

José Antunes Afonso de Almeida

**PARTICULARIDADES DA NUTRIÇÃO ENERGÉTICA E  
AZOTADA DA VACA LEITEIRA DE ELEVADA PRODUÇÃO**

Por imposição do Conselho Científico da Universidade de Évora, este trabalho foi expressamente elaborado a fim de dar cumprimento ao estipulado na alínea b), nº 3, artº 8º do Decreto-Lei nº 388/70, de 18 de Agosto.

ÉVORA  
1986



1 . INTRODUÇÃO . . . . .	1
2 . INGESTÃO VOLUNTÁRIA DE ALIMENTOS . . . . .	5
2.1.Factores de variação . . . . .	5
2.1.1.Peso vivo . . . . .	6
2.1.2.Nível de produção . . . . .	6
2.2.Particularidades da ingestão no período crítico da lactação . .	8
3 . CAPACIDADE DIGESTIVA . . . . .	10
3.1.Influência do nível de produção de leite e do estado fisiológico	10
3.2.Influência da proporção de concentrado na ração e no nível de ingestão . . . . .	10
3.3.Digestão no rúmen e intestino . . . . .	14
3.3.1.Proporção molar dos AGV formados no rúmen . . . . .	15
4 . PARTICULARIDADES DO METABOLISMO ENERGÉTICO . . . . .	18
4.1.Influência do nível de produção de leite e dos factores alimen- tares sobre a mobilização das reservas corporais no início da lactação . . . . .	18
4.1.1.Utilização das reservas mobilizadas. . . . .	19
4.1.2.Aspectos metabólicos . . . . .	20
4.2.Influência do nível de produção de leite e da composição da ração sobre a repartição da energia durante a lactação . . . . .	29
4.2.1.Repartição da energia entre o leite e as reservas corporais. .	30
5 . PARTICULARIDADES DO METABOLISMO AZOTADO . . . . .	34
5.1.Metabolismo do N no retículo-rumen . . . . .	35
5.1.1.Degradação do azoto . . . . .	35
5.1.2.Síntese proteica microbiana . . . . .	35
5.2.Contribuição da síntese proteica microbiana para satisfação das necessidades da VLEP . . . . .	37
5.3.Desordens metabólicas associadas à ingestão de NDR em excesso .	39
5.4.Equilíbrio em ácidos aminados e produção de leite . . . . .	39
5.5.Nutrição proteica da vaca em balanço energético negativo . . . .	41
6 . SATISFAÇÃO DAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS E PROTEICAS DA VACA LEITEIRA DE ELEVADA PRODUÇÃO . . . . .	42
6.1.Contribuição da erva e das forragens conservadas . . . . .	42

6.1.1.Ingestão de energia da pastagem . . . . .	44
6.1.2.Ingestão de energia de forragens conservadas . . . . .	45
6.1.3.Participação das forragens na satisfação das necessidades azotadas da VLEP . . . . .	46
7. IMPORTÂNCIA DA VACA LEITEIRA DE ELEVADA PRODUÇÃO NOS SISTE- MAS DE PRODUÇÃO DE LEITE . . . . .	49

## ABREVIATURAS

AA -Ácidos aminados	VLEP-Vaca leiteira de elevada produção
ACTH -Hormona adrenocorticotrófica	
AG -Ácidos gordos	VLMP-Vaca leiteira de média produção
AGNE -Ácidos gordos não esterificados	
AGV -Ácidos gordos voláteis	
ATP -Trifosfato de adenosina	
C2 -Ácido acético	
C3 -Ácido propiônico	
C4 -Ácido butírico	
CEE -Comunidade Económica Europeia	
E -Energia	
EB -Energia bruta	
ED -Energia digestível	
ED <sub>r</sub> -Energia digestível no rúmen	
ED <sub>t</sub> -Energia digestível total	
EL -Energia limpa	
EM -Energia metabolizável	
HC -Hormona do crescimento	
MAD-F -"Modified Acid Detergent Fiber"	
MJ -Mega-joules	
MO -Matéria orgânica	
MOD -Matéria orgânica digestível	
MOF <sub>r</sub> -Matéria orgânica fermentável no rúmen	
MS -Matéria seca	
N -Azoto	
NDR -Azoto degradável no rúmen	
PAND -Proteína alimentar não degradável no rúmen	
PB -Proteína bruta	
PDI -Proteína digestível no intestino	
PDR -Proteína degradável no rúmen	
PV -Peso vivo	
SNG -Sólidos não gordos	
TB -Teor butiroso	
TDN -Nutrientes digestíveis totais	
TG -Triglicéridos	
UFL -Unidades forrageiras leite	

## 1 . INTRODUÇÃO

O melhoramento genético, a organização da reprodução e uma maior compreensão da fisiologia da nutrição, permitiram aumentar sensivelmente o potencial produtivo dos rebanhos leiteiros (Fig.1). Em 1980 produziu-se nos EUA a mesma quantidade de leite que em 1956, mas com metade do número de vacas: a média de produção subiu de 2.600 Kg para 5.200 Kg por vaca e por ano. Também nos países europeus se observou um fenómeno idêntico (Fig.2).

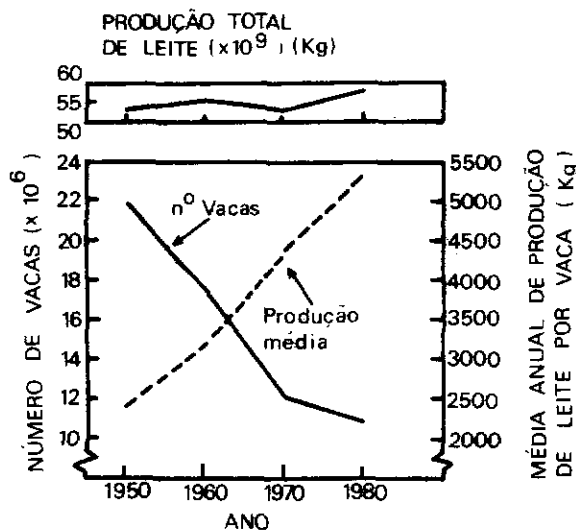


FIG.1- Número de vacas e produção de leite (por vaca e total) nos EUA (CLARK e DAVIS, 1983).

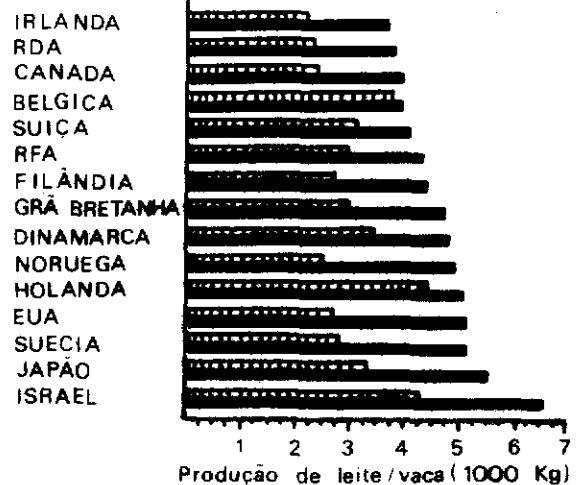


FIG.2- Produção de leite em alguns países entre 1956 (hachurado) e 1979 (sólido) (DUNKLEY e PELISSIER, 1981).

Em certos países (Israel, EUA e Holanda, principalmente) a média produtiva já ultrapassou, em muitas explorações, os 9.000 Kg/vaca/ano e não será demasiado optimista pensar que até ao ano 2000 se observem aumentos da ordem dos 25-30%.

A corrida às "performances" justifica-se pelo facto de as necessidades de manutenção (que constituem de certa forma um custo fixo) terem a sua parte relativa diminuída no conjunto das necessidades: a quantidade de elementos nutritivos requeridos por Kg de leite diminuiu com o aumento da produção (Fig.3). Em 1952, HAMMOND reviu os limites fisiológicos à produção animal. Referiu então que, com os principais melhoramentos na eficiência produtiva, os alarmistas expressaram preocupação pelo facto de tais práticas

poderem "puxar" excessivamente a vaca, comprometendo assim o seu estado sanitário e a duração da sua vida produtiva. HAMMOND (1952) não partilhou de tais preocupações, e os desenvolvimentos observados nas últimas décadas confirmaram tais despreocupações: o melhoramento das práticas reprodutivas, alimentares e higio-sanitárias permitiram explorar o melhoramento genético no domínio da produção de leite, aumentando simultaneamente a capacidade reprodutiva e a longevidade produtiva. Beecher Arlinda Ellen (25.300 Kg leite/365 dias) e Maplegrand Rockman Meadow (24.152 Kg leite/360 dias) constituem, (muito embora uma excepção actual), demonstrações antecipadas de quanto se pode percorrer num futuro próximo no domínio da produtividade da vaca leiteira, sem criação de problemas sanitários e reprodutivos.

Quais são, no entanto, as características inerentes aos animais de elevada produção? Porque, e como, conseguiu Beecher Arlinda Ellen produzir mais de 25.000 Kg de leite num ano enquanto que muitas das suas contemporâneas, da mesma raça, não atingiram 20% daquele nível, mesmo bem alimentadas (SAUVANT e JOURNET, 1983) ?

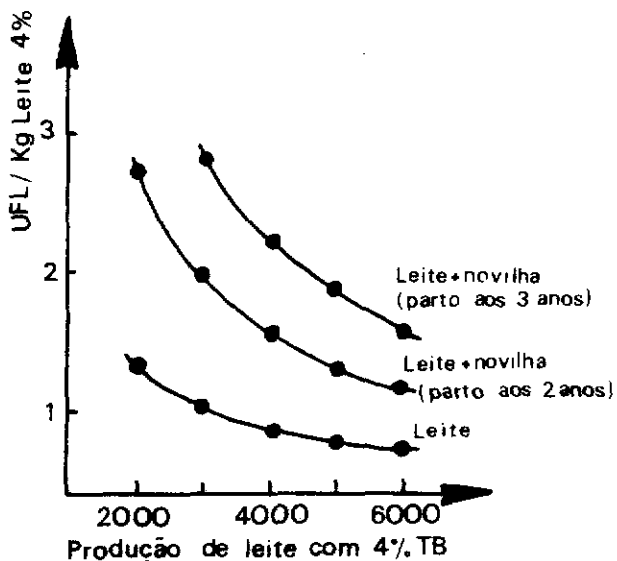


FIG.3- Variações das necessidades energéticas/Kg leite, em função do nível de produção e tendo em conta o crescimento (SAUVANT e JOURNET, 1983).

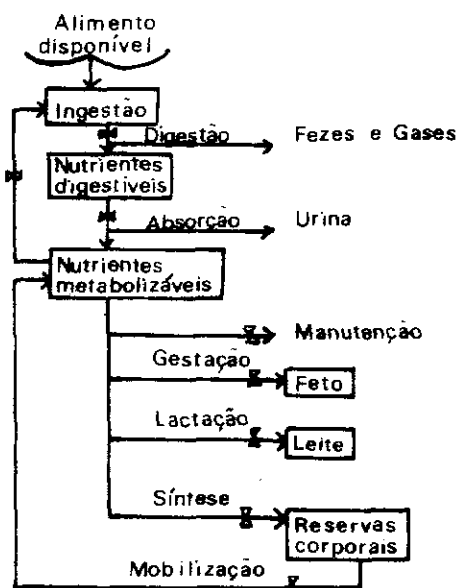


FIG.4- Partição de nutrientes na vaca em lactação (ASSIS, 1982).

O organismo duma vaca leiteira de elevada produção constitui um sistema subdivisível em sub-sistemas (órgãos, tecidos) associados entre si por equilíbrios endócrinos, fluxos de nutrientes... (Fig.4) e em que o parto representa o acto iniciador de uma revolução metabólica e hormonal profunda. Fileiras metabólicas muito diversas são aceleradas de forma brutal e quase simultânea, para conduzir à produção de leite. Estas alterações orquestradas para as prioridades de um estado fisiológico ("homeorhesis" ou "teleorhesis") processam-se no quadro de um já difícil, e por vezes instável, equilíbrio fisiológico (homeostasis) que visa a manutenção de condições constantes do meio ambiente interno indispensáveis à sobrevivência da unidade funcional total. A eficácia dos fenómenos de "homeorhesis" relacionados com a produção de leite, está relacionada com a natureza e a quantidade de nutrientes ou dos elementos implicados nesta produção (Fig.5). Os aspectos qua-

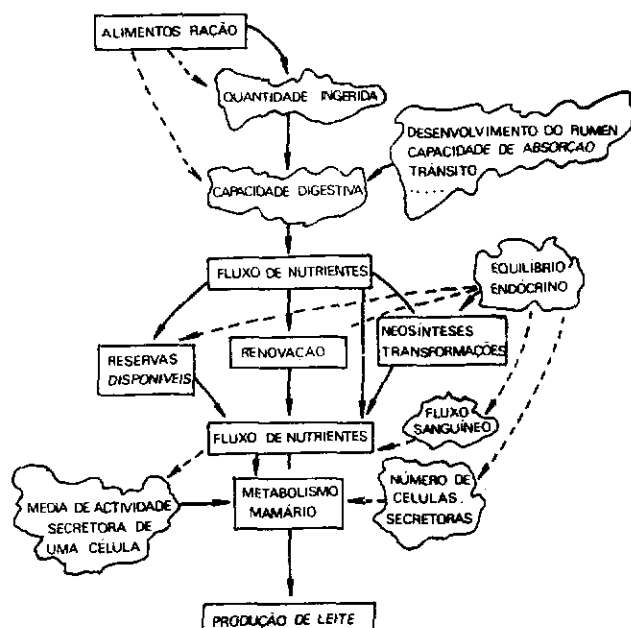


FIG.5-Possíveis factores limitantes da produção leiteira (SAUVANT e JOURNET,1983).

litativos e quantitativos estão dependentes dos suprimentos instantâneos exógenos(alimentares) e endógenos(mobilização das reservas),eles próprios sensíveis ao factor tempo:"efeito residual" que desacelera a velocidade de adaptação do organismo (exemplo do desfasamento entre aumento da produ-

ção de leite e aumento da ingestão voluntária na primeira fase da lactação) ou "efeito de pendulo" segundo o qual um mecanismo compensador se encontra em acção com uma amplitude excessiva, relativamente à sua finalidade metabólica (uma deposição corporal importante de lípidos antes do parto leva a um acréscimo na sua mobilização no "post-partum"). Este duplo fenómeno, de simultaneidade e de cronologia, complica-se ainda mais em função das inter-relações metabólicas e de manutenção obrigatória da homeostase. Se as prioridades metabólicas, daí resultantes, são a tradução da boa adaptação da espécie às suas condições de meio, elas constituem paradoxalmente, riscos patológicos, pelo menos no caso das vacas leiteiras de elevada produção (VLEP).

A definição de VLEP é subjectiva e susceptível de variar de país para país em função da produção média de leite dos efectivos leiteiros. SWAN (1979) referiu que produções de 6.000 Kg leite/vaca são actualmente normais na Inglaterra, e que uma VLEP deverá produzir 8.000 Kg, ou mais, em 305 dias de lactação. Já para os autores Franceses (JOURNET e RÉMOND, 1978) uma VLEP será a que atinge os 30 Kg leite no pico da lactação ( $\geq 6.000$  Kg leite/ano). ABREU e VIDAL (1981) atribuíram elevado mérito genético a vacas leiteiras que produziram, em Portugal, 4.000 Kg leite/ano !



