

## Efeito da Metionina Protegida e Não Protegida da Degradação Ruminal sobre a Produção e Composição do Leite de Vacas Holandesas<sup>1</sup>

Juliana Borsari Dourado Sancanari<sup>2</sup>, Jane Maria Bertocco Ezequiel<sup>3</sup>, Rosemary Laís Galati<sup>2</sup>, Paulo de Figueiredo Vieira<sup>3</sup>, José Renato Caleiro Seixas<sup>4</sup>, Milton Santamaria<sup>5</sup>, Sérgio Nascimento Kronka<sup>6</sup>

**RESUMO** - Utilizaram-se vacas Holandesas com produção superior a 20 kg de leite/dia, de primeira e segunda lactações, com 19±6 dias em lactação, para avaliar o efeito da suplementação com 8,4 g/dia de metionina protegida (MPDR) ou 8,4 g/dia de metionina não-protegida da degradação ruminal (MNPDR) sobre a produção e composição do leite, comparativamente a vacas controle, durante 90 dias. As vacas foram alimentadas com ração completa constituída por silagem de milho e concentrado. Produção de leite, teor de proteína do leite e produção de proteína não foram afetados pela suplementação com MPDR. As produções médias de leite foram 27,70; 27,09 e 27,61 kg/dia; os teores médios de proteína, 2,83; 2,85 e 2,77%; e as produções de proteína do leite, 0,77; 0,76 e 0,79 kg/dia, respectivamente, para vacas controle, suplementadas com MPDR e MNPDR. O teor de gordura do leite foi de 2,39; 2,12 e 1,89% para vacas suplementadas com MPDR, MNPDR e controle, respectivamente. A produção diária de gordura foi 0,57; 0,58 e 0,58 kg/dia e a produção diária de leite corrigido para gordura (3,5%), 21,25; 21,19 e 21,35 kg/dia, para os respectivos tratamentos controle, MPDR e MNPDR. A suplementação com MPDR não alterou a produção de leite, porém melhorou a sua composição no início da lactação.

Palavras-chave: aminoácidos, metionina, porcentagem de gordura, produção de leite, suplementação, teor de proteína

## Effect of Rumen Protected and Nonprotected Methionine on Milk Production and Composition of Dairy Holstein Cows

**ABSTRACT** - The purpose of this work was to evaluate the effect of 8.4 g/day of rumen protected methionine (RPM) or 8.4 g/day of rumen non protected methionine (RNPM) or even of control cows on milk yield and composition during 90 days of lactation. Six high yielding lactating Holsteins cows (>20 kg/day) in the first and second lactation, with 19 ± 6 days of lactation were used in a duplicated latin square design. The cows were fed a total mixed ration composed of corn silage and concentrate. The milk production and the milk protein and yield were not affected by RPM or RNPM supplementation. The milk yield was 27.70; 27.09 and 27.61 kg/day, the milk protein content was 2.83; 2.85 and 2.77% and the protein yield was 0.77; 0.76 and 0.79 kg/day for control cows, RPM and RNPM, respectively. The fat content was affected ( $P < .05$ ) by RPM supplementation. The fat content was 2.39; 2.12 and 1.89 % for RPM, RNPM and control, respectively. Daily fat milk yield were 0.57; 0.58 and 0.58 and the 3.5% fat correct milk yield were 21.25; 21.19 and 21.35 kg/day, respectively for control, RPM and RNPM, respectively. The supplementation with RPM did not affect the milk yield, but improved milk fat content in early lactation cows.

Key Words: amino acid, fat percent, methionine, milk yield, protein percent, supplementation

### Introdução

Nos últimos anos, a nutrição de vacas leiteiras tem recebido muita atenção, com ênfase na determinação dos requerimentos em energia e proteína, baseando-se nas frações protéicas degradáveis e não-degradáveis dos alimentos e nos requerimentos em aminoácidos.

Os ruminantes necessitam de aminoácidos para as atividades de síntese de proteína em vários tecidos e síntese de produtos como leite, carne, lã etc. Podem também ser necessários para maximizar a eficiência do crescimento microbiano no rúmen.

A quantidade e qualidade dos aminoácidos que chegam ao intestino delgado dos ruminantes resulta daqueles oriundos da proteína microbiana do rúmen e

<sup>1</sup> Parte da Dissertação de Mestrado do 1º autor à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - Projeto financiado pela FAPESP

<sup>2</sup> Zootecnista, aluna regular do curso de Pós-Graduação em Zootecnia (Produção Animal) na FCAVJ - UNESP. E-mail: juli@fcav.unesp.br; laisgalati@netsite.com.br

<sup>3</sup> Professor no Departamento de Zootecnia na FCAVJ - UNESP. E-mail: janembe@fcav.unesp.br

<sup>4</sup> Mestre em Zootecnia - Rações Fri-Ribe. E-mail: joserenato@sp.fri-ribe.com.br

<sup>5</sup> Zootecnista - Fazenda Bela Vista.

<sup>6</sup> Professor no Departamento de Ciências Exatas na FCAVJ - UNESP. E-mail: skronka@fcav.unesp.br

da fração protéica alimentar não-degradada no rúmen e parece ter perfil variável. Entretanto, a proteína microbiana sintetizada pode não suprir quantidades suficientes de aminoácidos para atender o requerimento de vacas leiteiras produzindo grandes quantidades de leite (POLAN et al., 1991). A grande demanda de aminoácidos na glândula mamária corresponde aos aminoácidos extraídos do sangue (CLARK et al., 1978). Segundo ROGERS et al. (1989), vacas de alta produção requerem grandes quantidades de aminoácidos, porém, os dados sobre a quantidade de aminoácidos absorvida no intestino delgado e que maximiza a produção de leite e de proteína no leite são limitados. Existem poucas informações sobre qual aminoácido pode ser limitante ou co-limitante para a produção de leite. É questionável quanto e quais são realmente as mudanças necessárias no perfil de aminoácidos da digesta duodenal, que podem ser reguladas pela suplementação protéica (KUNG et al., 1984; STERN et al., 1985). Apesar das poucas informações sobre os aminoácidos limitantes para ruminantes, a metionina é indicada como o primeiro aminoácido limitante na síntese de leite (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979; BUTTERY e FOULDS, 1985), sendo também considerada aminoácido limitante para o crescimento microbiano e a fermentação ruminal (SALTER et al., 1979; KUNG et al., 1984).

