato e uma conseqüente elevação na secreção de gordura no leite (Chilliard, 1993; Corassin, 1999). Como o que ocorreu foi o inverso, a explicação seria o fornecimento de gordura que não é ruminalmente inerte. Isso inibe alguns microorganismos ruminais, reduz a digestão da fibra e também reduz a proporção de acetato: propionato (DePeters e Cant, 1992). Como o acetato é o maior precursor da gordura no leite, uma redução na proporção de acetato poderá ocasionar a depressão na gordura do leite (o aumento no acetato poderá reverter este quadro).

Como a dieta foi formulada com lipídios ruminalmente protegidos e em baixa quantidade de inclusão (4,5%) e a porcentagem de gordura do leite (3,3%) está de acordo com dados da literatura, esse resultado diverge da realidade.

Em relação à composição teórica, observa-se que a FDA, a FDN e os CNE estão correlacionados ao teor de gordura e à RGP. A correlação positiva entre a FDN e FDA e a G e RGP é explicada pelo fato de boas forragens conterem uma concentração adequada de FDN e FDA. Sendo assim, com o aumento da concentração de forragens de boa qualidade na dieta, a produção de ácido acético é beneficiada (Woodford e Murphy, 1998). Como esse ácido é o responsável pela maior parte da gordura do leite, há aumentos no teor de G e por conseqüência na RGP.

Em relação aos CNEs, foi determinada uma correlação negativa. Sabemos que os CNEs são os maiores responsáveis pela produção de ácido propiônico. Quando as concentrações ruminais de ácido propiônico se elevam (em relação ao acético), ocorre a supressão na G do leite. Alterando as concentrações de G, altera-se a RGP.

A partir desses resultados, pode-se observar que a composição teórica apresenta melhores correlações com os componentes do leite, ou seja, com o que a vaca está realmente ingerindo e convertendo em produção. Sendo assim, é possível que se realize o balanceamento de dietas completas, obtendo,dessa maneira, resultados adequados e utilizando apenas a composição teórica dos ingredientes.

Avaliação do consumo de matéria seca

A correlação entre os consumos de matéria seca obtido (real) e o estimado (teórico) esta apresentada na Tabela 7.

Tabela 7. Coeficientes de Correlação de Pearson para cruzamento do consumo de matéria seca estimado (teórico) *versus* o consumo de matéria seca real (obtido).

	Coeficiente de Correlação
	CMS (kg/dia) Estimado
CMS (kg/dia) Obtido	0,9053 ***

*** = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 1% ($p \leq 0,01$).

Os resultados revelam que os consumos de matéria seca estimados e obtidos, apresentaram correlação linear forte e significativa ao nível de 1%. Com esse resultado, pode-se afirmar que, nesse estudo, seria desnecessária a medição diária do consumo dos animais, sendo possível confiar plenamente no consumo estimado durante a formulação da dieta.

Os coeficientes de correlação entre os consumos de matéria seca estimados e obtidos e os componentes do leite são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Coeficientes de Correlação de Pearson para o cruzamento dos componentes do leite *versus* consumo de matéria seca estimado (teórico) e obtido (real).

Consumo MS (Kg)	Componentes do Leite			
	MUN (mg/dL)	Gordura (%)	Proteína (%)	Relação G:P
Estimado	0,3127 ns	0,6943 **	-0,2955 ns	-0,6891 **
Obtido	0,1656 ns	0,8043 ***	-0,3385 ns	-0,7876 ***

ns = não-significativo pelo teste *t* de *Student*, considerando um n.m.s. de 10 % ($p > 0,10$); ** = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 5% ($p \leq 0,05$); *** = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 1% ($p \leq 0,01$).

Tanto o consumo estimado, como o obtido foram correlacionados com a porcentagem de gordura do leite e a relação entre proteína e gordura. Assim, é possível afirmar que o consumo é uma boa ferramenta para predizer a variação no teor de gordura do leite.

O consumo de matéria seca (CMS) determina a concentração de nutrientes na dieta necessários para suprir as necessidades de manutenção e de produção. O CMS do animal é determinado por características da dieta e do ambiente. Animais saudáveis, que não apresentam desconforto, consomem uma maior quantidade de matéria seca (Forbes, 1995). O maior consumo de matéria seca reflete melhor condição ruminal, e animais que apresentam o ambiente ruminal saudável são capazes de produzir leite com maiores proporções de sólidos.