## 2 . INGESTÃO VOLUNTÁRIA DE ALIMENTOS

A ingestão de alimento, especialmente na primeira fase da lactação, apresenta um factor limitante importante à expressão do potencial produtivo, embora nas ultteriores fases possa ser excessiva (Fig.6).

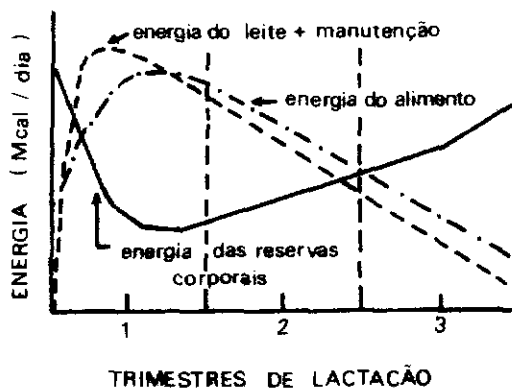


FIG.6-Relação entre energia ingerida, mobilizada e utilizada para manutenção e produção de leite na VLEP (COPPOCK, 1985).

A limitação da ingestão nas VLEP impõe, a este tipo de animal, um enorme desequilíbrio energético na primeira fase da lactação e limita a utilização de alimentos energeticamente menos densos (e mais baratos). Entre 20 e 40 Kg de leite com 4% TB as necessidades energéticas e proteicas aumentam 70% enquanto que a capacidade de ingestão de MS aumenta apenas 30%. O apetite é regulado por mecanismos físicos e metabólicos (fisiológicos) que não serão aqui considerados. Revisões recentes sobre a matéria foram realizadas por BAILE e DELLA-FERA (1981); FORBES (1978) BINES (1979) e CONRAD et al. , (1964), entre outros.

### 2.1. Factores de variação

São inúmeros os factores que influenciam a ingestão voluntária: factores ligados ao animal, ligados ao alimento (BINES, 1979; JOURNET, 1983), factores de manejo e outros factores ambientais.

Quando as vacas recebem rações de natureza muito variada, as características da ração influenciam mais a ingestão voluntária que as características individuais das vacas (peso vivo, nível de produção, idade) e aquelas in

fluenciam, 3 a 4 vezes mais, a ingestão das forragens "ad libitum" quando a complementação é adaptada ao tipo da ração de base. Com uma mesma ração, as características de peso e de produção podem explicar 50% da variação na ingestão de MS: o tamanho da vaca é crítico na determinação do volume da cavidade abdominal, o qual limita a expansão volumétrica do rúmen durante a ingestão. Este factor diminui de importância quando se consideram dietas de elevada densidade energética (BINES, 1979). O peso corporal nem sempre é um bom indicador porque pode estar associado mais ao depósito de gordura intraabdominal (que limita aquela expansão) que com o tamanho.

2.1.1. Peso vivo - Com rações à base de forragem de média qualidade (feno e silagem de erva) a capacidade de ingestão aumenta 0,8 Kg MS/100 Kg PV. Com rações mais ingestíveis tal aumento é superior a 1,5 Kg (TROCCON et al., 1979). As vacas de maior tamanho valorizam melhor as forragens de boa qualidade pois podem produzir mais leite com a ração de base.

2.1.2. Nível de produção - Com forragem "ad libitum" e complementação normal em concentrados, a ingestão aumenta de 200 a 400 g MS/Kg leite com 4%TB. Nestas condições, a quantidade de forragem ingerida é constante (JOURNET, 1983). No caso do alimento concentrado ser administrado a nível constante, a ingestão de forragem aumenta tanto mais quanto melhor for a qualidade desta (Fig. 13). O sistema Inglês (MAFF, 1975) considera um incremento de 0,10 Kg na ingestão da MO/Kg leite a 4%TB. Tal valor parece subestimar o potencial da VLEP já que vários autores, para além dos citados, referem valores de 0,42 para as primeiras semanas de lactação (CURRAN et al., 1970). No entanto, quando a razão forragem:concentrado é mantida constante, os valores são mais baixos (0,09-0,14) (GRIEVE et al., 1976). É possível que, a longo termo, os coeficientes que relacionam a ingestão com a produção de leite sejam próximos das necessidades energéticas teóricas para a produção de leite, as quais, para um concentrado com metabolizabilidade de 0,7 seriam de 0,4 kg MS/Kg leite.

No fim da gestação, o nível de ingestão diminui à razão de 0,2 Kg MS/ /semana (JOURNET e REMOND,1976;CURRAN et al.,1970), sendo o declínio maior com elevadas proporções de concentrados (0,15 a 1,0 Kg MS/semana) quando a proporção de concentrado aumenta de 25% para 70% (COPPOCK et al.,1972).

Tais aumentos de ingestão, em função da produção, não seriam suficientes para permitir a expressão do potencial das VLEP. JOURNET (1981) (Quadro 1)

QUADRO 1- Utilização máxima de forragens de boa qualidade (silagem de milho) por vacas leiteiras de elevada produção (JOURNET,1981).

Classes de níveis de produção	1	2	3
Leite 4%TB (Kg/305 dias)	5.875	6.330	6.740
Concentrado (Kg MS/305 dias)*	594	707	832
Silagem milho (T MS/305 dias)	3,0	3,0	3,1
Número de dias em pastoreio	99	99	99
Número de inseminações para obter uma fecundação	2,0	2,0	1,9
Vacas não fecundadas	0	1	0

\* Máximo de 5 Kg MS concentrado no pico da produção

observou um incremento médio de 170 g/Kg leite a 4%TB nas 8 primeiras semanas de lactação: as vacas com potencial de 36 Kg reduziram 6 Kg a sua produção máxima. O racionamento adoptado demonstra, contudo, a possibilidade de produzir quantidades elevadas de leite com quantidades apenas moderadas de concentrado (6.740 Kg leite em 300 dias, com 830 Kg MS concentrado).

Em pastoreio com erva em excesso, e de elevada digestibilidade (0,75), o aumento da ingestão corresponde a 200-300 g MOD/Kg leite 4%TB, o que equivale a 70% das necessidades energéticas suplementares (CURRAN e HOLMES,1970). HART (1979-citado por JOURNET,1983) encontrou valores mais elevados (300g MOD/ /Kg leite a 4%TB). Tais resultados mostram a possibilidade de explorar VLEP em pastoreio, sem distribuição excessivamente liberal de concentrados. Serã no entanto oportuno referir aqui que, as inúmeras limitações impostas à ingestão de erva pelas vacas em pastoreio (LEAVER,1981), a par com as necessi-

dades de intensificação das explorações (aumento do encabeçamento), pode limitar o potencial que a VLEP tem de aproveitar a erva de elevada digestibilidade.

## 2.2. Particularidades da ingestão no período crítico da lactação

Genêricamente, poderemos sumarizar assim as características da ingestão, no início da lactação (JOURNET, 1983) :

- a) É baixa, qualquer que seja o nível de produção. No entanto, SE AS NECESSIDADES AZOTADAS FOREM SATISFEITAS, a ingestão de MS aumenta mais de 300 g/Kg leite a 4%TB.
- b) Varia com a ingestibilidade da ração.
- c) Depende de forma muito estreita do peso vivo (importância do formato das VLEP).
- d) Aumenta após o parto e enquanto as vacas se mantiverem em balanço energético negativo. A duração de tal aumento depende assim da ingestibilidade da ração e do nível de produção (Fig.7).
- e) As quebras de ingestão, (>2 Kg MS) que se verificam nesta fase, são mais frequentes à 3ª semana (fermentações atípicas no rúmen devido a baixo pH), não correspondem ao período de mobilização máxima dos lípidos corporais, são contemporâneas das glicemias mínimas e acetoneias máximas, (Fig.8) e diminuem de frequência pela melhoria da nutrição azotada (JOURNET et al., 1983), que melhora a ingestão.

Para exteriorizar o potencial leiteiro da VLEP é assim indispensável garantir um rápido acréscimo na ingestão, durante as duas primeiras semanas da lactação, com rações de elevada ingestibilidade, fornecidas em refeições frequentes, e ter uma atenção especial sobre as necessidades em azoto, tanto dos microorganismos do rúmen como do animal (proteína total e equilíbrio em ácidos aminados). Seja como for, a predisposição das VLEP para perturbações metabólicas (esteatose, acetoneia) impõe a necessidade de um ma-

neio alimentar cuidadoso, visando a estimulação da digestão no rúmen (pH, N fermentescível) e o aumento da ingestão (fornecimento de nutrientes limitantes, ácidos aminados, substâncias glucoformadoras, controlo hormonal, selecção para elevada ingestão ...).

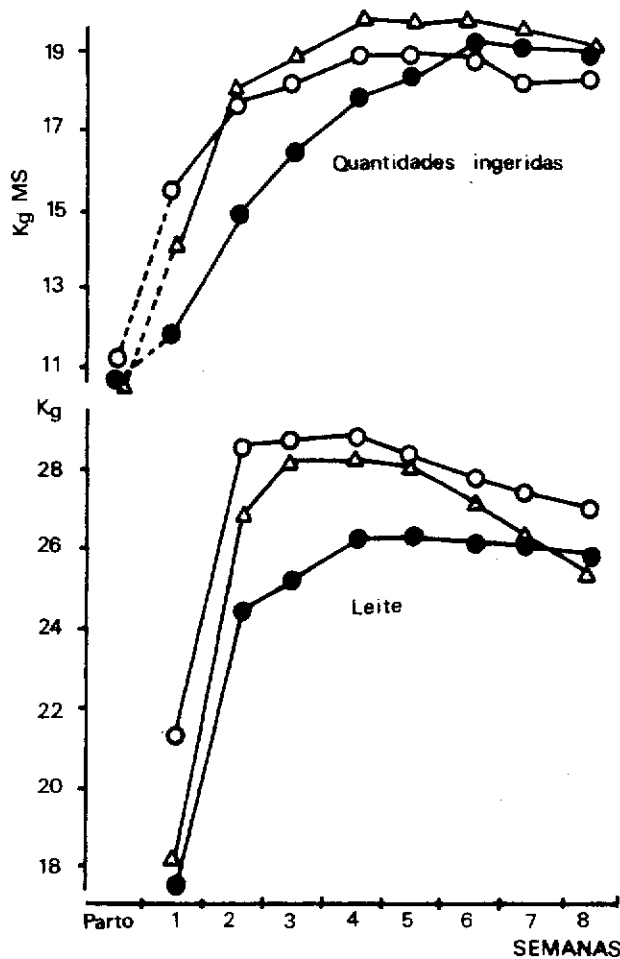


FIG.7-Curvas de ingestão após o parto e curvas correspondentes de produção de leite(plana-○;logarítmica-△ e linear-●) (JOURNET,1983).

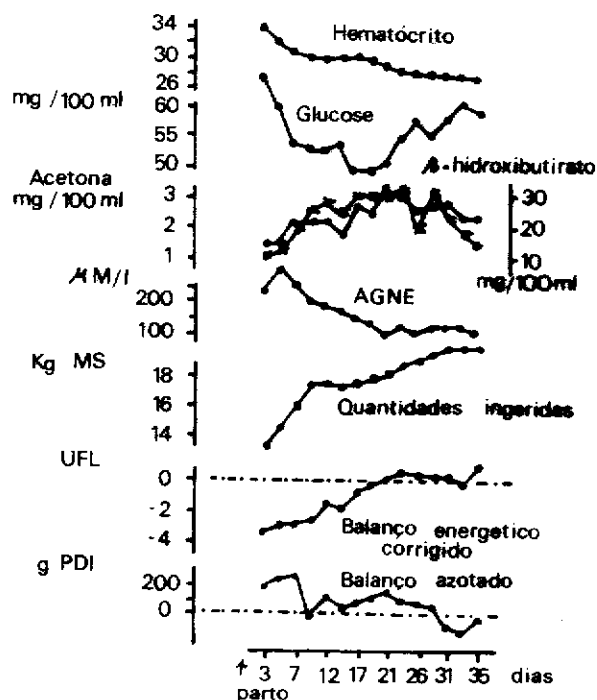


FIG.8-Evolução,durante os primeiros 35 dias de lactação,de alguns parâmetros sanguíneos relativamente aos balanços energéticos e proteicos (13 vacas). (JOURNET,1983).

O facto da Beecher Arlinda Ellen ter ingerido 6,8 Kg MS/100 Kg PV (26 Kg de feno + 24 Kg de concentrado/dia), sem perturbações metabólicas, e de serem necessários 3,6 Kg MS/100 Kg PV para a produção de 9.000 leite/ano, deixa antever a possibilidade de manipular a ingestão para elevadas produções, desde que se disponha de forragens com características de elevada ingestibilidade e digestibilidade (elevada percentagem de paredes celulares potencialmente digestíveis relativamente às totais, e de taxa de digestibilidade elevada).

### 3 . CAPACIDADE DIGESTIVA

Um grande esforço de pesquisa foi dedicado, por grande número de investigadores, à determinação dos factores que afectam a utilização digestiva da EB da dieta ingerida (BAUMAN et al., 1985).

#### 3.1. Influência do nível de produção de leite e do estado fisiológico.

Vários autores procuraram evidenciar relações positivas entre digestibilidade da dieta e produção de leite (BROSTER et al., 1981; HARB e CAMP-LING, 1982, entre outros). DOREAU e RÉMOND (1983) demonstraram a ausência de efeito do potencial leiteiro sobre a digestibilidade. Os efeitos que por vezes são referidos pelos autores devem-se mais ao efeito da ingestão, que é maior nas VLEP (ver em 3.2).

O estado fisiológico exerce, pelo contrário, um efeito significativo: a digestibilidade (particularmente da fibra) diminui nas primeiras semanas de lactação (FLATT et al., 1969; DOREAU e RÉMOND, 1982). Esta depressão poderia ser minimizada através de uma complementação azotada adequada da dieta (JOURNET e RÉMOND, 1978).

#### 3.2. Influência da proporção de concentrado na ração e do nível de ingestão.

A alimentação da VLEP caracteriza-se por uma elevada proporção de concentrados na dieta e por um elevado nível de ingestão. De um modo geral, a eficiência digestiva é menor na VLEP.

O nível de concentrados raramente se traduz num grande aumento da digestibilidade da dieta, se a forragem de base for de elevada digestibilidade (TYRREL e MOE, 1972). Para um mesmo nível de concentrado, um aumento do nível de ingestão determina uma quebra de digestibilidade da ração (Fig.9) (TYRREL e MOE, 1975), devido ao menor tempo de permanência no rúmen, e à utilização preferencial dos glúcidos solúveis pelos microorganismos nas dietas mais ricas em concentrados. Esta depressão ocorre, fundamentalmente, sobre os constituintes parietais das células vegetais. No entanto, o amido do

milho pode escapar em grande parte à digestão no rúmen (WHEELER e NOLLER, 1976) (Quadro 5).