As formas mais usadas para suprimento pós-ruminal de aminoácidos limitantes são infusão abomasal de proteínas (DERRIG et al., 1974; CLARK et al., 1977 e ROGERS et al., 1984) e de aminoácidos protegidos da degradação ruminal (PAPAS et al., 1984; POLAN et al., 1991; ROGERS et al., 1987; ROGERS et al., 1989).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da suplementação com metionina protegida da degradação ruminal e metionina não-protegida da degradação ruminal sobre a produção e composição do leite de vacas da raça Holandesa, no estágio inicial da lactação.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Bela Vista, no município de Pirangi-SP, no período de 17/06/1997 a 20/12/1997. Foram utilizadas seis vacas da raça Holandesa, sendo três vacas de primeira lactação (primíparas) e três vacas de segunda lactação,

com peso vivo médio 500 kg (+ 50 kg) e condição corporal 3,0 ao parto. O tempo de parição entre a primeira e a última vaca foi de seis dias.

As fontes de metionina utilizadas foram 8,4 g/animal/dia de metionina protegida da degradação ruminal (MPDR) (12 g/animal/dia com 70% de metionina) e 8,4 g/animal/dia de metionina não-protegida da degradação ruminal (MNPDR). A metionina foi fornecida as vacas individualmente, diretamente na boca, após a ordenha da manhã (aproximadamente às 9 h), para que se tivesse certeza de que cada vaca ingeriu a quantidade exata.

O alimento volumoso utilizado foi silagem de milho. O concentrado era constituído de: milho grão moído, soja integral tostada, farelo de soja, farelo de trigo e mistura mineral. Segundo as recomendações do NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1989), para atender as exigências nutricionais de vacas em lactação pesando 600 kg com produção de leite de 30 kg/vaca/dia e 3,5% de gordura no leite, foi formulada uma ração completa, cuja relação volumoso:concentrado na base da MS foi de 42:58%. A ração foi fornecida em três refeições diárias, às 8, 14 e 17 h. Após a distribuição da ração, foi misturada pequena quantidade de água, para evitar que os animais selecionassem o concentrado. Constam da Tabela 1 consumo, composição química e relação volumoso concentrado da ração completa.

Após o parto, as vacas foram alojadas em um confinamento com área de 0,90 m de cocho/cabeça de fibrocimento coberto e calçada concretado. As vacas do experimento foram alojadas e manejadas juntamente com as demais vacas em lactação da fazenda, assim, a avaliação do consumo foi realizada no grupo total de vacas confinadas.

As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia, às 6 e 15 h. Antes de se iniciar a ordenha, foi realizado o procedimento de higienização das vacas. Uma vez ao mês, foi realizado o exame de mastite (CMT).

O primeiro período de adaptação (referente à fase pico) iniciou-se aos 20 e 25 dias de lactação da primeira e da última vaca que pariu. O período experimental total teve duração de 90 dias e foi dividido em três fases da lactação, denominados consecutivamente de pico, início e meio. Cada fase da lactação teve duração de 30 dias, subdividida em três subperíodos de 10 dias, correspondendo a sete dias de adaptação e três dias de coleta de dados e

Tabela 1 - Consumo, composição bromatológica e proporção volumoso concentrado da ração mista total  
Table 1 - Intake, chemical composition and roughage and concentrate proportion on the total mixed ration

Ingrediente <i>Ingredient</i>	MS <sup>1</sup>	PB <sup>2</sup>	PDR <sup>3</sup>	PNDR <sup>4</sup>	NDT <sup>5</sup>	ELI <sup>6</sup>
	<i>DM</i>	<i>CP</i>	<i>DIP</i>	<i>UIP</i>	<i>TDN</i>	<i>NEL</i>
	(kg/dia) <i>kg/day</i>			(kg/dia ) <i>kg/day</i>		(Mcal)
Milho grão <i>Ground corn</i>	4,40	0,44	0,26	0,18	3,74	8,62
Soja integral tostada <i>Whole toasted soyabean</i>	0,60	0,25	0,17	0,08	0,54	1,27
Farelo de soja <i>Soyabean meal</i>	3,93	1,96	1,27	0,69	3,30	6,58
Farelo de trigo <i>Wheat bran</i>	2,25	0,38	0,30	0,08	1,57	3,60
Mistura mineral <i>Mix</i>	0,39	-	-	-	-	-
Silagem de milho <i>Corn silage</i>	8,65	0,67	0,47	0,20	5,36	12,11
Total	20,22	3,70	2,47	1,23	14,51	32,18
Vo:Co (%)	42:58					
PB (%MS) <sup>2</sup>				18,3		
CP (%DM)						
NDT (% MS) <sup>6</sup>				71,8		
TDN (% DM)						

<sup>1</sup> MS = matéria seca (*DM = dry matter*).

<sup>2</sup> PB = proteína bruta (*CP = crude protein*).

<sup>3</sup> PDR = proteína degradável no rúmen (*DIP = degradable protein*).

<sup>4</sup> PNDR = proteína não-degradável no rúmen (*UIP = undegradable protein*).

<sup>5</sup> NDT = nutrientes digestíveis totais (*TDN = total digestible nutrients*).

<sup>6</sup> ELI = energia líquida da lactação (*NEL = net energy of lactation*).

amostragem de leite e de alimentos (SCHWAB et al., 1992). Esse procedimento ocorreu ao longo do experimento de forma consecutiva e ininterrupta. Terminado cada subperíodo de 10 dias, as vacas foram adaptadas ao tratamento seguinte, e assim consecutivamente.