Como tanto o consumo obtido como o estimado podem ser capazes de predizer o teor de gordura, e a correlação entre os consumos de matéria seca é altamente significativa, é possível afirmar mais uma vez que a medição diária do consumo pode ser uma prática descartada.

Avaliação do tamanho de partículas

Os dados referentes à correlação entre o tamanho de partículas da dieta e os componentes do leite são dispostos na Tabela 9.

Tabela 9. Coeficientes de Correlação de Pearson para o cruzamento dos componentes do leite *versus* tamanho de partículas da dieta.

Tamanho de Partículas	Componentes do Leite			
	MUN (mg/dL)	Gordura (%)	Proteína (%)	Relação G:P
Grossa (%)	0,6213 **	0,1504 ns	0,3909 ns	-0,0525 ns
Média (%)	0,7040 **	-0,0066 ns	0,2261 ns	0,0379 ns
Fina (%)	-0,6995 **	-0,0989 ns	-0,3539 ns	0,0204 ns

ns = não-significativo pelo teste *t* de *Student*, considerando um n.m.s. de 10 % ($p > 0,10$); ** = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 5% ($p \leq 0,05$).

As únicas correlações dos tamanhos de partículas em relação aos componentes do leite observadas foram em relação ao MUN.

Aumentos na porção da dieta com tamanho de partículas grossas e médias foram correlacionados com aumentos nas concentrações de MUN (0,6213 e 0,7040, respectivamente). Já a porção da dieta com tamanho de partículas fino foi correlacionada com a redução das concentrações de MUN (-0,6995), sendo todas essas correlações significativas pelo teste *t* de *Student* ao nível de 5%.

Isso pode ser explicado pelo fato de as partículas grandes conterem uma maior concentração de fibra que dificulta a mistura durante o preparo da dieta completa, que pode ocasionar a diminuição da digestibilidade do alimento.

Aliado a isso é importante salientar a citação de Payne e Payne (1987), que observaram que vacas sob condição de pastejo (situação onde a porção da dieta representada por partículas grossas ou médias é maior) tendem a apresentar, em virtude do maior consumo de proteína bruta, maiores níveis de nitrogênio uréico no sangue e no leite. Não se deve esquecer que o consumo de altos níveis de proteína degradável no rúmen e ou de baixos níveis de carboidratos não-estruturais também pode estar envolvido nos aumentos dos níveis de uréia do sangue ou do leite.

Estando a maior porção dos CNE representada por partículas finas, considera-se que o aumento de partículas finas é um acréscimo de CNE na dieta, fato que reduz consideravelmente os valores de MUN.

Em relação ao consumo de matéria seca, verifica-se, na Tabela 10, que a avaliação do tamanho de partículas não foi correlacionada ao consumo de matéria seca obtido, estando apenas correlacionada às porções de partículas grossa e fina do consumo estimado (teórico).

Tabela 10. Coeficientes de Correlação de Pearson para o cruzamento dos consumos de matéria seca *versus* tamanho de partículas da dieta.

Consumo Matéria Seca (Kg)	Tamanho de Partículas		
	Grossa	Média	Fina
Consumo Obtido	0,3796 ns	0,0776 ns	-0,2872 ns
Consumo Estimado	0,5916 **	0,3973 ns	-0,5575 *

ns = não-significativo pelo teste *t* de *Student*, considerando um n.m.s. de 10 % ($p > 0,10$); * = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 10% ($p \leq 0,10$); ** = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 5% ($p \leq 0,05$).

Os dados demonstram que quando há um predomínio de partículas grossas na dieta. o consumo

de matéria seca (teórico) é maior (0,5916), ocorrendo o inverso quando há um aumento da porção mais fina da dieta (-0,5575).

Uma possível explicação para esse fato é a saúde do ambiente ruminal. Quando o animal apresenta acidose ruminal (mesmo que seja subclínica), situação comum quando a dieta é muito rica em concentrados (ou seja, contenha uma porção maior de partículas finas), há redução no consumo de alimentos. Já no caso do rúmen estar fisiologicamente adequado, o consumo será maior.