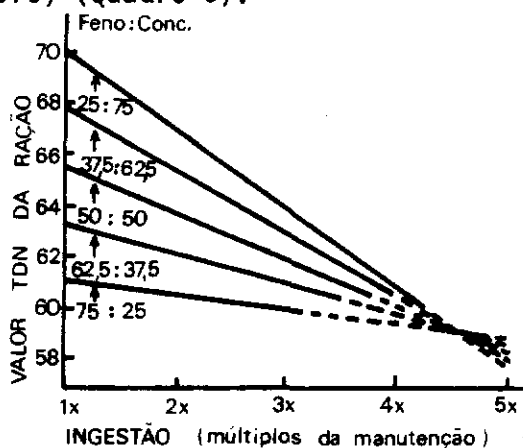


FIG.9-Influência do nível de concentração e de ingestão sobre a digestibilidade da dieta (TYRREL e MOE, 1975).

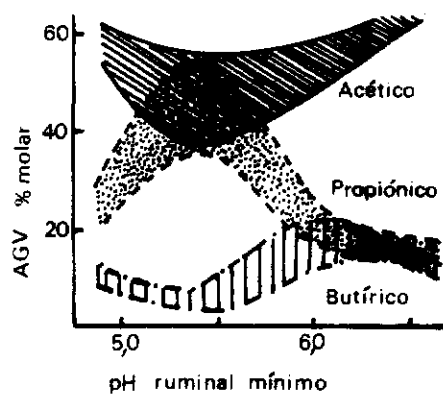


FIG.10-Relação geral entre pH mínimo no rúmen e proporções molares de AGV no rúmen (SUTTON, 1981).

No Quadro 2 representa-se a relação entre composição da ração e DMS (BROSTER et al., 1979). Tal como TYRREL e MOE (1975), aqueles observam que o declínio na digestibilidade, em função do nível de ingestão, é maior para dietas com baixo, do que com elevado, nível de forragem. Como corolário, o efeito da composição da ração é maior a baixos, que a elevados, níveis de ingestão (Fig. 9).

QUADRO 2- Resultados do efeito da composição da dieta e nível de ingestão sobre a digestibilidade da MS por 9 novilhas estéreis e 30 vacas em lactação (BROSTER et al., 1979).

Tipo de animal	Nível de ingestão (múltiplos da manutenção)	Relação concentrado : feno		
		60:40	75:25	90:10
Novilhas estéreis	1,0	0,75	0,78	0,78
Vacas em lactação	3,0	0,70	0,71	0,73
"	3,7	0,69	0,70	0,73
"	'ad libitum' *	0,68	0,72	0,75

(\*) 3,8; 3,9; 4,7 vezes a manutenção para as relações concentrado : feno 60:40, 75:25 e 90:10, respectivamente

Note-se que BROSTER et al. (1979) não observaram nenhuma depressão a elevados níveis de concentrado, talvez por terem usado cevada nas misturas. O milho promove uma depressão mais intensa (Quadro 5). Saliente-se, no entanto,

que a investigação conduzida em Shinfield (R.U.) (BINES et al.,1977; BINES e SUTTON,1978) demonstrou inequívocamente que,quando se fornece a vacas dietas de feno e concentrado à base de cevada com um nível de 17% de PB na ração total,o aumento no nível de ingestão acima de 3x manutenção não deprime a digestibilidade.No entanto,quando se administraram tais dietas a vacas secas a níveis de 1 ou 2x manutenção,a digestibilidade da MS foi bastante maior.O efeito positivo deve-se à melhoria da digestibilidade dos outros componentes da ração,e ao aumento da ingestão da forragem base. Este aumento da ingestão poderia ser devido a vários factores:aumento da digestibilidade,efeito indirecto por estimulação hormonal (HC) (aumento do fluxo de ácidos aminados ao nível do duodeno),ou ainda por estímulo dos AA suplementares sobre a mobilização das reservas lipídicas corporais que,aumentando o déficit energético,estimulariam a ingestão por via metabólica.

O aumento do nível alimentar reduz as perdas energéticas urinárias e sob a forma de metano,pelo que a depressão do valor em EM é menor,embora deva ser considerada (Quadro 3).

QUADRO 3-Influência da percentagem de concentrado e do nível alimentar sobre a diminuição do conteúdo em EM da dieta (VERMOREL,1978).

	Concentrado (%)		
	20	40	60
Interacção forragem:concentrado			
Forragem de boa qualidade	1%	2,5%	4%
Forragem de má qualidade	2%	4%	6%
Aumento de 1 unidade de nível alimentar	0,5%	1%	1,5%

As depressões na digestibilidade repercutem-se fundamentalmente sobre os constituintes parietais,o que pode ter consequências sobre a composição do leite dada a alteração que daí resulta sobre a proporção de metabolitos no rúmen (Quadro 4) (Figs.10 e 11).



QUADRO 4-Efeito da composição da dieta e nível de ingestão sobre a relação da proporção molar de acetato:propionato no rúmen de vacas em lactação (SUTTON et al.,1977).

Nível de ingestão (múltiplos da manutenção )	Relação concentrado:feno		
	60:40	75:25	90:10
	Acetato:Propionato		
3,0	4,2	2,9	2,0
3,7	3,1	2,0	1,8
ad libitum*	3,2	1,9	1,6

(\* ) aproximadamente 3,8;3,9 e 4,7 para as relações concentrado:feno 60:40,75:25 e 90:10 respectivamente.

DOREAU e RÉMOND (1983) referem,contudo,pouca variação na composição da mistura de AGV,e que a queda de digestão no rúmen é parcialmente compensada por um aumento da digestão no intestino (glúcidos não parietais).O declínio na EM da ração não é,no entanto,tão severo como o da digestibilidade, devido a menores perdas gasosas e urinárias.

Uma das consequências da ingestão de dietas de elevada densidade energética é a conhecida alteração de parâmetros ruminais (pH), que afectam a proporção molar dos AGV (Fig.10).Nestas condições a taxa de digestão da celulose diminui mais que a dos componentes mais digestíveis,e a síntese microbiana pode ser afectada.Dada a estreita ligação existente entre metabolitos produzidos no rúmen e síntese de componentes do leite (particularmente gordura)por um lado,e a partição de energia por outro,é de vital importância a manipulação da relação forragem:concentrado por forma a evitar tais problemas (Fig.12): o aumento na produção de leite com a substituição inicial de forragem por concentrado é devida,inicialmente,ao aumento na ingestão de energia numa zona em que predominam os factores físicos da regulação da ingestão,mas o ulterior aumento da produção,uma vez que a ingestão de energia se torna constante devida à dominância do controlo metabólico,reflecte a maior eficiência da produção total de leite,embora não da energia ou sólidos do leite.

A qualidade da forragem base é assim de fundamental importância pa-

ra a VLEP, já que ela condiciona a ingestão (Fig.13) e a manutenção de um facies metabólico ruminal indispensável a um suprimento equilibrado de nutrientes glucogênicos e lipogênicos para a glândula mamária (Quadro 6), con

QUADRO 5 -Influência do nível alimentar e da percentagem de concentrado sobre a digestibilidade de uma dieta rica em milho (WHEELER et al.,1975)

	Relação fibrosos:concentrados			
	75/25		30/70	
Estado fisiológico	Manutenção Lactação		Manutenção Lactação	
Nível alimentar	1,0	3,0	0,9	3,2
ED (%)	72,7	65,9	76,6	66,0
Digestib.amido(%)	96,8	84,7	96,8	87,3

QUADRO 6-Efeito das proporções molares de AGV sobre a energia glucogênica, expressa como percentagem (ØRSKOV,1980).

Proporções molares			
Ácido acético	Ácido propiónico	Ácido butírico	Energia glucogênica(%)
45	45	10	53
55	35	10	48
65	25	10	36
75	15	10	21

dição indispensável à prevenção de perturbações metabólicas , nomeadamente cetose e fígado gordo,frequentes em vacas leiteiras de elevada produção.

A variação na eficiência digestiva é uma limitação à eficiência da produção de leite,e poderá ser incrementada através de práticas de manipulação da digestão,particularmente ao nível do retículo-rumen ( aumento da quantidade e qualidade do N;adição de substâncias tamponizantes;processamento tecnológico dos alimentos,etc.).

### 3.3. Digestão no rúmen e intestino.

Os dados da bibliografia são muito variáveis e controversos e enfermam de dificuldades relativas às técnicas de medição ( méritos relativos das cânulas simples ou reentrantes,tipo de marcador de trânsito e microbi-

ano ,duração das colheitas de amostras...),55% a 75% da energia digestível é digerida no rúmen,sendo a proporção menor quando os concentrados se baseiam no milho (SUTTON,1985).HAGEMEISTER et al.(1979) não encontraram efeitos do nível de suplementação (entre 6 e 12 kg concentrado/d) sobre a digestão no rúmen ( $Y=0,70X-0,68;r=0,93;n=62$  -  $Y=ingest. MOF_r$  (kg) e  $X=ingest. MOD$  (kg)).

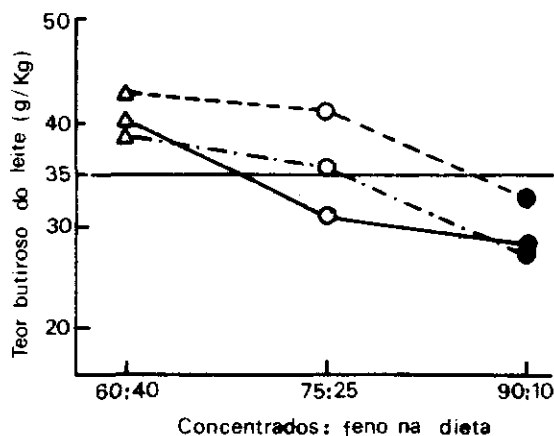


FIG.11-Efeito da composição da dieta e do nível alimentar sobre o teor butírico,(-)Ingestão ad libitum;(-.-.-) ingestão elevada;(-.-) ingestão moderada(BROSTER et al.,1981).

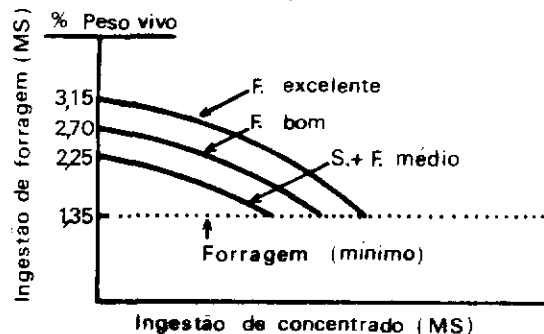
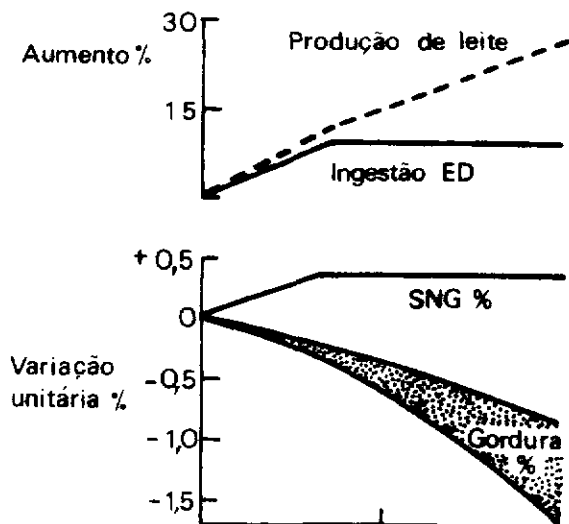


FIG.13-Ingestão voluntária máxima de fibrosos de várias qualidades e formas físicas,com diferentes consumos de concentrado(BATH e BENNETT,1980).



Feno %	50	35	20
MAD-F %	22	18	14
MAD-F %	20	14	8
(p. longa)			

FIG.12-Resposta,na ingestão,produção e composição do leite,à diminuição na razão feno:concentrado (SUTTON,1981).

Segundo SUTTON (1985),ã medida que aumenta a percentagem de concentrado,verifica-se uma diminuição naquele parâmetro: 0,02 unidades na razão  $ED_r : ED_t$  para cada 10% de diminuição do conteúdo em fibrosos,aumentando a participação do intestino na digestão (Quadro 5).

3.3.1.Proporção molar dos AGV formados no rúmen -Existe igualmente grande

controvérsia sobre este assunto, já que a proporção molar normalmente medida não traduz, geralmente, a taxa líquida de produção (medida pela técnica de diluição de isótopos radioactivos). Embora a administração de concentrados energéticos deprima a razão acetato:propionato no rúmen (Fig.10) (Quadro 7) (medido pela concentração molar daqueles ácidos no líquido), a verdade é que as medições dos mesmos, baseadas na técnica de diluição de AGV marcados infundidos no rúmen, não confirmam uma relação estreita entre produção de AGV e proporção molar na fase líquida (SUTTON, 1985).

Cabe aqui referir que, é possível que a depressão no teor butiroso do leite consequente à ingestão de dietas pobres em fibra seja devida à magnitude do aumento post-prandial na concentração de metabolitos e hormonas no sangue, bem como à interacção entre distribuição temporal do suprimento de nutrientes e actividade hormonal (os concentrados são geralmente fornecidos 2x/d, e a sua distribuição em várias refeições ao longo do dia alivia aquela depressão).

QUADRO 7- Características da digestão de vários tipos de dietas (THOMAS e ROOK, 1981).

Tipo de dieta e condições de alimentação	Fibrosos: só ou em elevada %		Cereal e fibrosos, ou só cereal	
	Forragem de qualidade baixa ou moderada.	Forragem de elevada qualidade, especialmente a elevados níveis de ingestão.	Nível de ingestão moderado, ou ocasionalmente elevado. (Também em dietas ricas em polpas de beterraba).	Nível de ingestão moído, especialmente quando a forragem é de elevada qualidade, mas moída fina.
Tipo de fermentação	Altamente acética (C2>68%)	Acética (C2=64-68%)	Butírica (C4>18%)	Propiônica (C3=25-33%)
pH	6,3-7,0		5,7-6,8	5,1-6,6
"Turnover"(h <sup>-1</sup> )	5-12		5-10	2-7
"Microbiota"	Elevada % de gestores de fibra: B. succinog. R. albus R. flavifac. Metanogêni.	Elevada % de gestores de fibra: com Bacteroid, Selenom. e Butiriv. (por vezes muitos protozo. ciliados)	Variável, semelhante à anterior, mas com maior nº de lactob. e produtores de C3. Poucos protozo. e Butirivi.	Similar à anterior com maior nº de produtores de propion. e lactobac.. Baixo nº de protoz. ou em número. to
Digestão	Elevada taxa de produção e de digestão da celulose. Hidrogenação virtualmente completa dos AG polinsaturados.	Elevada taxa de produção de CH4 e de digestão da celulose. Hidrogenação virtualmente completa dos AG polinsaturados.	Igual à anterior + extensa hidrogenação dos AG polinsaturados.	Baixa taxa de produção de CH4 e de digestão da celulose. Fraca hidrogenação dos polinsaturados.
Efic. da sínt. microbiana (gPB/100gMOf <sub>r</sub> )	Elevada : 19-23		Variável: 5-20	13-20
% energia sob forma de AGV	Maior parte			
Relação C2:C3	Elevada		Inferior à anterior	Inferior à anterior

#### 4. PARTICULARIDADES DO METABOLISMO ENERGÉTICO

A eficiência parcial das funções metabólicas (síntese do leite, dos componentes tecidulares, dos tecidos para o leite, gestação) é pouco variável, e dificilmente manipulável (MOE e TYRREL, 1975). O mesmo se não poderá dizer da eficiência produtiva encarada como "exportação" de energia para o leite por unidade de EM disponível para a sua produção.