Diariamente as produções de leite de cada vaca foram anotadas. A amostragem do leite foi realizada individualmente da seguinte maneira: após a retirada das teteiras, foi realizada a homogeneização do leite dentro do balão, para evitar variação na composição do leite no início e no final da ordenha. Em seguida, por meio de uma mangueira lateral, o leite foi recolhido em um recipiente de vidro graduado hermeticamente fechado e amostrado de acordo com a produção (1% da produção por ordenha/vaca).

A amostra do leite da ordenha da manhã foi armazenada em geladeira e, posteriormente, misturada a amostra do leite da ordenha da tarde, formando uma amostra composta/vaca/dia, a qual foi encaminhada ao laboratório e analisada no mesmo dia.

O teor de gordura do leite foi determinado por intermédio do método do "ácido-butirômetro de Geber

(COELHO e ROCHA, 1977).

O teor de nitrogênio do leite (N) foi determinado segundo ASSOCIATION OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTRY - AOAC (1990), para posterior estimativa da proteína bruta (PB), utilizando-se o valor de 6,38 para conversão.

As amostras de alimento foram coletadas em cada subperíodo analisadas, conforme descrito por SILVA (1990).

O delineamento utilizado foi um ensaio rotativo balanceado, considerando os possíveis efeitos residuais de tratamentos (PATTERSON e LUCAS, 1962; KALIL, 1971). Utilizando-se três tratamentos principais (controle, MPDR e MNPDR), em um esquema composto por quadrados latinos, com seis vacas da raça Holandesa (seqüência) distribuídas em dois grupos de três indivíduos (no grupo 1 as três primíparas e no grupo 2 as três múltíparas), de acordo com a ordem de lactação. Na Tabela 2 é mostrado o esquema de análise de variância. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

Tabela 2 - Esquema de análise de variância  
 Table 2 - Scheme of analysis of variance

Fontes de variação <i>Source of variation</i>	GL <i>DF</i>
Quadrado latino (QL) <i>Latin square (LS)</i>	5
Períodos dentro de QL <i>Period in LS</i>	12
Vacas dentro de QL <i>Cows in LS</i>	12
Tratamentos: Efeitos diretos, não-ajustados <i>Treatments: Directs effects, non adjusted</i>	2
Efeitos residuais, ajustados <i>Residual effects adjusted</i>	2
Efeitos diretos, ajustados <i>Direct effects adjusted</i>	2
Efeitos residuais, não-ajustados <i>Residual effects non adjusted</i>	2
Resíduo <i>Error</i>	20
Total	53

## Resultados e Discussão

### *Produção de leite*

A suplementação com diferentes fontes de metionina não afetou (Tabela 3) a produção média de leite ( $P>0,05$ ).

Um fator a ser considerado neste estudo é o efeito da utilização de três vacas de primeira lactação. Acredita-se que as vacas primíparas tenham sido responsáveis pela ausência de significância na produção média de leite (Figura 1), por produzirem menos leite que as multíparas, durante os 90 dias de lactação independente do tratamento. No entanto, ao se avaliar separadamente a resposta das vacas primíparas, observou-se que estas vacas produziram mais leite diante da suplementação com MPDR e MNPDR, enquanto as multíparas produziram menos leite, quando suplementadas com MPDR, em relação ao tratamento controle, nas fases pico e meio da lactação. Assim, verifica-se que vacas primíparas e multíparas responderam diferentemente à suplementação com metionina nas três fases avaliadas.

Ao se avaliarem as respostas individuais das vacas, observou-se que vacas primíparas apresentaram curva de lactação normal com máxima produção de leite no pico da lactação aproximadamente aos 45 dias de lactação, ao passo que as vacas multíparas atingiram o pico da lactação aproximadamente aos 70 dias de lactação, portanto, vacas multíparas tenderam a apresentar produção de leite mais elevada e

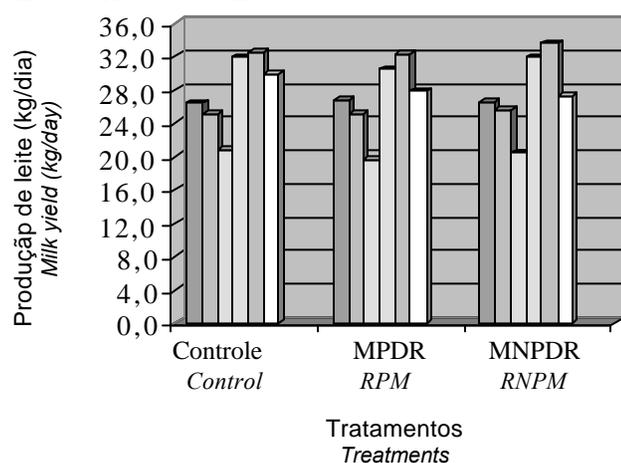
por período maior, ou seja, apresentaram prolongamento na curva de lactação. Segundo SCHWAB (1996), aumentos na produção de leite ocorrem no início de lactação, concordando com os resultados obtidos neste estudo. RULQUIN et al. (1993) e RODRIGUEZ (1996) verificaram que a resposta à suplementação pós-ruminal com metionina e lisina no início da lactação foi maior que no meio da lactação.

RULQUIN et al. (1993) constataram que os aumentos na produção de leite foram relativamente pequenos e inconsistentes, quando as vacas foram suplementadas com metionina, e raramente excederam 1,0 kg/dia. Recentemente, GUINARD e RULQUIN (1995), trabalhando com infusões duodenais de metionina, também não verificaram alterações na produção de leite pela suplementação, concordando com os resultados desta pesquisa.