No entanto, em função dos resultados relacionados à composição do leite, é interessante que o uso da análise do tamanho de partículas seja melhor avaliada, afinal, nesse estudo, só se determinou a correlação entre o tamanho de partículas com o teor de MUN do leite e não se observou correlação do tamanho de partículas com o teor de gordura do leite, a mais citada em estudos anteriores (Lammers *et al*., 1996; Heinrichs *et al.,* 1999) e que justificariam sua realização para determinação da efetividade física da fibra utilizada na dieta (Pereira *et al*., 2003).

Avaliação do nitrogênio uréico no leite

A última hipótese averiguada foi a da utilidade da análise de nitrogênio uréico do leite (MUN) no balanceamento de dietas.

Para isso, foram calculadas correlações entre o MUN e os componentes da dieta (de acordo com a composição teórica), que são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11. Coeficientes de Correlação de Pearson para o cruzamento do MUN *versus* consumo de matéria seca e componentes da dieta teórica.

Dieta Teórica	MUN (mg/dL)
Consumo MS (Kg) Estimado	0,3127 ^{ns}
MS (%)	0,3609 ^{ns}
PB (%)	0,5644 *
FDA (%)	-0,1297 ^{ns}
FDN (%)	0,0562 ^{ns}
CNE (%)	-0,4093 ^{ns}
MM (%)	0,4642 ^{ns}
EE (%)	0,2146 ^{ns}

ns = não-significativo pelo teste *t* de *Student*, considerando um n.m.s. de 10 % ($p > 0,10$); * = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 10% ($p \leq 0,10$).

A única correlação observada nessa análise foi entre a porcentagem de PB da dieta e o MUN (0,5644), significativa a 10%. Esse resultado permite afirmar que a análise de MUN é de grande importância para verificar a adequação de proteína bruta da dieta. Esse resultado é semelhante a diversas citações da literatura que apresentam o MUN como indicador do balanço protéico da dieta (Hutjens, 1995, 2001; Hof *et al*., 1997; Jonker *et al*., 1999; Kohn, 2000).

Visto que a análise de gordura do leite é útil para ajustes de FDA, FDN, CNE e consumo (e não é útil para avaliar á PB da dieta), a associação desta, com a análise de MUN (útil para ajuste de PB) é de grande valia na avaliação de dietas.

Conclusão

Verificou-se que a avaliação das diversas ferramentas para balanceamento de dietas completas estudadas proporcionou resultados muito interessantes, os quais podem facilitar e baratear muito esse trabalho. Foi visto que as análises laboratoriais de dietas são laboriosas, possuem alto custo e não forneceram resultados adequados; devem ser, contudo, consideradas na formação de um banco de dados confiavéis.

Considerando como base o preço médio do leite de R$0,34, recebido pelo produtor entre os meses de janeiro de 2000 e julho de 2002 (Cepea, 2002), as análises laboratoriais custam a produção de 308,8 litros de leite, ao passo que as análises dos componentes de leite custam cerca de 4,6 litros.

Foi constatado que a medição de consumo de matéria seca diário na fazenda poderia ser descartada, visto que o consumo esperado (o calculado pelo NRC, 2001), forneceu-nos dados próximos do observado. A análise do tamanho de partículas mostrou ser uma prática interessante para monitoramento de consumo de matéria seca e o nitrogênio uréico do leite.

Por fim, verificou-se que a análise dos componentes do leite (nitrogênio uréico do leite aliada à análise do teor de gordura) pode fornecer dados importantíssimos sobre o balanço de proteínas, carboidratos não-estruturais e fibras solúveis em detergente ácido e neutro e ser de extremo auxílio na tarefa do nutricionista.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio científico e financeiro.

Referências

ALVES, M. I. F. *Introdução ao controle estatístico de qualidade utilizando o EXCEL*. Piracicaba, Esalq/USP, 2000. 127p. (Apostila).

BUTLER, W. R.; SMITH, R. D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 72, p.767-772, 1989.

BUTLER, W. R. *et al.* Milk urea nitrogen: Field trial results on conception rates and dietary inputs. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 1995. *Proceedings*... Ithaca: Cornell University., 1995, p.89.

CEPEA - *Preços mensais do leite tipo c*. Disponível em: <http://www.cepea.usp.br>. Acesso em: 21 ago. 2003.