##### 4.1. Influência do nível de produção de leite, e dos factores alimentares, sobre a mobilização das reservas corporais no início da lactação.

O aumento na ingestão voluntária, que geralmente acompanha o aumento do nível de produção, não compensa geralmente este aumento, e o "déficit" energético vai-se acentuando (Fig. 14), o que pode conduzir à incapacidade da VLEP exteriorizar totalmente o elevado potencial secretor mamário. Aliás, a um aumento na ingestão a VLEP responde com um aumento na produção de leite no pico da lactação, sem melhorar o desequilíbrio energético.

A capacidade de reagir ao "déficit" alimentar, através do aumento da mobilização das reservas (perda de peso), é uma das características da VLEP (JOURNET e RÉMOND, 1978). Em vacas Holstein-Frísea as reservas mobilizáveis seriam de 90 kg de lípidos e 15 kg de proteínas (ROBELIN e CHILLIARD, citados por CHILLIARD et al., 1983), valores semelhantes aos referidos por BATH et al. (1965). As quantidades mobilizadas no início da lactação variam em função do nível alimentar e do potencial produtivo dos animais. Para além da intensidade, também o período de mobilização é maior nas VLEP (CHILLIARD et al., 1983).

A amplitude máxima das variações na massa de proteínas corporais seria de 15 a 25 kg (BOTTS et al., 1979). Existe uma correlação positiva entre balanço azotado e energético (VAN ES e BOEKHOLT, 1976), sendo o primeiro negativo a partir de "déficits" energéticos da ordem dos -5 Mcal./d (durante as primeiras semanas de lactação). VERMOREL et al. (1982) observaram situações semelhantes, mas para balanços energéticos de -10 Mcal./d, quando as di

etas eram ricas em N.

Quando as dietas não são adequadas, as VLEP podem mobilizar mais de 2 kg de lípidos/d (>20 Mcal./d): REID e ROBB (1971) calcularam que a vaca Lorna estudada por FLATT et al. (1965) perdeu 152 kg de PV durante os 3 primeiros meses de lactação, sendo 122 kg de lípidos, 11 kg de proteínas e 20 kg de água. Os balanços negativos podem atingir, na VLEP, 7 kg de lípidos, 3 kg de glucose, 330 g de AA e 7 g de cálcio, por dia (MEPHAM, 1982).

Enquanto que a VLEP pode produzir mais de 1000 Kg de leite a partir das reservas lipídicas corporais, as reservas proteicas não permitem senão a produção de 120 kg (KAUFMANN, 1979).

4.1.1. Utilização das reservas mobilizadas. - A energia mobilizada é utilizada para a produção de leite com um rendimento de 80%. Cálculos directos (Qua.8) permitem avaliar que, as VLEP (35Kg), bem alimentadas, produzem o equivalente energético de aproximadamente 400 kg de leite com 4% TB a partir das reservas corporais, no início da lactação (25 a 30% do leite produzido durante as 6 primeiras semanas), contra 150 kg nas VLMP (20 kg).

A longo termo, uma mobilização excessiva das reservas (particularmente de proteínas) pode ter consequências nefastas no plano metabólico e reprodutivo (BADINAND, 1983).

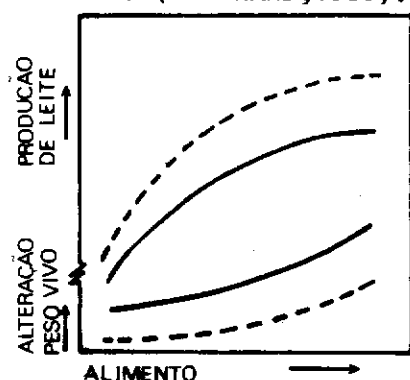


FIG.14-Modelo simplificado para descrever as relações entre alimento, leite e peso vivo, em vacas leiteiras, de acordo com a resposta ao nível de ingestão (BROSTER, 1976)

QUADRO 8- Variações na contribuição das reservas corporais para a energia segregada para o leite, em função do nível de produção e da fase de lactação (VERMOREL, 1982).

Nível de produção (Kg de leite a 4%TB)	Fase da lactação (d)	Energia do leite proveniente das reservas corporais (%)
25	15	30
	32	60
40	15	48
	32	35

4.1.2. -Aspectos metabólicos.-Existe pouca informação relativa à influência do nível de produção de leite sobre o metabolismo, embora uma grande diversidade de investigadores se tenha debruçado sobre a influência do estado fisiológico e do regime alimentar. No Qua.9 representam-se os principais fenômenos de homeorhese envolvidos na manutenção da lactação.

QUADRO 9- Lista parcial das alterações metabólicas associadas à lactogenese nos ruminantes (BAUMAN e CURRIE,1980)

Função fisiológica	Alteração metabólica	Tecido implicado
Síntese do leite	Utilização de nutri.↑	Gl. mamária
Metab. lipídico	Lipolise↑, lipogé.↓ Cetogé., lipotropia, e esteatose↑	Tec. adiposo Fígado
Metab. glucídico	Neoglucog. e gluco- genólise↑ Utiliz. da glucose↓ e dos lípidos↑	Fígado Diferentes tecidos
Metab. proteico	Mobil.reservas prot.↑ Abs. e mobil. Ca↑ Metab. vitam. D↑	Músculo e outros tec. Fígado, rim, intes- tino e osso

### Tecido adiposo

A mobilização das reservas corporais resulta da acção combinada de várias hormonas (Figs. 15 e 16).

AG=Ác.gordos      AGNE=Ác. gordos não esterificados  
TG=Trigliceridos      LipaseSH=Lipase sensível às hormonas

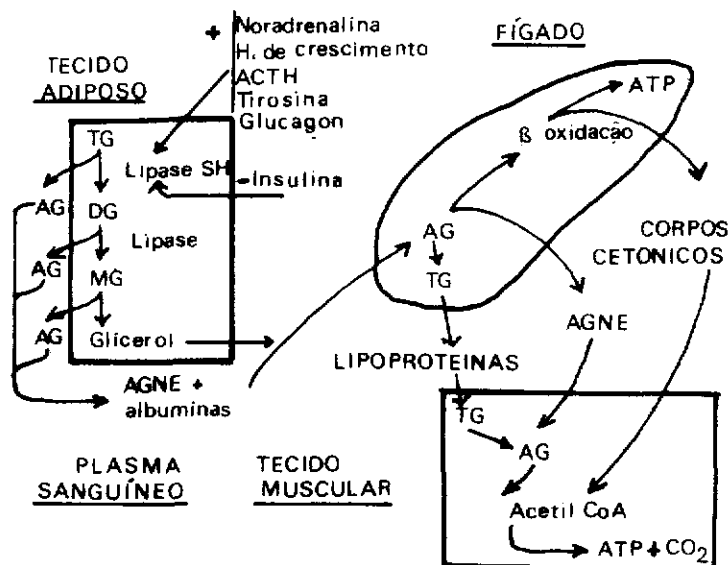


FIG.15-Esquema da mobilização, transporte e utilização dos ácidos gordos dos lípidos de reserva (VERMOREL,1981).



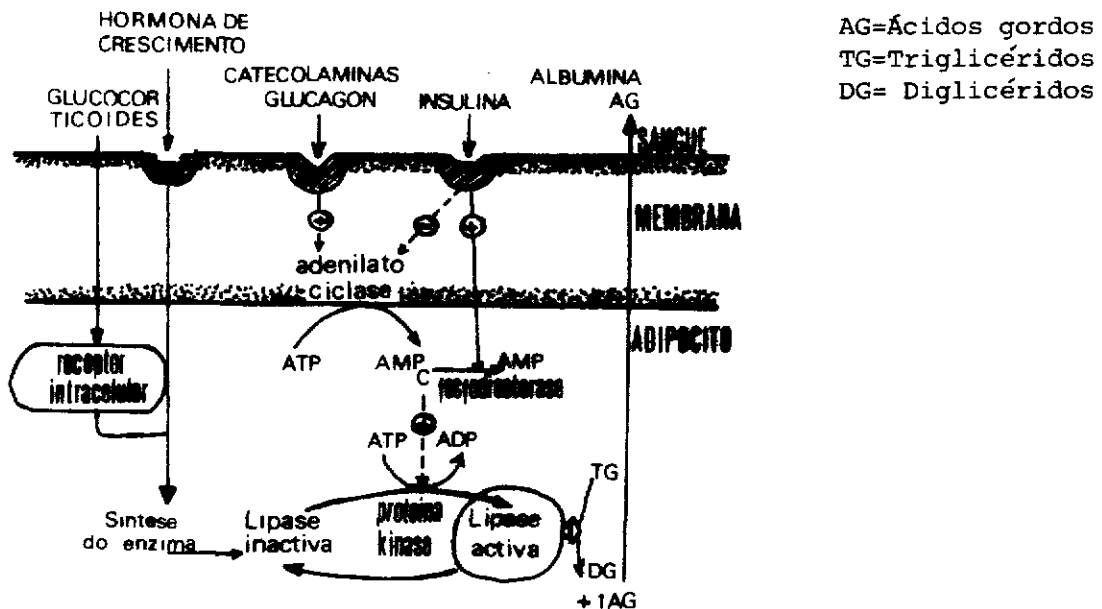


FIG.16-Regulação hormonal da lipólise, nos tecidos adiposos, pela activação, ou síntese, da lipase hormono-sensível (REMESY et al., 1984).

A concentração hemática da hormona do crescimento aumenta, e a da insulina diminui, no início da lactação (KRONFELD, 1982). O aumento da relação HC:insul., associado à diminuição da actividade (ou nº?) dos receptores sensíveis à insulina no tecido adiposo, representam um dos principais mecanismos de homeorhese que, no quadro da homeostase, assegura um adequado suprimento de nutrientes para a gl. mamária, no início da lactação.

### Fígado

Os ácidos gordos não esterificados (AGNE), resultantes da lipomobilização, são: oxidados em  $CO_2$ , oxidados em acetato ou em corpos cetónicos reciclados, esterificados em TG (que podem acumular-se no fígado) e reciclados (lipoproteínas sanguíneas) (REMESY et al., 1984) (Fig.17).

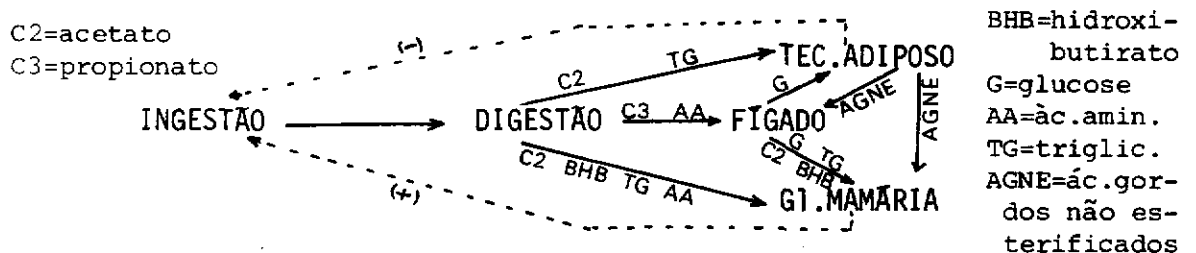


FIG.17-Principais fluxos de nutrientes no ruminante leiteiro

Para um mesmo nível de lipomobilização aquelas vias variam em função das interacções entre os metabolismos lipídico, glucídico e proteico, e segun

do a natureza e quantidade de nutrientes absorvidos, ou exportados para a glândula mamária:

a) Esteatose. O nível de lípidos no fígado no início da lactação aumenta com o nível médio de produção (REID, 1980). No entanto, animais do mesmo nível de produção apresentam graus variáveis de esteatose (REID et al., 1979), o que poderá ser resultante de variáveis intensidades de lipomobilização. As VLEP poderiam apresentar maior frequência de carências em factores lipotróficos (que favorecem a reciclagem dos AG em lipoproteínas) (colina, metionina...). A metionina limita quer a síntese de apoproteína quer a de fosfolípidos (esta através da sua acção como dadora de agrupamentos metilo na síntese da fosfatidilcolina). A acção benéfica da adição de metionina à dieta, sobre a produção de leite, seria, contudo, devida ao aumento da síntese de lípidos no rumen (OLDHAM, 1981). Seja como for, a hipotrigliceridemia no início da lactação poderia resultar, simultaneamente, da forte captação mamária, e da insuficiência relativa da reciclagem hepática (via lipoproteínas) dos AGNE mobilizados.

Embora a esteatose possa provocar disfunção hepática, e quebra na produção de leite, PERKINS et al. (1983) observaram que VLEP, gordas na altura do parto, e com 27% de lípidos (% MS) no fígado na 2ª semana da lactação, produziram 39 kg de leite durante o 2º mês, sem perturbações reprodutivas. Será oportuno referir aqui que KUNZ e BLUM (1985) observaram melhor homeostase, menor mobilização de gordura corporal, e menor cetogénese, em vacas submetidas a menor ingestão de energia (relativamente às necessidades teóricas), durante o período seco, que vacas alimentadas "ad libitum". GARNSWORTHY e TOPPS (1982) demonstraram que vacas com baixo índice de condição corporal à altura do parto (1,5-2) produzem mais leite directamente a partir do alimento atingem o equilíbrio energético mais cedo e foram biologicamente mais eficientes durante a lactação total que vacas com melhor condição corporal.

b) Cetogênese. Embora este síndrome só se observe em presença de intensa lipomobilização, o seu nível parece ser determinado fundamentalmente pela disponibilidade em oxaloacetato mitocondrial, o qual tende a decrescer com a intensificação da neoglucogênese hepática (secreção de lactose pela glândula mamária), e varia em função da disponibilidade em nutrientes glucóforos (RADLOFF et al., 1966).

A coexistência, nas VLEP, de intensa lipomobilização e de elevadas necessidades em glucose no pico da lactação (3 kg/d para 40 kg leite/d), predispõe este tipo de animal a uma cetogênese intensa. Contudo, KRONFELD (1982) refere que determinados regimes alimentares (ricos em amido), que favorecem a produção de leite, não fornecem bastantes nutrientes lipogênicos e exigem lipomobilização acrescida a qual recrudesce a cetogênese (cetose espontânea de pleora).