A ausência de efeito da suplementação com metionina sobre a produção de leite também foi encontrada por outros pesquisadores (PISULEWSKI et al., 1996; ROBERT et al., 1994; BERTRAND et al., 1996; OVERTON et al., 1996; PIEPENBRINK et al., 1996; e ARMENTANO et al., 1997). Contrariamente, BREMMER et al. (1997) verificaram que a suplementação com MPDR aumentou a produção de leite, por elevar a concentração de metionina no plasma. ROBERT et al. (1994), utilizando 15 g/dia de metionina protegida até a 12<sup>a</sup> semana da lactação, verificaram que a suplementação aumentou a produção de leite nas seis primeiras semanas, mas não elevou a ingestão de matéria seca. Este mesmo produto foi utilizado neste estudo com diferença na dosagem 12 g/dia de MPDR, não sendo verificada diferença significativa.

PIEPENBRINK et al. (1996) verificaram que a suplementação com lisina e metionina, em uma dieta deficiente em proteína (14% PB) não alterou a produção de leite; no entanto, a produção de leite dessas vacas que receberam suplementação foi 1,4 kg/dia inferior, quando se comparou a produção de vacas alimentadas com 18% de PB na dieta. Esses autores, então, concluíram que a produção de leite foi afetada pelo nível de proteína na dieta, e não pela suplementação com metionina e lisina.

A produção de leite neste estudo foi afetada pelo estágio da lactação (Figura 1). Vacas de segunda lactação tenderam a aumentar a persistência da lactação após o pico. Este aumento na produção de leite da fase início em relação à fase pico foi de 1,66; 4,88 e 6,22 unidades percentuais na produção de leite para vacas controle, para vacas MNPDR e MPDR respectiva-



- Vacas primíparas pico (*Primiparous in peak*)
- Vacas primíparas início (*Primiparous in early*)
- Vacas primíparas meio (*Primiparous in mid*)
- Vacas Multíparas pico (*Multiparous in peak*)
- Vacas Multíparas início (*Multiparous in early*)
- Vacas Multíparas meio (*Multiparous in mid*)

Figura 1 - Produção de leite (kg/dia) de vacas suplementadas ou não com MPDR e MNPDR no pico, início e meio da lactação.

Figure 1 - Milk yield (kg/day) by cows supplemented or not with RPM and RNPM in peak, early and mid of lactation.

mente, sugerindo que a suplementação com fontes de metionina suplementar para vacas multíparas mantém a produção de leite elevada após o pico da lactação, ou seja, melhoram a persistência da lactação (Figura 1). Aumentos superiores foram verificados quando MPDR é utilizada em relação a MNPDR. Resultados semelhantes foram obtidos por SCHWAB et al. (1992), que obtiveram aumentos de 6,55% na produção de leite do pico para o início da lactação. Diante destes resultados, sugere-se que a metionina seja um aminoácido limitante no início da lactação.

#### Proteína do leite

A suplementação com MPDR e MNPDR não alterou ( $P > 0,05$ ) o teor de proteína do leite, embora a proteína do leite tenha sido mais baixa 0,08 e 0,02 unidades percentuais para vacas suplementadas com MNPDR e controle, respectivamente, quando comparadas às das vacas suplementadas com MPDR (Tabela 3). Equivaleram a reduções de 2,89% e 0,71%, respectivamente, comparadas à produção das vacas que receberam MPDR.

Tabela 3 - Produções e teores médios de leite, de gordura, de proteína e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura de vacas alimentadas com diferentes fontes de metionina, durante 90 dias

Table 3 - Milk yield, fat and protein yield from milk, protein, fat milk concentration and milk yield correct for 3.5% of fat from dairy cows feeding with different methionine fonts during 90 days

Parâmetro Parameter	Tratamentos Treatments			S <sup>3</sup> s.e	CV(%) <sup>4</sup> VC	QM <sup>5</sup> MS	
	Controle Control	MPDR <sup>1</sup> RPM	MNPDR <sup>2</sup> RNPM			Efeito res. ajustado Residual effects adjusted	Efeitos dir. ajustado Direct effects adjusted
Produção de leite (kg/dia) Milk yield (kg/day)	27,70 <sup>a</sup>	27,09 <sup>a</sup>	27,61 <sup>a</sup>	1,16	4,21	0,4363 <sup>NS</sup>	1,5294 <sup>NS</sup>
Teor de proteína (%) Milk protein	2,83 <sup>a</sup>	2,85 <sup>a</sup>	2,77 <sup>a</sup>	0,15	5,23	0,0024 <sup>NS</sup>	0,0029 <sup>NS</sup>
Produção de proteína (kg/dia) Milk protein yield (kg/day)	0,77 <sup>a</sup>	0,76 <sup>a</sup>	0,79 <sup>a</sup>	0,06	7,64	0,0013 <sup>NS</sup>	0,0046 <sup>NS</sup>
Teor de gordura (%) Milk fat	1,89 <sup>b</sup>	2,39 <sup>a</sup>	2,12 <sup>b</sup>	0,15	7,22	0,1631 <sup>**</sup>	0,2150 <sup>**</sup>
Produção de gordura (kg/dia) Milk fat yield (kg/day)	0,52 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,58 <sup>a</sup>	0,08	13,96	0,0008 <sup>NS</sup>	0,0032 <sup>NS</sup>
PLC 3,5% G <sup>6</sup> (kg/dia) 3,5% FCM(kg/day)	21,25 <sup>a</sup>	21,19 <sup>a</sup>	21,35 <sup>a</sup>	1,39	6,52	2,8543 <sup>NS</sup>	0,2125 <sup>NS</sup>

NS Não-significativo (<sup>NS</sup> Non significant).

\*\* Significativo ( $P < 0,01$ ) (Significant ( $P < 0,01$ )).

<sup>a,b</sup> Em cada linha, médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Tukey ( $P > 0,05$ ).

<sup>a,b</sup> In each row, means followed by same letters do not differ ( $P > 0,05$ ) by Tukey test.

<sup>1</sup> MPDR = Metionina protegida da degradação ruminal (RPM = Rumen protected methionine).

<sup>2</sup> MNPDR = Metionina não protegida da degradação ruminal (RNPM = Rumen non protected methionine).

<sup>3</sup> s = erro-padrão (s.e. = standard error).