CHILLIARD, Y. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: a review. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.76, p.3897-4003, 1993.

CORASSIN, C. H. *Efeitos da gordura ruminalmente protegida sobre o desempenho e composição do leite e sangue de vacas Holandesas*. 1999. Dissertação (Mestrado)

- FMVZ, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 1999.

COSTA NETO, P. L. de O. *Estatística*: São Paulo. Edgard Blücher Ltda, 1977. p.264.

DEPETERS, E. J.; CANT, J. P. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A Review. *J. Animal Sci*., Savoy, v.75, p.2043-2050, 1992.

FORBES, J. M. Voluntary food intake and diet selection in farm animals: CAB International, Wallingford: 1995.

GARNSWORTHY, P. C. The effect of energy reserves at calving on performance of dairy cows. *In: Nutrition and lactation in dairy cow*. 1. ed., London: Butterworths, 1988, p.157.

HEINRICHS, A. J. *et al.* A review: processing, mixing, and particle size reduction of forages for dairy cattle. *J. Anim. Sci*., Savoy, v.77, p.180-186, 1999.

HETTINGA, D. A. Why alter milk composition? *J. Dairy Sci.,* Savoy, v.72, p.27902800, 1989.

HOF, G. *et al.* Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. *J. Dairy Sci., Savoy,* v.80, n.12, p.3333-3340, 1997.

HUTJENS, M. F. Diagnosing nutritional programs with records. *Proceedings of the MidSouth Ruminant Nutrition Conference*. TX, p.37-42. 1995.

HUTJENS, M. F. Evaluating nutritional management changes. In: WESTERN DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, 5, 2001. *Proceedinings…* Nevada, 2001, p.139-146.

IDF - INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Standard Method n.º 141b.1996. Whole milk determination of milk fat, protein and lactose content. *IDF Committee*, Brussels, Belgium.

JONKER, J. S. *et al.* Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci., Savoy,* v.81, n.10, p.2681-2692, 1999.

KOHN, R. A. Caution needed when interpreting MUN. *Hoard's Dairyman*, v.145, n.2, p.58, 2000.

LAMMERS, B. P. *et al.* A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *J. Dairy Sci., Savoy,* v.79, p.922-928, 1996.

LINN, J. G. Altering the Composition of Milk through Management Practice. *Feedstuffs*, Minnetanka, v.61, n. 17, p.18-23, 1991.

MSU Software Spartan. Cooperative Extension Service. Animal Science Department of Michigan State University. 1992. Disquete.

MURPHY J. J., O'MARA, F. Nutritional manipulation of milk protein concentration and its impact on the dairy industry. *Livest. Prod. Sci*., Amsterdam, v.35, p.117-134, 1993.

N.R.C. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* Washington, D.C.,- National Academy of Science, National Academy Press, 2001.

PAYNE, J. A.; PAYNE, S. *The metabolic profile test: New York,*. Oxford University Press, 1987.

PEREIRA, M. N. *In:* VII Curso novos enfoques na produção e reprodução de bovinos. *Anais*... Uberlândia, 2003, p.54-62.

SOUZA, G. S. *Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear*. Brasília: Embrapa -SPI/Embrapa - SEA, 1998.

SUTTON, J. D. Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci*., Amsterdam, v.72, p.2801-14, 1989.

SUTTON, J. D.; MORRANT, S. A review of the potential of nutrition to modify milk fat and protein. *Livest. Prod. Sci.,* Amsterdam, v.23, p.219-37.1989.

THOMAS, P. C.; CHAMBERLAIN, D. G. Manipulation of milk composition to meet market needs. *In: Recent advances in animal nutrition*, London, Butterworths, Londres. p.219-243. 1984.

VAN SAUN, R. J. Metabolic profiling to evaluate nutritional and disease status. *Bovine Pract.*, Stillwater, v.31, p.37-40.1997.

WOODFORD, S. T.; MURPHY, M. R. Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake and rumen function of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci*., Savoy, v.71, p.674-686, 1998.

YOUNG, C. W. *et al.* Production, consumption, and pricing of milk and its components. *J. Dairy Sci*., Savoy, v.69, p.272279, 1986.

Received on November 12, 2003.
Accepted on March 16, 2004.