Estes síndromas devem ser encarados como consequência do tubo digestivo não fornecer nutrientes glucogênicos e lipogênicos em quantidades e proporções adequadas às exigências da gl. mamária, e da sobrecarga do fígado. A adição de gorduras protegidas (naturalmente ou artificialmente) poderia aliviar estes problemas metabólicos na VLEP (a gl. mamária utiliza preferencialmente o acetato como fonte de energia relativamente à síntese de gordura para o leite - BALDWIN et al., 1985).

c) Neoglucogênese. Embora não exista aparentemente informação relativa à influência do nível de produção de leite sobre a intensidade da neoglucogênese hepática, é provável que a mesma seja exacerbada na VLEP (Qua. 10). No entanto, as correlações inter-animais negativas, por vezes observadas, entre glicemia e nível de produção de leite (CHILLIARD et al., 1983), parecem querer sugerir que tal incremento na neoglucogênese, e na absorção intestinal de glucose, não bastam, geralmente, para compensar totalmente a captação mamária de glucose. A glândula mamária requer 72 a 76 g glucose/Kg de lei

te sintetizado. Beecher Arlinda Ellen necessitou 1800 kg de glucose para a produção de 22500 kg de leite (CLARK e DAVIS, 1983). O facto de, no ruminante, a neoglucogênese depender essencialmente da absorção de precursores (propionato, lactato, ácidos aminados glucoformadores...) faz com que este fenómeno seja fundamentalmente dependente do nível de ingestão, do tipo de alimento, e dos processos digestivos, que podem ser limitantes na primeira fase da lactação, principalmente se o suprimento azotado não for adequado. Convém aqui referir que, o aumento da absorção de glucose diminui a taxa da neoglucogênese (KRONFELD, 1982): neste contexto as rações ricas em milho poderiam deprimir a síntese do leite, não só pela insulemia que provocam, com consequente influência sobre a partição da energia favorável ao tecido adiposo, como também pela diminuição simultânea da formação de glucose pela via da neoglucogênese.

QUADRO 10 - Capacidade digestiva e necessidades energéticas e azotadas da vaca leiteira, para diferentes níveis de produção (PONCET, 1981).

Peso vivo (Kg)	Kg leite a 4% TB (por dia)	Necessidades		Suprimentos energéticos potenciais <sup>2</sup> (Mcal/d)	% das neces. em azoto co- berta pela PB microbi.
		EM/d (Mcal/d)	E.G. <sup>1</sup> (%EM)		
600	0	14,81		2,37	338
"	10	26,43	102,01	5,26	89
"	20	38,06	(antes parto)	6,36	69
"	40	61,32		7,34	58
"	40	61,32	136,45	8,21	47
"	60	84,57	(após parto)	7,80	54
"	60	84,57		9,33	39

1-E.G.=Energia glucogénica

2-Quantidade máxima de EM que pode ser posta à disposição do animal

### Composição do leite

De entre os componentes do leite, a gordura representa mais de 50% da energia total nele contida e é, actualmente, um factor determinante da valorização económica do mesmo.

O teor butiroso é influenciado pela raça e genótipo, bem como pela

fase da lactação e alimentação, de forma oposta ao nível de produção de leite. Apesar da correlação genética negativa entre teor butiroso e produção de leite, nem sempre a mesma se observa dentro de uma mesma raça, provavelmente devido à melhor alimentação dos animais, e/ou à ligação entre critérios seleccionados e intensidade de mobilização das reservas corporais, no início da lactação (CHILLIARD et al., 1983), o que conduziria a aumentos importantes do teor butiroso e dos teores em AG em C18 do leite deste tipo de animais (DECAEN e JOURNET, 1967). Assim, este fenómeno poderá contribuir para a manutenção de um elevado teor butiroso no início da lactação, nas VLEP, certamente ligado a aspectos da acção hormonal. Pelo contrário, OLDHAM e SUTTON (1979) concluíram que se podem conseguir e manter variadas gamas no teor butiroso e nas proporções proteína:gordura em lactações completas por meios nutricionais, mas que poucos avanços serão de esperar por selecção, a menos que se sacrifiquem as elevadas produções.

Factores sociais, políticos e económicos poderão, como em Israel, determinar uma orientação para elevadas produções de leite com maior valorização da componente proteica. Seja como for, produções de 7000 kg leite/ano/lactação e com teores butirosos normais são actualmente correntes na Europa e nos EUA (OLDHAM e SUTTON, 1979). Exigem no entanto um maneio alimentar adequado e com recurso a forragens de elevada ingestão e digestibilidade.

#### Regulações hormonais

De entre as várias hormonas a HC, insulina e glucagon parecem ser as mais implicadas no metabolismo energético das fêmeas dos ruminantes no início da lactação, principalmente ao nível da lipomobilização e da neoglicogenese (FLUX et al., 1984). No estado actual do conhecimento prevalece a ideia de que nos ruminantes a relação HC:insulina regula o peso corporal.

Hormona do crescimento. Em vacas Holstein as hormonemias (HART et al., 1978) e o espaço de distribuição (HART et al., 1980) são mais elevados nas



VLEP que nas de baixa ou média produção. A HC exerce uma acção lipolítica no ruminante (revisão de TRENKLE, 1981) e poderá estar implicada nos diferentes níveis de mobilização observados. Intervém na manutenção da secreção lactea (DELOUIS, 1983) (nos monogástricos essa acção é exercida pela prolactina), frena a utilização periférica da glucose e poupa o azoto aminado em proveito do tecido mamário. Daí que a injeccção de HC, em plena lactação, resulte usualmente num acréscimo da secreção lactea (BINES e HART, 1982; PEEL et al., 1983; HART e BINES, 1985; BAUMAN et al., 1985). O nível de HC no sangue correlaciona-se, geralmente bem, com o nível de AGNE circulantes (HART et al., 1979).

Insulina. A insulinemia é mais baixa nas VLEP que nas de baixa ou média produção (HART et al., 1978; WALSH et al., 1980). Tal poderá traduzir-se por uma diminuição da utilização da glucose pelos tecidos periféricos extamamários, mas não pela glândula mamária (CHILLIARD et al., 1983), devido provavelmente à sua riqueza em receptores da insulina. Uma relação insulina : glucagon baixa favorecerá igualmente a neoglucogenese hepática intensa, necessária a uma elevada produção de leite. A acção fortemente anabolizante da insulina, sobre o tecido adiposo, seria então fortemente reduzida (revisão de TRENKLE, 1981). Tanto na VLEP, como na de média produção, a relação HC: insulina no sangue correlaciona-se, geralmente bem, com o nível de produção de leite (HART et al., 1979).

Outras hormonas. As concentrações das hormonas tiroideas no sangue correlacionam-se negativamente com a produção de leite (HART et al., 1978; BLUM et al., 1983). A produção total de leite correlaciona-se positivamente, nas VLEP, com as relações HC: tiroxina e glucose: tiroxina (HART et al., 1979).

Os estrogêneos, e hormona lactogênea placentária, além de agirem sobre o feto, e ulterior produção de leite (DELOUIS, 1983), poderiam igualmente actuar sobre o metabolismo energético (CHILLIARD et al., 1983).

No início da lactação intervêm mecanismos de homeorhese que curto-circuitam as regulações homeostáticas de certos tecidos (adiposo), derivando assim o fluxo de nutrientes em proveito de outros tecidos (mamários). O tecido adiposo torna-se menos sensível à acção lipomobilizadora da glucose, e à acção antilipolítica da insulina. Isto poderia explicar o facto de, em certas experiências no início da lactação, os regimes ricos em amido não provocarem quedas no teor butiroso do leite, mas antes uma cetose de pletora. Aqueles mecanismos de homeorhese põem em jogo o equipamento enzimático da célula, bem como o número e grau de afinidade dos receptores hormonais (CHILLIARD et al., 1983).

As variações nas hormonémias, que normalmente se observam ao longo da lactação e entre vacas com diferentes níveis de produção, poderiam ser explicadas em grande parte pelas variações no balanço energético dos animais (BAUMAN e CURRIE, 1980) e na composição das rações utilizadas (BINES e HART, 1982). Um elevado nível de ingestão deprime o nível sanguíneo da hormona do crescimento em vacas (BAUMAN et al., 1979), e aumenta a concentração de insulina (JENY e POLAN, 1975). Assim, uma alimentação rica em concentrados energéticos favoreceria a lipogénese (tec. adiposo), em detrimento da glândula mamária. Note-se, no entanto, que enquanto a insulinemia está sempre bem correlacionada com o balanço energético (homeostase), a HC só parece ser sensível àquele balanço no animal em lactação ou no fim da gestação (homeorhese). A impregnação do tecido adiposo pela HC, no início da lactação, poderia explicar a resistência deste tecido à acção homeostática da insulina (VERNON, 1980 ; 1982 - citados por CHILLIARD et al., 1983).

Factores de poupança energética e glucídica na VLEP. Várias modificações, que se observam na VLEP no início da lactação, vão no sentido da poupança dos metabolismos glucídico e proteico, para os quais as reservas mobilizáveis são fracas (CHILLIARD et al., 1983):

- A esteatose hepática fisiológica poderia permitir um armazenamento temporário dos AGNE mobilizados, redistribuídos seguidamente sob a forma de TG ou de acetato e de corpos cetônicos, evitando assim um desperdício lipídico maciço e brutal pela glândula mamária.

- Os AGNE mobilizados, e captados pela gl. mamária, inibem e substituem-se à síntese "de novo" de AG por aquela, e podem, além disso, ser catabolizados para fins energéticos, com economia de acetato, e sobretudo de glicose, os quais são normalmente utilizados nessas vias metabólicas (para produção de ATP, NADPH, radicais metilo).

- A oxidação dos AG (que se traduz pela produção hepática de corpos cetônicos e de acetato) conduz igualmente a uma redistribuição a curto prazo da energia mobilizada, sob uma forma diferente, utilizável para o metabolismo energético mamário e a síntese de AG de cadeia curta do leite (manutenção de um baixo ponto de fusão das matérias gordas segregadas).

- Os corpos cetônicos exercem "feed-back" negativo (homeostase) sobre a lipomobilização (homeorhese).

- A baixa insulemia no início da lactação poderia reduzir a utilização de glicose pelos tecidos extramamários (BAIRD, 1981), mecanismo homeorético de poupança que se alia aos mecanismos homeostáticos existentes em todos os ruminantes (lipogênese a partir do acetato e não da glicose; oxidação parcial da glicose e reciclagem do lactato...).

- No início da lactação, assim como nos animais que mobilizam mais fortemente as suas reservas numa determinada fase, a relação lactose:minerais diminui no leite, levando a uma economia suplementar de glicose ao nível mamário, por redistribuição do equilíbrio entre os elementos que regulam osmoticamente a saída de água para o leite.



4.2. Influência do nível de produção de leite, e da composição da ração, sobre a repartição da energia durante a lactação.

O aumento do nível de produção de leite acompanha-se de um aumento nas quantidades de alimentos ingeridos e de modificações na composição das rações administradas.

Necessidades para manutenção. Conhece-se mal a influência do nível de produção e da fase da lactação sobre aquelas necessidades. É todavia evidente que a fracção das necessidades para manutenção (e das necessidades de crescimento da novilha), relativamente às necessidades totais (manutenção + produção), diminui com o aumento no nível de produção (Fig.18). Embora os custos alimentares sejam obviamente maiores para uma vaca de maior produção, um aumento de 57% na ingestão de EL (energia limpa) resulta na produção de mais 100% de leite (Fig.19).

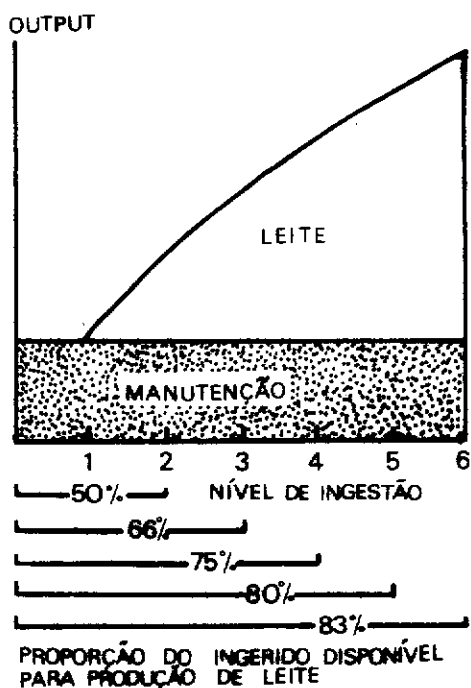


FIG.18-Efeito da ingestão sobre a eficiência bruta da utilização do alimento para a produção de leite (BATH,1985)

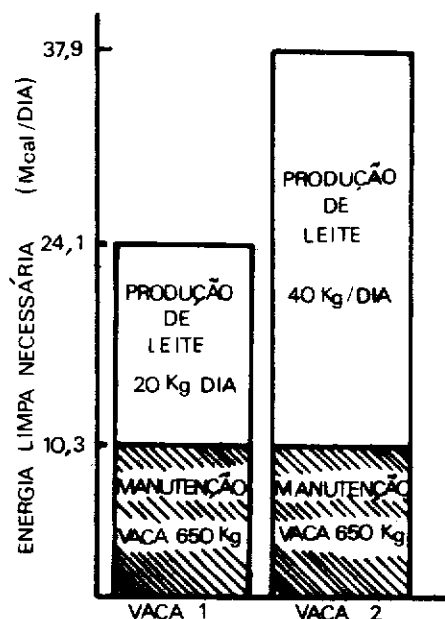


FIG.19-Comparação das necessidades em energia limpa para a lactação, para vacas com 600 kg, e produzindo 20 ou 40 kg de leite (BATH,1985).

Necessidades para produção. O nível de produção, e a fase da lactação, não parecem afectar o rendimento da utilização da EM para a produção de lei

te e reconstituição das reservas corporais ( $k_1$ ) (Fig.20). Tal rendimento varia essencialmente com a razão EM:EB da ração (valor  $q$ ), que aumenta com o aumento da concentração energética da ração [ $k_1=0,60+0,24(q-0,57)$ ], usualmente de 57% a 63% com rações clássicas.

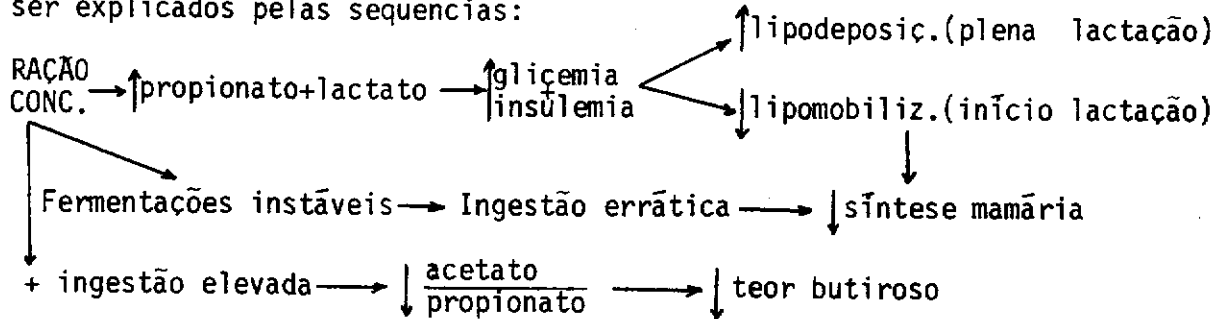
Apesar da aparente constância do  $k_1$ , a repartição da EM entre produção de leite e depósito corporal é variável. As VLEP utilizam maior proporção da energia ingerida para a produção de leite, e menor para o ganho de PV, que as de média produção (GRAINGER et al., 1985). Estas diferenças apenas se observam nas fases mais avançadas da lactação. Dado que o rendimento de utilização da energia mobilizada é elevada (80%), não é de esperar grande melhoria no rendimento de utilização da EM, derivando esta directamente para a produção de leite, desde que a deposição seja realizada durante a lactação (não no período seco) quando o rendimento de tal processo é elevado ( $=k_1=62\%$ ).