<sup>4</sup> CV = Coeficiente de variação (CV = coefficient of variation).

<sup>5</sup> QM = Quadrado médio (MS = mean square).

<sup>6</sup> PLC 3,5% G =  $0,4324 \times \text{PL (kg)} + 16,216 \times \text{Gordura (kg)}$  (3.5% FCM =  $0.4324 \times \text{milk yield (kg)} + 16.216 \times \text{fat (kg)}$ ) (PIEPENBRINK et al., 1996; BREMMER et al., 1997).

De modo geral, os valores protéicos lácteos deste estudo foram baixos. O leite foi amostrado entre o 27<sup>o</sup> e 32<sup>o</sup> dia após o parto para a primeira e última vaca, ou seja, próximo ao pico da lactação, em que o teor de proteína atinge valor mínimo. Além disso, vacas de primeira lactação apresentam menores teores de proteína no leite no início da lactação.

GUINARD e RULQUIN (1995) obtiveram teores de 2,87 e 2,91% e produções de 660 e 707 g/dia de proteína do leite, ao infundirem 8 e 16 g/dia de MPDR, respectivamente, mas também não verificaram diferenças significativas no teor nem na produção de proteína pelo leite. Resultados semelhantes foram obtidos neste estudo, em que o teor de proteína do leite foi de 2,85% e a produção de proteína do leite, de 770 g/dia para vacas suplementadas com MPDR (Tabela 3).

A produção média de proteína foi de 790, 770 e 760 g/dia para vacas controles e suplementadas com MPDR e MNPDR, respectivamente. Embora não tenha ocorrido diferença ( $P>0,05$ ) entre tratamentos, vacas MPDR produziram 10 g/dia de proteína pelo leite a mais que vacas MNPDR e 20 g/dia a menos que vacas controle (Tabela 3). Dessa forma, vacas suplementadas com MPDR produziram 3,60% a menos de proteína (kg/dia) pelo leite, quando comparadas às vacas controle, e 1,32% em relação a vacas suplementadas com MNPDR.

Rulquin (1992), citado por SCHWAB et al. (1996), comentou que a produção de proteína pelo leite pode melhorar com suplementação com metionina protegida, quando os níveis de metionina na proteína não degradável da dieta são baixas, em vacas com elevada produção de leite no início da lactação. Para SCHWAB et al. (1996), metionina e lisina são aminoácidos limitantes, quando produtos de milho são utilizados em dietas de vacas leiteiras, pois aumentam o teor de proteína do leite, por elevarem a produção de caseína.

Contrariamente aos resultados obtidos neste estudo, CASPER et al. (1987), ROGERS et al. (1989); ARMENTANO et al. (1993), RULQUIN e DELABY (1994), PIEPENBRINK et al. (1996), PISULEWSKI et al. (1996) e BREMMER et al. (1997) encontraram aumentos no teor e/ou na produção de proteína pelo leite. Esses autores sugeriram que aumentos nas concentrações plasmáticas de metionina possibilitam acréscimo na concentração de nitrogênio no plasma, devido à maior passagem de aminoácidos para o intestino delgado, sem sofrer degradação microbiana

no rúmen, aumentando a disponibilidade na glândula mamária, permitindo aumento na síntese de proteína do leite. Suspeita-se que, neste estudo, provavelmente tenha também ocorrido aumento na concentração plasmática de metionina (estudos prévios de degradabilidade ruminal com a MPDR mostraram que até 96 h de incubação em saquinhos de náilon não ocorre degradação, indicando que esta metionina passará para o intestino delgado para absorção - informações pessoais, SANCANARI et al.). Porém, esta metionina pode ter sido utilizada no fígado para outras funções fisiológicas, visto que os animais utilizados foram novilhas ou vacas de segunda cria, ainda em crescimento e desenvolvimento. Outra hipótese é ter sido utilizada por células na própria glândula mamária para desenvolvimento do úbere, na formação de células secretoras de leite, ocorrendo desvio para atendimento de uma função fisiológica.

Segundo ARMENTANO (1994) 100% da metionina que chega ao intestino delgado na forma protegida é absorvida pela corrente circulatória, mas apenas 15% é convertida em proteína do leite. Isto enfatiza maior impacto do catabolismo pós absorptivo pelo fígado.

Os resultados obtidos por SCHWAB et al. (1992) são semelhantes aos resultados de proteína láctea obtidos nesta pesquisa. O teor de proteína do leite de vacas suplementadas com MPDR no pico da lactação, obtido por esses autores, foi de 2,66% e a produção de proteína do leite, de 990 g/dia. Isto ocorreu porque as vacas deste experimento produziram 9,79 kg/dia a menos de leite (37,40 kg/dia vs. 27,61 kg/dia).

Neste estudo, verificou-se tendência de vacas multíparas apresentarem maior teor de proteína do leite após nas fases pico, início e meio da lactação, quando comparadas às vacas primíparas (Figura 2). Estes aumentos foram de 0,36; 1,42 e 3,68 unidades percentuais para vacas controle, vacas suplementadas com MPDR e MNPDR, respectivamente, quando se comparou a fase pico em relação à fase início da lactação, provavelmente por ter ocorrido aumento na concentração plasmática de metionina, suportando pequenos aumentos no teor de proteína do leite, porém estes efeitos não foram avaliados neste estudo. Os aumentos foram superiores para MNPDR (Figura 2).

#### *Gordura do leite*

Os teores de gordura obtidos nesta pesquisa foram da ordem de 1,89; 2,12 e 2,39% para vacas controle, vacas suplementadas com MNPDR e MPDR (Tabela 3). Os teores de gordura foram mais eleva-

dos ( $P < 0,05$ ) para vacas suplementadas com MPDR em 0,27 e 0,5% quando comparadas a vacas suplementadas com MNPDR e vacas controle, respectivamente. Os baixos teores de gordura verificados neste estudo ocorreram provavelmente porque as vacas estavam na fase inicial da lactação, na qual o teor de gordura do leite é inversamente proporcional a produção de leite; além disso, as vacas deste estudo encontravam-se em primeira e segunda lactações e, segundo HOLMES e WILSON (1990), o teor de gordura tende a aumentar com o número de lactações. Vacas de segunda lactação tenderam a apresentar maior teor de gordura no leite, quando comparadas às vacas primíparas, durante o pico da lactação (Figura 3).