4.2.1. Repartição da energia entre o leite e as reservas corporais. Esta repartição depende da fase da lactação (e eventualmente da gestação), do potencial produtivo do animal, da composição da ração, e do passado do animal (estado corporal).

Influência do nível alimentar e da composição da ração. O aumento na produção de leite, correspondente a um aumento na ingestão de EM, é tanto mais elevado quanto mais sub-alimentado estiver o animal relativamente às necessidades teóricas, quanto mais no início da lactação estiver (Fig.21), e quanto maior for o seu potencial de produção (WIKTORSSON, 1979; BROSTER, 1980) (Fig.22). A resposta dos animais varia igualmente com as condições de exploração, nomeadamente a frequência de distribuição alimentar (concentrados) (BROSTER et al., 1981).

É bem conhecido que a utilização de rações ricas (50 a 70%) em cereais (amido), e/ou finamente moídas e condensadas, provoca frequentemente que

bras no teor butiroso do leite. Paralelamente à diminuição na energia segregada para o leite, verifica-se um aumento na energia depositada pelo animal (ou uma diminuição na energia mobilizada) (Fig. 23). Estes fenômenos podem ser explicados pelas sequências:



Existiria assim um efeito aditivo entre relação fibrosos:concentrados e nível de ingestão para fazer baixar a relação acetato:propionato e a síntese de gordura pela gl. mamária (Fig. 11) (BROSTER et al., 1979). Como já foi referido, CHILLIARD et al. (1983) pretende que tais depressões não são uma constante e que a VLEP é capaz de utilizar rapidamente maiores quantidades de propionato, glucose... para a produção de leite, sem perturbar o "facies" hormonal e metabólico global, favorável a uma orientação dos nutrientes para a glândula mamária.

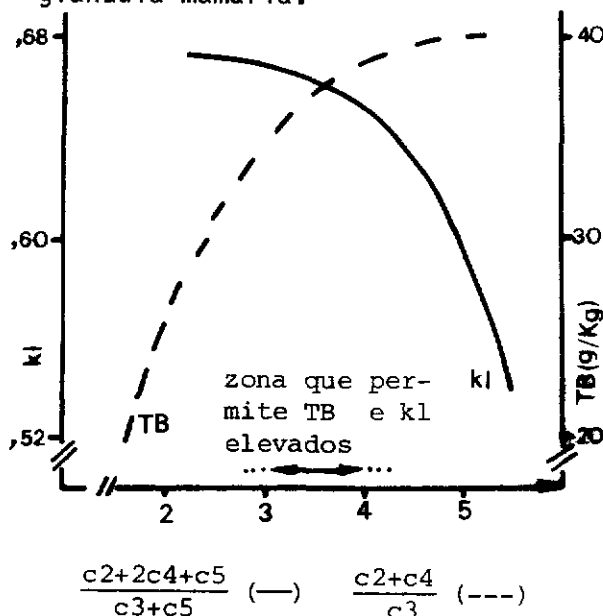


FIG. 20-Relações entre proporções de AGV, eficiência de utilização da EM para a lactação (kl), e TB do leite (CHILLIARD et al., 1983).

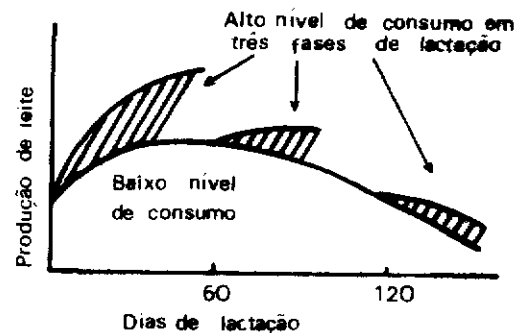


FIG. 21-Influência da fase da lactação sobre a resposta a uma suplementação alimentar (Broster et al 1979).

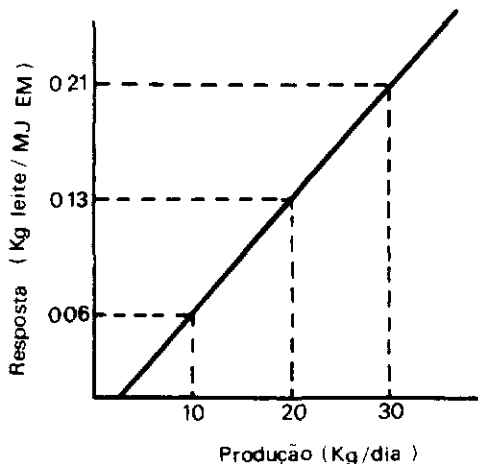


FIG.22-Efeito do nível de produção de leite sobre a resposta de vacas alimentadas com quantidades adicionais de EM (BROSTER e THOMAS,1981).

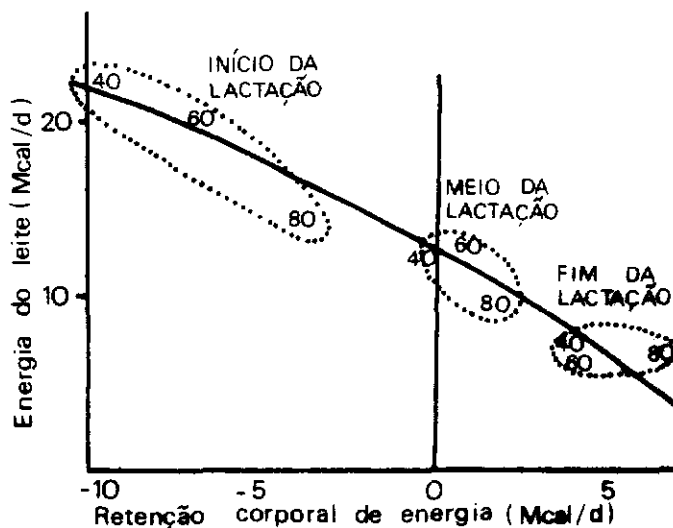


FIG.23-Influência da razão feno:concentrado e da fase da lactação sobre a repartição da energia limpa entre o leite e as reservas corporais na vaca leiteira (CHILLIARD et al.,1983).

O teor da ração em azoto (particularmente a proteína metabolizável), e a sua composição em AA, podem influenciar o metabolismo energético e o valor leiteiro da ração (JOURNET e RÉMOND,1978). Um acréscimo nas quantidades de PDI aumenta a produção de leite (aumento na mobilização das reservas e aumento na ingestão voluntária (ver no ponto 5.)). Um efeito direto da HC neste processo seria menos nítido com regimes alimentares ricos em amido que favorecem a secreção de insulina, a qual se opõe ao efeito da HC sobre a repartição dos nutrientes (revisão de BINES e HART,1982).

A glândula mamária é incapaz de sintetizar AG com mais de 16 C, pelo que um suprimento adicional de AG de cadeia longa, através da dieta (que em condições normais só contem 1 a 3%)(esteárico e oleico), pode aumentar a eficiência da utilização energética, já que a sua síntese a partir do acetato é energeticamente dispendiosa. KRONFELD (1976), a partir de considerações teóricas, estimou que o kl é máximo quando a EM absorvida é constituída por 16% de AGL exógenos, 16% de AA, 5% de glucose exógena, 24% de ácido propiônico e 39% de ácido acético e butírico. Esta suposição já foi confirmada por

experimentação (BRUMBY et al.,1978;KRONFELD et al.,1980).

Efeitos residuais da mobilização e do armazenamento das reservas. Os factores que exacerbam a fase catabólica (fim da gestação-início da lactação), e anabólica (plena lactação e maior parte da gestação), provocam geralmente uma acentuação da fase inversa no período que se segue (efeito de pêndulo): a um armazenamento acrescido de energia antes do parto corresponde, geralmente, uma lipomobilização acrescida no início da lactação; uma mobilização acrescida no fim da gestação-início da lactação é seguida por uma repartição da energia, em plena lactação, em proveito das reservas corporais (JOURNET e RÉMOND,1978). Isto explica provavelmente a razão pela qual as VLEP, que mobilizam fortemente as suas reservas, apresentam um anabolismo lipídico intenso em plena lactação, "au prorata" da produção de leite.

## 5. PARTICULARIDADES DO METABOLISMO AZOTADO

As particularidades da nutrição azotada das VLEP não correspondem a modificações na natureza dos processos fisiológicos, mas antes a alterações na importância relativa desses diferentes processos (INRA, 1978; ARC, 1980; OWENS, 1982; TAMMINGA, 1983).

A VLEP tem elevadas necessidades em proteína (Fig.24)(OLDHAM, 1981). A exportação de PB para o feto, de uma vaca Holstein com 550Kg, é de 150 g/d imediatamente antes do parto. Após o nascimento do vitelo, e à medida que a produção de leite aumenta até 35 kg/d, a exportação de PB aumenta até valores da ordem dos 800 a 1200 g/d. Durante esta fase o organismo materno mobiliza as reservas proteicas (que no entanto são relativamente escassas), as quais são repostas numa fase mais avançada da lactação. A taxa de exportação de proteína e gordura para o leite é tal que, se uma novilha com 200 kg tivesse a capacidade de armazenar aqueles nutrientes a taxas comparáveis às da exportação para o leite, poderia crescer 8 kg/d e atingir o peso comercializável aos 50 d (CLARK e DAVIS, 1983).

Os nutricionistas confrontam-se com sérias dificuldades para suprir as necessidades da VLEP em AA, tanto quantitativas como qualitativas, devido à complexidade do metabolismo do N no retículo-rumen, e às limitações da ingestão voluntária no início da lactação (Fig.25).

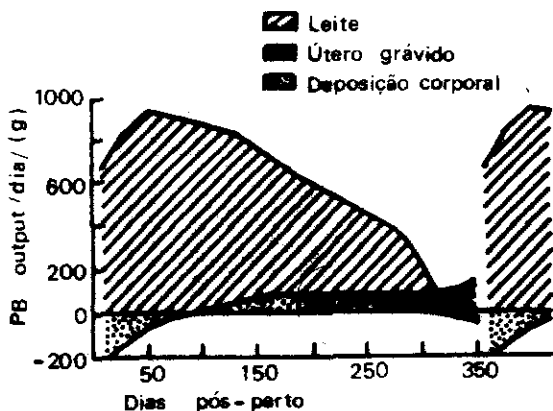


FIG.24. Síntese de PB (g/d), durante o ciclo da lactação, por uma vaca Holstein com 550 kg, e produzindo 35 kg de leite/d (Adapt. de OLDHAM, 1981).

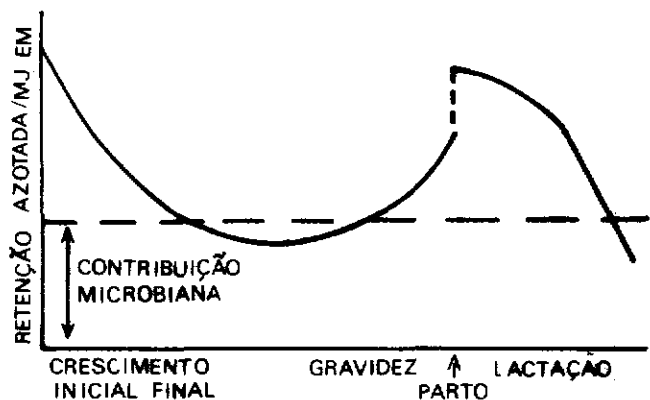


FIG.25- Efeito da idade e produção sobre a retenção potencial de azoto, relativamente à ingestão de EM (ØRSKOV et al., 1981).

## 5.1. Metabolismo do N no retículo-rúmen .

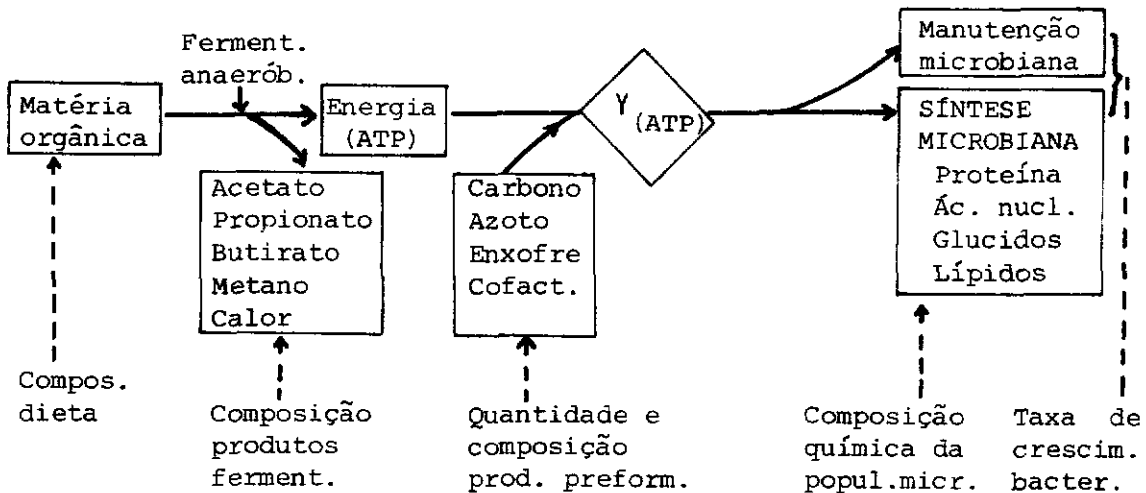
O metabolismo no retículo-rúmen é extremamente complexo e caracteriza-se por fluxos intensos de nutrientes entre os diferentes níveis tróficos do ecossistema, bem como de saída e entrada para o mesmo.

5.1.1. Degradação do azoto. São inúmeros os factores que influenciam a degradação no rumen: factores ligados ao alimento (natureza química do azoto e sua localização nos tecidos, idade do vegetal, método de conservação e tratamentos tecnológicos sofridos pelo alimento, natureza do alimento de base), e ligados ao animal (actividade microbiana - factores que a influenciam, tempo de permanência no rumen). Lógicamente que estes factores se influenciam mutuamente (TAMMINGA, 1983). HAGEMEISTER et al. (1981) concluíram, pela análise da bibliografia, que o aumento do nível de produção de leite se não traduz, nem por uma diminuição da degradação do N alimentar, nem por aumento da síntese proteica microbiana. No entanto, OLDHAM (1981) considera que as elevadas taxas de ingestão determinam, na VLEP, diminuição na degradação do N, devido a menores tempos de permanência do alimento no rumen, com consequente diminuição na digestibilidade dos outros componentes da dieta.

Da análise da informação bibliográfica infere-se que a degradabilidade do N das rações normalmente utilizadas varia entre 60 e 80% (HAGEMEISTER et al. (1976). Os principais factores de variação seriam a taxa de passagem (nível de ingestão) (HARRISON et al., 1976), a razão fibrosos:concentrado, o tipo de concentrado (MC MENIMAN et al., 1976), e o teor lipídico da ração (STORRY, 1981).

5.1.2. Síntese proteica microbiana. São inúmeros os factores que influenciam esta síntese (HUNGATE, 1966; SMITH, 1979; NOLAN e LENG, 1983) (ver diagrama na página seguinte). A disponibilidade em MO e N fermentáveis no rumen constituem os factores normalmente mais limitantes. A energia extraível dos substratos energéticos é limitada pela natureza anaeróbia do meio ruminal: 75 % da energia do substrato (hexose) é recuperada nos AGV quando a fermentação

produz 65% de acetato, 25% de propionato e 10% de butirato. Sendo que 6,4% da energia da hexose se perde sob a forma de calor de fermentação e 12,4% sob a forma de metano, apenas 6,2% da energia do substrato potencialmente fermentável pode ser utilizada pela bactéria!



#### REPRESENTAÇÃO DIAGRAMÁTICA DOS FACTORES QUE AFECTAM A SÍNTESE NO RÚMEN

A eficiência da síntese proteica microbiana é em média de 22 g PB / 100 gr MOF<sub>r</sub> (Fig.26). Dado que em média a percentagem de MO digestível que é fermentada no rumen é relativamente constante (Fig.27), não é de surpreender que a síntese total seja relativamente constante para cada tipo de situação alimentar (OLDHAM e TAMMINGA, 1980).

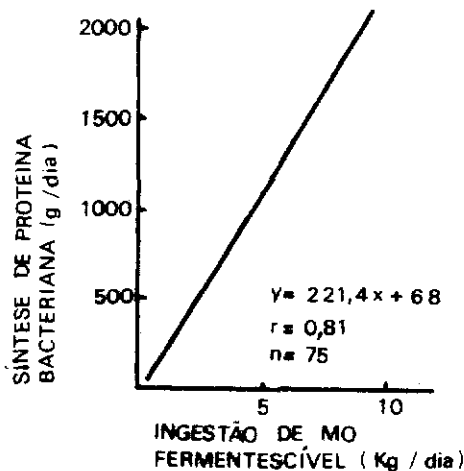


FIG.26-Relação entre ingestão de MO fermentável e síntese proteica microbiana, na vaca leiteira (HAGEMEISTER et al., 1981).

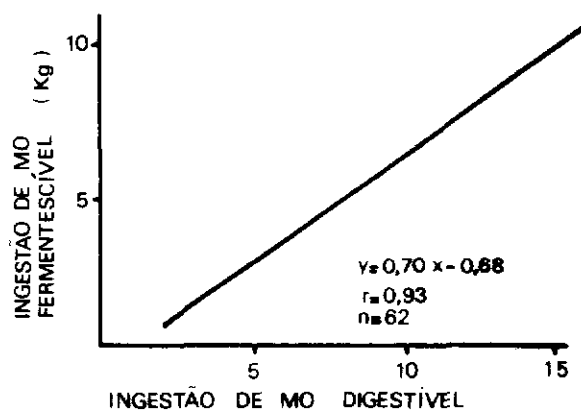


FIG.27-Relação entre ingestão de MO digestível e MOF<sub>r</sub>, em vacas (HAGEMEISTER et al., 1981).



HAGEMEISTER et al. (1981) verificaram que a síntese microbiana é igualmente bastante constante para dietas contendo de 30 a 70% de concentrados. Para quantidades maiores ou menores ela tende a diminuir devido à menor eficiência fermentativa (Fig.28). Neste contexto, a composição dos concentrados pode exercer influência significativa (Quadro 11): o milho não só é menos degradável no rumen como também não garante boa eficiência de crescimento dos microorganismos.

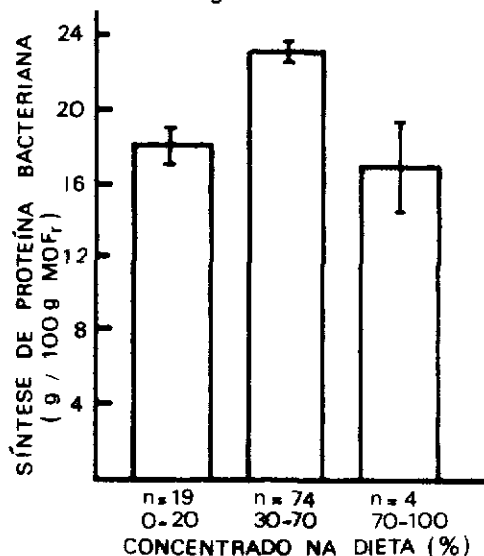


FIG.28-Influência da proporção de concentrado na dieta de vacas leiteiras sobre a síntese proteica microbiana (HAGEMEISTER et al.,1981).

QUADRO 11-Síntese microbiana no rumen, digestão da energia e nível de NH<sub>3</sub> no rumen, em vacas leiteiras (OLDHAM,1981).

Factores de digestão	Concentrados:Fibrosos			
	60:40		90:10	
	Cevada	Milho	Cevada	Milho
Ingestão N(g/d)	286	291	269	281
Ing.ED (MJ/d)	157	155	161	149
Sínt.micr. (gN/d)	237	173	226	104
Sínt.micr. (gN/kgMOF <sub>r</sub> )	37,1	27,9	35,8	19,7
MOF <sub>r</sub> (% MO inger.)	74,0	70,0	72,0	63,0
NH <sub>3</sub> (mM/l) (média de 12 detrm.de 2 em 2h)	5,6	6,2	5,2	7,4

Apesar da controvérsia reinante, aceita-se geralmente que a síntese microbiana não é limitada com valores de NH<sub>3</sub> no rumen maiores que 5mM / l (SATTER e ROFLER,1975). Tal concentração é geralmente atingida com rações contendo 13% de PB (KAUFMANN,1979).

## 5.2. Contribuição da síntese proteica microbiana para satisfação das necessidades da VLEP.

Ao seu nível ótimo, a proteína sintetizada no rumen permite a produção de 5 a 15 l de leite, dependendo do equilíbrio energético do animal. A - tendendo a que em média 70% da proteína alimentar é degradada no rumen, uma dieta com 13% de proteína bruta permite a produção de aproximadamente 20 l

de leite por dia, com uma utilização ótima da proteína alimentar. Para produções de leite médias diárias superiores o problema complica-se: as necessidades do animal aumentam mais rapidamente que as da microbiota do rumen. O mero aumento no teor proteico da ração, principalmente no início da lactação quando o déficit energético é grande, conduz inevitavelmente ao decréscimo na eficiência de utilização do NDR (FIG.29): 70% da PB alimentar acima de 13% é degradada em NH<sub>3</sub>. Este excesso associa-se frequentemente à sub-alimentação energética, característica da VLEP na primeira fase da lactação, e como consequência, agrava-se o excesso de NH<sub>3</sub> produzido, por insuficiência de captação (Fig.30).

A tentativa de aumentar o suprimento proteico para o animal, através do aumento do teor proteico da ração, sem atender à degradabilidade da proteína, conduz geralmente a problemas metabólicos (ver adiante), com graves repercussões no plano produtivo e reprodutivo (WEBSTER et al., 1982). Como corolário, torna-se inevitável a necessidade de recurso a proteínas de menor degradabilidade natural, ou artificialmente protegidas (BEEVER e THOMSON, 1981; CORSE, 1981; ØRSKOV et al., 1981).

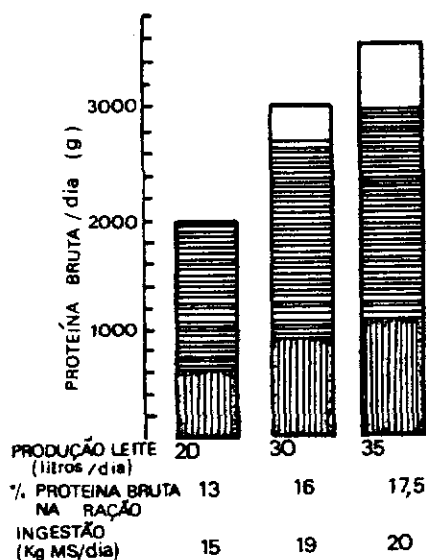


FIG.29-Eficiência de utilização da PB alimentar, no rumen de vacas leiteiras, com diferentes níveis de produção (HAGEMEISTER et al., 1981).

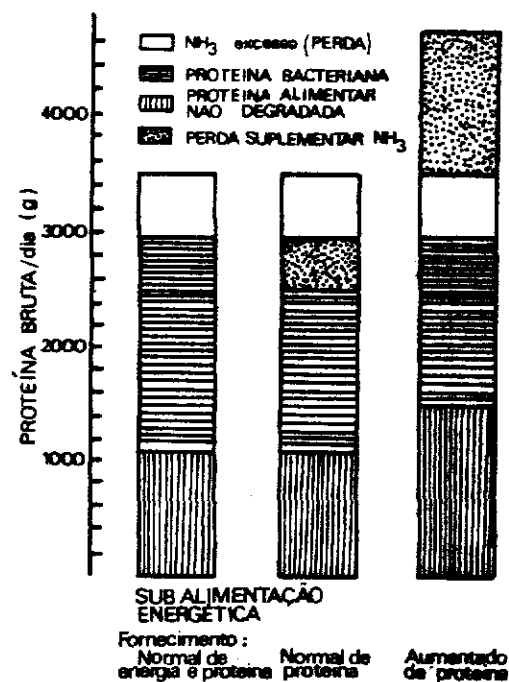


FIG.30-Efeito da sub-alimentação energética, e do aumento do suprimento azotado da ração, sobre a eficiência de utilização do N, na VLEP (35 kg de leite/d) (HAGEMEISTER et al., 1981).

Na Fig.31 representam-se as necessidades em PDR e PAND para diversos níveis de produção de leite. A não consideração destas necessidades tem geralmente como consequência uma diminuição no teor proteico do leite, para além dos fenómenos metabólicos e reprodutivos atrás referidos. Como as reduções no teor proteico do leite, e de fertilidade, são devidos à mesma causa, o primeiro pode ser utilizado como indicador do segundo (TREACHER et al., 1979).

### 5.3. Desordens metabólicas associadas à ingestão de NDR em excesso.

#### Toxicidade da amónia

Resulta não apenas da absorção de grandes quantidades de amónia, como também de uma certa incapacidade hepática para a síntese de ureia, devida à deficiência energética imposta pela actividade da glândula mamária, e à grande mobilização de reservas lipídicas que, associada à primeira, determinam um certo grau de disfunção hepática (esteatose) (HIBBIT, 1984).

#### Distúrbios do metabolismo intermediário

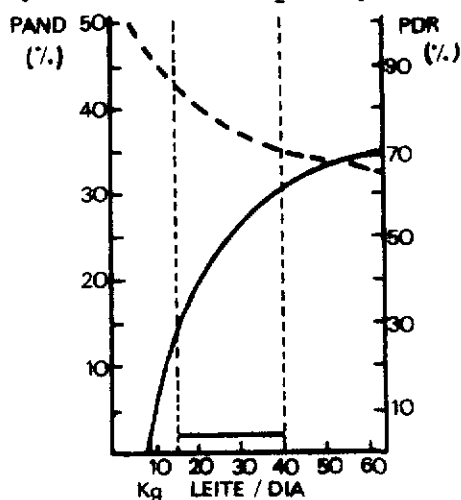
Elevadas taxas de absorção de amónia reduzem a glicemia e influenciam o funcionamento normal do ciclo de KREBBS, perturbando o metabolismo hepático. Neoglucogénese e síntese da ureia competem pela necessidade em ATP. A neoglucogénese poderia ser inibida directamente pelos níveis de iões  $\text{NH}_4^+$ . Em tais situações, baixos níveis de oxaloacetato, e consequente reduzida actividade do ciclo de KREBBS, exacerbam ainda mais a já baixa disponibilidade em ATP, e a acumulação de amónia no sangue associa-se a acumulação de corpos cetónicos (cetose primária), que inibem a ingestão (homeostase por "feed-back"), e podem ter consequências extremamente gravosas para a sobrevivência produtiva do animal.

### 5.4. Equilíbrio em ácidos aminados e produção de leite.

Como foi atrás referido, o aumento do teor proteico da ração raramente se traduz por um aumento no nível de produção de leite, devido ao facto de a sua maior parte ser degradada no rúmen (PAQUAY et al., 1973; BRUCKENTAL

et al., 1977). Apesar da proteína microbiana ser deficitária em alguns AA indispensáveis para a glândula mamária, OLDHAM (1981) sugere que a vaca leiteira não evidencia carências neste aspecto. Já MEPHAM (1982) sugere que a metionina e fenilalanina poderiam ser limitantes, e a treonina e lisina co-limitantes em certas condições. É possível que as reservas proteicas lábeis do animal possam tamponizar a composição dos ácidos aminados captados pela glândula mamária, pelo menos no início da lactação. A formação de ureia é baixa durante o 1º mês da lactação. A menor oxidação dos AA poderá sugerir maior eficiência aparente da utilização daqueles, para a síntese do leite no pico da lactação. Um aumento na eficiência de utilização dos AA poderia também ser consequência de um possível aumento na eficiência dos processos de absorção (aumento na percentagem do "output" cardíaco dirigido para o tubo digestivo e glândula mamária). Seja como for, elevadas produções de leite só podem ser satisfeitas por um elevado suprimento de AA do tubo digestivo para a glândula mamária (Quadro 12). Será oportuno referir aqui que, um aumento naquele suprimento, através da utilização de proteínas pouco degradáveis, pode contribuir para a instalação de cetose primária nos animais que mobilizam fortemente as suas reservas (VLEP) (AA cetogênicos).

FIG.31-Necessidades em PDR e em PAND na ração, em função do nível de produção.



QUADRO 12-Efeito do nível de produção sobre as necessidades líquidas em ácidos aminados de vacas com 600 kg (Adap. de ØRSKOV, 1980)

Nível de produção de leite (kg/d)	Necess. em AA (g/d)	Contrib. dos AA microb. (g/d)	Déficit em AA (%)
0	9,7	32,8	---
10	65,7	58,6	11
20	121,7	84,3	31
40	232,7	110,1	53
60	346,7	135,8	61

### 5.5. Nutrição proteica da vaca em balanço energético negativo.

ØRSKOV et al. (1981) sublinharam o facto de vacas em balanço energético negativo serem particularmente susceptíveis a alterações no suprimento em AA do intestino. Quando foi infundida caseína ao nível do duodeno, a secreção de leite aumentou, e o "déficit" energético duplicou. Pelo contrário, a suplementação proteica em animais, com um plano alimentar relativamente elevado no início da lactação, não provoca aumento na produção, nem no grau de mobilização das reservas (VERMOREL et al., 1982).

Não se conhecem com precisão os mecanismos destas interacções entre energia e proteína. BINES e HART (1982) sugerem que os AA suplementares podem desencadear a libertação das hormonas lipolíticas (HC). Contudo, o nível circulante, e de actividade, da HC, a principal hormona responsável pela manutenção da lactação nos ruminantes (BAUMANN et al., 1985), é alta, e não é provável que seja responsável pelos fenómenos em discussão (OLDHAM e LINDSAY, 1983). Outra explicação poderia ser a de que os AA facilitam o trânsito dos AG através do fígado, influenciando a síntese e secreção das lipoproteínas (OLDHAM, 1981). Recentemente, MACRAE e LOBLEY (1980-cit. por OLDHAM, 1983) sugeriram que os AA poderiam actuar através de um aumento do suprimento de compostos intermediários do ciclo de KREBS, evitando limitações na utilização do acetil CoA. A hipótese de MACRAE põe ênfase na importância do suprimento de AA dispensáveis, especialmente aspartato e glutamato, na repartição dos nutrientes produtores de energia entre as reservas corporais e o leite. As teorias prevalentes têm dado mais ênfase aos AA indispensáveis como principal limitação à utilização energética para a produção de leite (OLDHAM, 1981).