Segundo Pell e Bauman (1987), citados por BREMMER et al. (1997), a suplementação com aminoácidos protegidos da degradação ruminal aumenta a concentração plasmática de ácidos graxos não-esterificados, permitindo que mais ácidos graxos

sejam extraídos pela glândula mamária e incorporados à gordura do leite. Isto poderia explicar aumentos nos teores de gordura do leite, mesmo quando a produção de leite foi máxima. Concordando com os resultados deste estudo, BREMMER et al. (1997) encontraram aumentos de 4,33% no teor de gordura do leite, quando vacas Jersey suplementadas com MPDR foram comparadas a vacas controle.

Nos diferentes estádios da lactação, pode-se observar que vacas suplementadas com MPDR produziram 22% mais de gordura na fase início e 61,71% mais de gordura na fase meio, quando comparadas às vacas da fase pico da lactação (Figura 3). Para vacas que receberam MNPDR, o aumento no teor de gordura do leite na fase início foi de 10,79% e na fase meio, de 62,39%. Para vacas controle, os aumentos foram 17,14 e 32,57% nas fases início e meio da lactação, respectivamente. Pode-se inferir que tanto a suplementação com MPDR quanto com MNPDR, suportaram aumento no teor de gordura de aproximadamente 61% no meio da lactação; este aumento foi aproximadamente o dobro daquele obtido com vacas controle (32,57%).

ROGERS et al. (1987) também encontraram aumentos significativos no teor de gordura do leite. Mais tarde, SCHWAB et al. (1992) encontraram respostas mais consistentes na suplementação com metionina e lisina pós-ruminal em relação ao aumento no teor de gordura do leite. No entanto, a resposta parece ser altamente dependente do nível de proteína da dieta, dos requerimentos dos animais e dos ingredientes utilizados na composição da dieta. A maior resposta tem ocorrido em animais alimentados com dietas de baixa proteína e quando alta proporção da dieta é suprida por produtos a base de soja (SCHWAB et al., 1976). Neste estudo, as vacas foram alimentadas com 8,65 kg de MS de silagem de milho como fonte de volumoso, 4,40 kg de MS de milho grão, 0,6 kg de soja, 3,9 kg de farelo de soja e 2,3 kg de farelo de trigo na ração concentrada.

A produção de gordura pelo leite foi afetada ( $P < 0,05$ ) pela suplementação com metionina (Tabela 3).

CASPER et al. (1987) não encontraram efeito significativo na composição de ácidos graxos do leite de vacas suplementadas com metionina. No entanto, PISULEWSKI et al. (1996) verificaram diminuição linear na concentração plasmática de ácidos graxos não-essenciais (AGNE), quando as vacas foram suplementadas com níveis crescentes de MPDR, podendo ser justificada pela diminuição na mobilização das reservas gordurosas do corpo ou pelo uso do

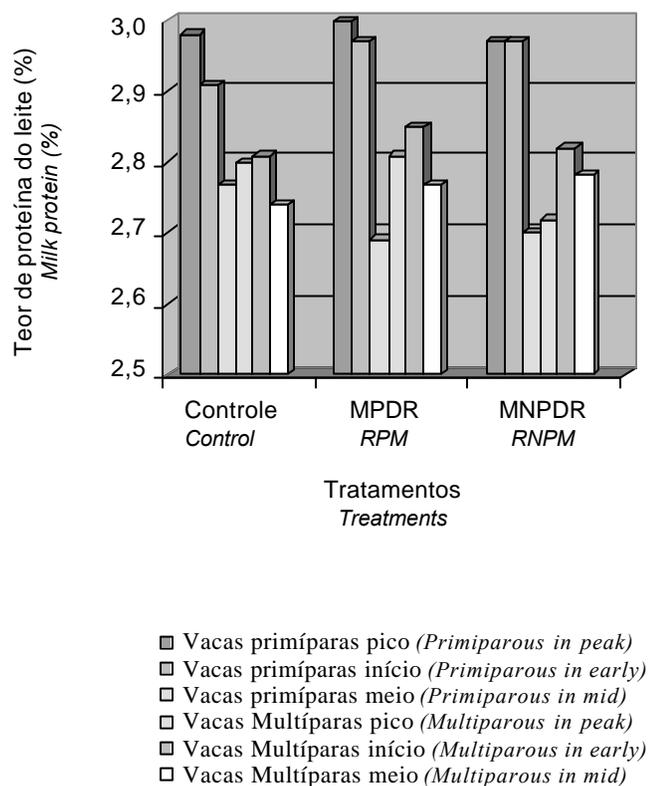


Figura 2 - Teor de proteína do leite (%) de vacas suplementadas ou não com MPDR e MNPDR no pico, início e meio da lactação.

Figure 2 - Milk protein (%) by cows supplemented or not with RPM and RNPM in peak, early and mid of lactation.

AGNE para síntese de lipoproteínas de baixa densidade no fígado. Esta redução plasmática de AGNE pode ter levado a aumentos consistentes na proporção de ácidos graxos de cadeias curta e média na gordura do leite, não sustentando aumentos nos teores de gordura do leite.

Embora as vacas suplementadas MPDR tenham produzido 610 e 520 g/dia a menos de leite do que vacas controle e MNPDR, respectivamente, estas apresentaram superioridade de 0,5 e 0,3% no teor médio de gordura ( $P < 0,05$ ), quando comparadas às vacas controle e MNPDR, respectivamente (Tabela 3).

A máxima produção de leite ocorre até o pico da lactação e nesta fase da lactação a produção de leite é inversamente proporcional aos teores de gordura e proteína do leite. Os resultados obtidos neste estudos

mostraram que, embora não se tenha conseguido aumentar significativamente a produção média de leite neste período, a suplementação com metionina protegida aumentou o teor médio de gordura do leite. Isto sugere que o efeito da metionina esteja mais associado a mudanças na composição do que na produção de leite. Este resultado é de grande importância econômica, quando se considera a remuneração do leite por qualidade, e não mais por quantidade.

A produção de leite corrigida para gordura não foi afetada pelos tratamentos ( $P > 0,05$ ); Tabela 3). Embora se tenha verificado superioridade no teor de gordura do leite para vacas suplementadas com metionina, não ocorreram aumentos significativos na produção de leite, não permitindo alterações na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura. Resultados semelhantes foram obtidos por BERTRAND et al. (1996); PIEPENBRINK et al. (1996) e BREMMER et al. (1997). Contrariamente, OVERTON et al. (1996) encontraram aumentos significativos na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura.

A produção média de leite corrigida para 3,5% de gordura foi reduzida, quando comparada à produção média de leite diária (Tabela 3). Esta redução ocorreu porque os teores de gordura obtidos nestes experimentos foram inferiores a 3,5%, ao contrário de BERTRAND et al. (1996), OVERTON et al. (1996), PIEPENBRINK et al. (1996) e BREMMER et al. (1997), que obtiveram teores de gordura mais elevados.

### Conclusões

A suplementação com metionina protegida da degradação ruminal esteve mais associada a alterações na produção e no teor de gordura do leite do que aumentos na produção de leite.

Embora não se tenha obtido respostas significativas com relação à produção de leite e à produção e teor de proteína do leite, a metionina parece ser um aminoácido limitante para síntese de proteína do leite durante o pico e no início da lactação e ser co-limitante no meio da lactação.

Vacas múltiparas responderam mais intensamente à suplementação com aminoácidos, aumentando a persistência da lactação, prolongando a produção elevada de leite, durante o pico da lactação, sugerindo que a metionina é um aminoácido limitante no pico e no início da lactação.

Mais estudos são necessários para determinar os requerimentos de aminoácidos e as respostas na produção e composição de leite de vacas.

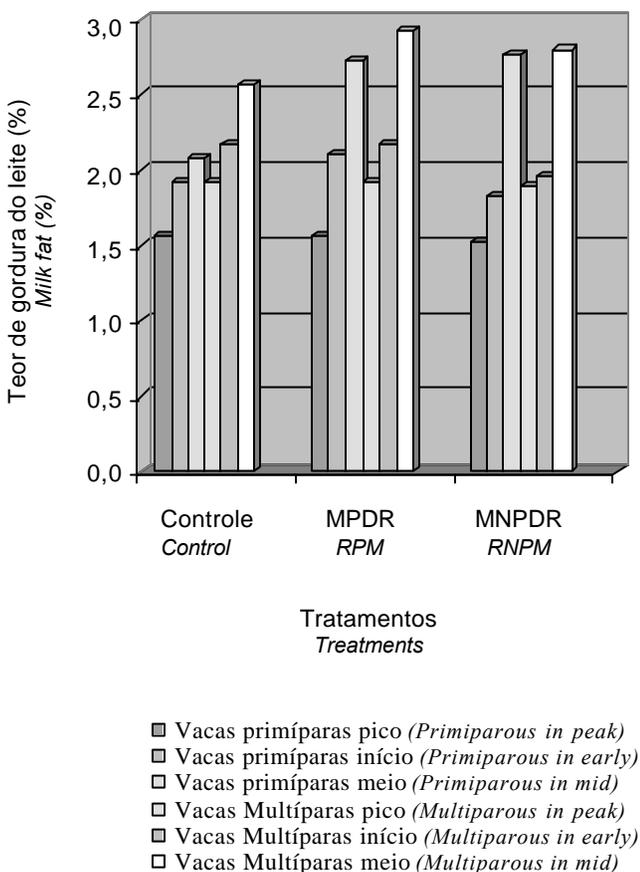


Figura 3 - Teor de gordura do leite (%) de vacas suplementadas ou não com MPDR e MNPDR no pico, início e meio da lactação.

Figure 3 - Milk fat (%) by cows supplemented or not with RPM and RNPM in peak, early and mid of lactation.

## Referências Bibliográficas

- ARMENTANO, L.E., SWAIN, S.M., DUCHARME, G.A. 1993. Lactation response to rumen-protected methionine and lysine at two amounts of ruminally available nitrogen. *J. Dairy Sci.*, 76(10):2963-69.
- ARMENTANO, L.E. 1994. Impact of metabolism by extra gastrointestinal tissues on secretory rate of milk proteins. *J. Dairy Sci.*, 77(9):2809-20.
- ARMENTANO, L.E., BERTICS, S.J., DUCHARME, G.A. 1997. Response of lactating cows to methionine, or methionine plus lysine added to high protein diets based on alfalfa and heated soybeans. *J. Dairy Sci.*, 80(6):1194-99.
- ASSOCIATION OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTRY - AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15.ed. Washington, D.C. 1117p.
- BERTRAND, J.A., PARDUE, F.E., JENKINS, T.C. 1996. Effect of protected amino acids on milk production and composition of Jersey cows fed whole cottonseed. *J. Dairy Sci.*, 79(suppl. 1):229.
- BREMMER, D.R., OVERTON, T.R., CLARK, J.H. 1997. Production and composition of milk from Jersey cows administered bovine somatotropin and fed ruminally protected amino acids. *J. Dairy Sci.*, 80(7):1374-80.
- BUTTERY, P.J., FOULDS, A.N. 1985. Amino acid requirements of ruminants. In: HARESING, W. (Ed.) *Recent advances in animal nutrition*. London: Butterworths. p.261.
- CASPER, D.P., SCHINGOETHE, D.J., YANG, C.M.J. et al. 1987. Protected methionine supplementation with an extruded blend of soybeans and soybean meal for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 70(2):321-28.
- CLARK, J.H., SPIRES, H.R., DERRIG, R.G. et al. 1977. Milk production, nitrogen utilization and glucose synthesis in lactating cows infused posturally with sodium caseinate and glucose. *J. Nutr.*, 107(4):631-44.
- CLARK, J.H., SPIRES, H.R., DAVIS, C.L. et al. 1978. Uptake and metabolism of nitrogenous components by the lactating mammary gland. *Fed. Proc.*, 37:1233-42.
- COELHO DA SILVA, J. F., LEÃO, M. I. 1979. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Piracicaba: Livro Ceres. 384p.
- COELHO, D.T., ROCHA, J.A.A. 1977. *Práticas de processamento de produtos animais*. Viçosa: UFV. 79p.
- DERRIG, R.G., CLARK, J.H., DAVIS, C.L. 1974. Effect of abomasal infusion of sodium caseinate on milk yield, nitrogen utilization and amino acid nutrition of the dairy cow. *J. Nutr.*, 104:151-59.
- GUINARD, J., RULQUIN, H. 1995. Effects of graded amounts of duodenal infusions of methionine on the mammary uptake of major milk precursors in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 78(10):2196-207.
- HOLMES, C.W., WILSON, C.F. 1990. *Produção de leite apasto*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 708p.
- KALIL, E. B. 1971. *Técnica Experimental com Animais*. São Paulo: Instituto de Zootecnia. 177p.
- KUNG, L., HUBBER, J.T., BERGEN, W.G. et al. 1984. Amino acids in plasma and duodenal digesta and plasma growth hormone in cows fed varying amounts of protein of differing degradability. *J. Dairy Sci.*, 67(11):2519-24.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1989. *Nutrients requirements of dairy cattle*. 6.ed. Washington, D.C. 157p.
- OVERTON, T.R., LACOUNT, D.W., CICELA, T.M. et al. 1996. Evaluation of a ruminally protected methionine product for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 79(4):631-38.
- PAPAS, A.M., SNIFFEN, C.J., MUSCATO, T.V. 1984. Effectiveness of rumen-protected methionine for delivering methionine posturally and ruminally in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 67(3):545-52.
- PATTERSON, H.D., LUCAS, H.L. 1962. *Change-over designs*. North Carolina: Agriculture Experimental Station. 53p.
- PIEPENBRINK, M.S., OVERTON, T.R., CLACK, J.H. 1996. Response of cows fed a low crude protein diet to ruminally protected methionine and lysine. *J. Dairy Sci.*, 79(9):1638-46.
- PISULEWSKI, P.M., RULQUIN, H., PEYRAUD, J.L. et al. 1996. Lactational and systemic responses of dairy cows to postural infusions of increasing amounts of methionine. *J. Dairy Sci.*, 79(10):1781-91.
- POLAN, C.E., CUMMINS, K.A., SNIFFEN, C.J. et al. 1991. Response of dairy cows to supplemental rumen-protected forms of methionine and lysine. *J. Dairy Sci.*, 74(9):2997-3013.
- ROBERT, J.C., SLOAN, B.K. 1994. The effect of supplementation of corn silage plus soybean meal diets with rumen protected methionine on the lactational performance of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 77(suppl. 1):92.
- ROGERS, J.A., CLARK, J.H., DRENDEL, T.R. et al. 1984. Milk production and nitrogen utilization by dairy cows infused posturally with sodium caseinate, soybean meal, or cottonseed meal. *J. Dairy Sci.*, 67(9):1928-35.
- ROGERS, J.A., KRISHNAMOORTHY, U., SNIFFEN, C.J. 1987. Plasma amino acids and milk protein production by cows fed rumen-protected methionine and lysine. *J. Dairy Sci.*, 70(4):789-98.
- ROGERS, J.A., PEIRCE-SANDNER, S.B., PAPAS, A.M. et al. 1989. Production response of dairy cows fed various amounts of rumen-protected methionine and lysine. *J. Dairy Sci.*, 72:1800-17.
- RODRIGUEZ, N.M. Exigência em aminoácidos para vacas de alta produção. In: SIMPÓSIO LATINO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 1996, Campinas. *Anais...* Campinas, 1996. p.102-37.
- RULQUIN, H., PSULEWISKI, P.M., VÉRITÉ, R. et al. 1993. Milk production and composition as a function of postural lysine and methionine supply: a nutrient response approach. *Livest. Prod. Sci.*, 37:69-90.
- RULQUIN, H., DELABY, L. 1994. Lactational response of dairy cows to graded amounts of rumen-protected methionine. *J. Dairy Sci.*, 72(suppl. 1):91.
- SALTER, D.N. et al. 1979. The origin of nitrogen incorporated into compounds in the rumen bacteria of steers given protein and urea containing diets. *Br. J. Nutr.*, 41(1):197-209.
- SANCANARI, J.B.D., EZEQUIEL, J.M.B., GALATI, R.L. et al. Degradabilidade ruminal de diferentes fontes de metionina. (trabalho em andamento).
- SCHWAB, C.G., SATTER, L.D., CLAY, A.B. 1976. Response of lactating cows to abomasal infusion of amino acids. *J. Dairy Sci.*, 59:1254-70.
- SCHWAB, C.G., BOZAK, C.K., WHITEHOUSE, N.L. et al. 1992. Amino acid limitation and flow to duodenum at four stages of lactation. 1. Sequence of lysine and methionine limitation. *J. Dairy Sci.*, 75(12):3486-502.
- SCHWAB, C.G., BOZAK, C.K., WHITEHOUSE, N.L. 1996. Rumen-protected amino acids for dairy cattle: progress towards determining lysine and methionine requirements. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 59:87-101.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: UFV. 166p.
- STERN, M.D., SANTOS, K.A., SATTER, L.D. 1985. Protein degradation in rumen and amino acid absorption in small intestine of lactating dairy cattle fed heated-treated whole soya beans. *J. Dairy Sci.*, 68(1):45-56.

Recebido em: 25/08/99

Aceito em: 19/11/00