## 6. SATISFAÇÃO DAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS E PROTEICAS DA VACA LEITEIRA DE ELEVADA PRODUÇÃO.

### 6.1. Contribuição da erva e das forragens conservadas.

Nas condições de alimentação actualmente praticadas em Portugal a grande resposta que os criadores obtêm com os concentrados deve-se mais à carência qualitativa e quantitativa da forragem de base que ao elevado mérito genético dos animais. Esta resposta decorre do efeito que a suplementação exerce sobre o consumo de forragem, especialmente em condições de pastoreio. A extensão desse efeito depende da quantidade e qualidade da forragem disponível, bem como do tipo de concentrado fornecido. Quanto maior for a digestibilidade da forragem, maior é o efeito substitutivo do concentrado. O consumo de forragem depende, dentro de certos limites, da sua digestibilidade (BINES, 1979). Assim, se a forragem for de baixa qualidade, o seu consumo será reduzido e, conseqüentemente, a quantidade de concentrado requerida para sustentar um determinado nível de produção de leite será maior (quadro 13):

QUADRO 13-Efeito da digestibilidade da forragem sobre a produção de leite e necessidade de concentrado (HIBBS e CONRAD, 1975).

Digestibilidade da MS (%)	Consumo de MS (kg/d)	Produção de leite (kg/d)	Consumo de * concentrado (kg/d)
66	15	19,3	1,8
61	13	13,2	4,9
56	11	8,8	8,3

\* Quantidade de concentrado necessária para manter o nível inicial de produção a uma digestibilidade da dieta de 67%.

O quadro 13 mostra que, a redução de uma unidade de percentagem na digestibilidade da forragem causa reduções de 400 gr no consumo de MS desta e de 1,0 kg na produção de leite, sendo necessário um incremento de 700 gr de concentrado para compensá-las.

Na vaca leiteira a ingestão voluntária aumenta à medida que a densidade energética da dieta aumenta (até um nível de 11,5-12,0 MJ/kg MS).

No entanto esta relação varia em função da qualidade da forragem da ração de base, e do concentrado fornecido. A ingestão máxima de EM consegue-se a uma densidade energética mais baixa, e com uma proporção maior de forragem na dieta total, com fibrosos de elevada qualidade (digestibilidade) que com de pior qualidade (LEAVER, 1981) (Fig. 32). Tal significa que, com forragens de

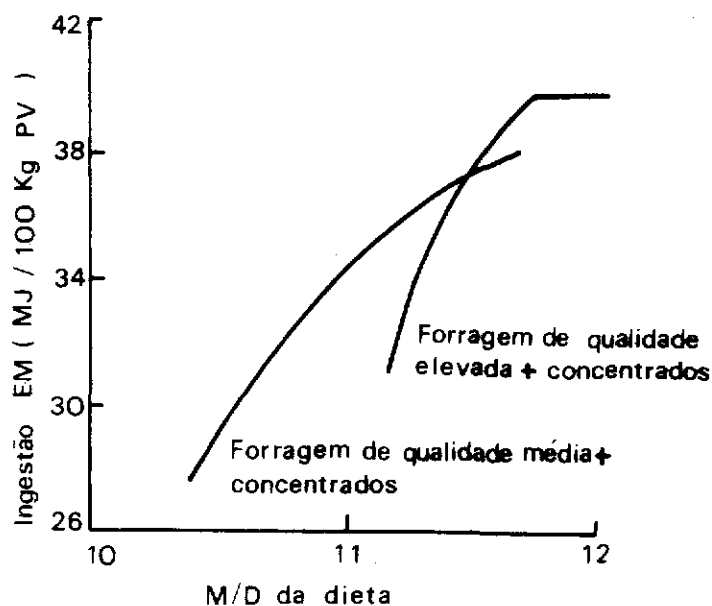


FIG.32-Efeito da densidade energética da dieta sobre a ingestão com forragens de diferentes qualidades.

mã qualidade sã é possível satisfazer elevados planos de nutrição com dietas relativamente carenciadas em fibra e susceptíveis de provocarem problemas metabólicos. As dietas demasiado ricas em concentrado tendem a favorecer o ganho em peso vivo, em detrimento da produção de gordura do leite, devido ao seu efeito estimulante sobre a produção de insulina (quadro 14).

Como foi atrás referido, a VLEP responde a uma relativa subalimentação energética com um aumento da mobilização das reservas corporais. Assim, a baixa qualidade da forragem pode exercer um efeito negativo profundo sobre a sobrevivência produtiva da vaca (produtiva e reprodutiva), devido à perda excessiva de peso (Quadro 15). Por outro lado, o modo de expressão do "input" alimentar tem consequências sobre a interpretação da resposta no "output" de leite e ganho de peso: quando a forragem é fornecida "ad libitum", a

adição de um suplemento concentrado deprime a ingestão de forragem,mas aumenta a ingestão total.No entanto,a resposta na ingestão total de energia é menor que a energia adicional fornecida no concentrado.Dada a forma curvilínea da resposta,elevados níveis de suplementação podem induzir elevadas taxas de substituição e,consequentemente,pouca ou nenhuma alteração na quantidade total de energia ingerida (Fig.12).Elevadas taxas de substituição são particularmente notadas nas primeiras 12 semanas da lactação.Uma eleva

QUADRO 14-Influência da relação feno:concentrado sobre a repartição da energia limpa entre o leite e as reservas corporais (FLATT et al.,1969).

	Relação feno:concentrado		
	60:40	40:60	20:80
EM ingerida	36,1	36,4	34,9
EL retida	11,9	12,6	12,2
EL leite	13,9	13,2	10,4
EL fixada nos tecidos	-2,0	-0,5	+1,7
TB do leite (%)	3,5	3,0	2,7
C2:C3 no rumen	3,3	2,6	2,0

QUADRO 15-Efeito da digestibilidade da silagem sobre a produção de leite e a alteração no peso vivo entre a 4ª e a 18ª semana da lactação ( BROSTER e THOMAS,1981).

	Digest. da silagem	
	Alta	Baixa
Leite corrigido para sólidos (kg/d)	27,5	25,2
Peso vivo (kg)	-9,3	-33,5

da resposta a um elevado plano de nutrição,durante o pico da lactação,será, pois,mais de esperar com forragens de má qualidade.Neste caso,a administração de grandes quantidades de concentrado,na tentativa de expressar o elevado potencial genético do animal,pode ter consequências nocivas sobre a saúde do animal e a subsequente produção de leite.

6.1.1. Ingestão de energia da pastagem.Inúmeros factores afectam a ingestão de erva pelos animais em pastoreio.Factores ligados ao animal (ingestão potencial),e ao alimento (disponibilidade,qualidade,contaminação por fezes e urina,forma de pastoreio,tipo de pastagem,alimentação suplementar),bem como ligados ao ambiente (condições climáticas,fotoperíodo,tempo de pastoreio),intervêm de forma diversa,e a ingestão potencial raramente é atingida (LEAVER,1981).Em condições de pastoreio a ingestão de forragem depende essencialmente da sua disponibilidade,da altura,e no caso de pastoreio



rotacional, da quantidade de refugo tolerada (JOURNET e DEMARQUILLY, 1979) . Com erva de elevada digestibilidade (MOD=77) as vacas podem produzir 15 a 20 kg de leite por dia, para ingestões da ordem dos 8 a 17 kg de MS/vaca/d. No entanto, em sistemas rotacionais permitem, supondo não haver factores limitantes, produções acima dos 25 kg/d.

Usualmente, a baixa disponibilidade em erva (mau maneio da pastagem, adubação incorrecta, sobrepastoreio por excesso de encabeçamento...) determina a necessidade de suplementação. A resposta a esta suplementação é muito variável (JOURNET e DEMARQUILLY, 1979): de 0 a 1 kg de leite/kg de concentrado (média=0,3). As respostas são maiores no Outono. Dado que as ingestões de MS, na prática, não ultrapassam as 20-25 gr MS/kg PV (LEAVER, 1981), e que o concentrado deprime ainda mais a ingestão da forragem, elevadas suplementações em pastoreio contribuem para um mau aproveitamento do potencial da mesma, para a produção de leite. Daí que a tendência seja para o aconselhamento da utilização de forragens conservadas de elevada digestibilidade, a fim de permitir a maximização e optimização da sua utilização. A administração de algum concentrado é ainda assim inevitável nas primeiras semanas a seguir ao parto, pelo menos para as VLEP. JOURNET e DEMARQUILLY (1979) calcularam que o "deficit" energético de VLEP em pastoreio, sem suplementação, seria substancial durante as primeiras 10 semanas de lactação, igual à produção de 700 kg de leite. No entanto, tais balanços negativos não são de esperar para produções até 35 kg de leite/d, desde que as vacas tenham boa condição corporal à altura do parto. Nestas condições, é possível garantir boas produções sem necessidade de recurso a grandes quantidades de concentrado.

6.1.2. Ingestão de energia de forragens conservadas. Em dietas à base de forragens e concentrados, a ingestão de EM declina quando a forragem participa com mais de 30% ou 50%, conforme ela é de média ou boa qualidade, respectiva

mente (Fig.33).Na gama crítica dos 50 a 100% de forragem na dieta total,um aumento de 1 unidade no teor em EM da MS aumentará a ingestão de MS em cerca de 1,8 kg (33 MJ)/dia,por uma vaca de 600 kg de PV,para um mesmo nível de forragem na MS total da dieta.Quando a forragem representa menos de 50% da dieta a sua qualidade tem um efeito muito menor sobre a ingestão de EM. Este aspecto realça a importância da qualidade da forragem conservada para a obtenção de elevados níveis de ingestão,e de produção sem riscos de perturbações metabólicas,resultantes da ingestão de quantidades anormalmente elevadas de concentrados.

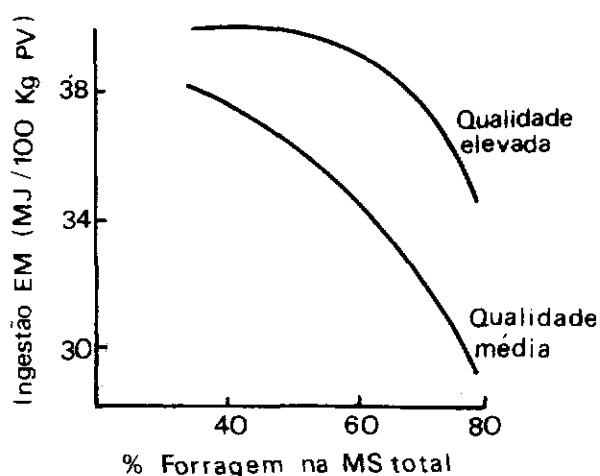


FIG.33-Efeito do nível e da qualidade da forragem sobre a ingestão de EM (LEAVER, 1981).

6.1.3. Participação das forragens na satisfação das necessidades azotadas da VLEP. Esta participação depende obviamente da qualidade das mesmas (THOMSON,1982;THOMAS,1982;WEBSTER et al.,1982).A erva verde contribui com aproximadamente 8-9 g de AA absorvíveis/MJ EM e,por cada 100 gr de AA ingeridos,apenas 50-60 g são aparentemente absorvidos do intestino.As grandes perdas de N entre a boca e o duodeno podem ser atribuídas à composição química e física da forragem.Tanto a baixa degradabilidade potencial,como a lenta taxa de degradação dos glucidos estruturais na erva (gramíneas),não se adaptam bem à elevada degradabilidade do N da mesma.A suplementação da erva,com uma fonte de energia facilmente fermentável,poderá aumentar signi-

ficativamente a síntese microbiana ao nível do rúmen. Atendendo, contudo à baixa resposta produtiva resultante da suplementação energética dos animais em pastoreio tal prática não parece ser economicamente vantajosa. A introdução de leguminosas nas pastagens reveste-se neste contexto do maior interesse já que o seu maior teor proteico, associado a um menor teor em glucídios estruturais permitem maiores ingestões e maior suprimento de AA para o intestino delgado (13 g AA absorvíveis/MJ EM).

No que se refere às forragens conservadas o quadro das variações é ainda mais difícil de avaliar dado o grande número de factores que influenciam a degradabilidade do seu N. No que se refere à silagem a proteína verdadeira baixa de 80% na erva para 50% na silagem. Esta degradação reduz o valor proteico e a ingestão de silagem. A utilização de aditivos permite minimizar este fenómeno. CHILLIARD et al. (1983) referem a possibilidade de sustentar elevadas produções (até 6500 kg de leite/lactação) com recurso à silagem de milho adequadamente suplementada com N e com quantidades moderadas de concentrado (650 kg/lactação). A qualidade dos fenos depende de inúmeros factores: estado fenológico da planta à altura do corte, tipo de vegetal (gramíneas, leguminosas), tecnologia da fenação, condições climáticas). Em Portugal a qualidade dos fenos é usualmente muito baixa tanto em valor energético como proteico. Tais fenos devido à baixa ingestibilidade não permitem sequer a reconstituição das reservas corporais na última fase da lactação, altura em que é possível maximizar a utilização das forragens para a produção de leite. A utilização de concentrados para suprir esta carência qualitativa da forragem leva usualmente a uma engorda excessiva dos animais devido à natureza lipogénica de tal dieta com os inerentes riscos de perturbações reprodutivas. Dada a relação entre ganho de peso na fase pré-parto e a quantidade de concentrado requerida na fase de lactação (Fig.34) é importante uma adequada condição corporal à altura do parto. No entanto a re-

cuperação das reservas corporais não pode ser realizada à base de dietas energéticamente concentradas já que a eficiência da sua utilização é então baixa ( $0,62 \times 0,80 = 0,496$ ) para a subsequente utilização para a produção de leite.

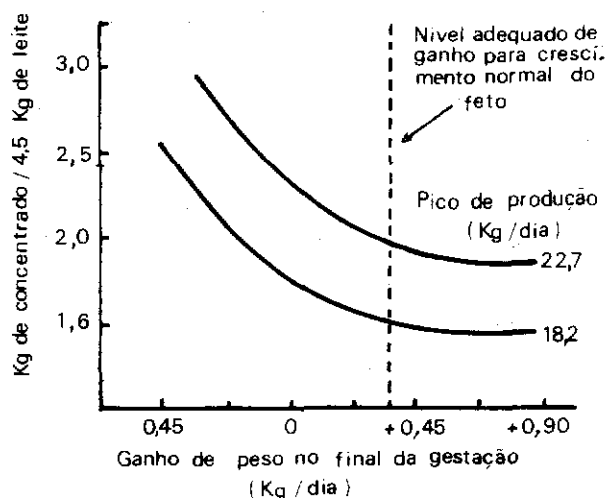


FIG.34-Relação entre ganho de peso na fase pré-parto e a quantidade de concentrado requerida na fase pós-parto para vacas de diferente potencial produtivo (adaptado de BROSTER, 1976).

GARNSWORTHY e TOPPS (1982) referiram recentemente que vacas em fraca condição corporal à altura do parto produzem mais leite durante a lactação total e com menores problemas reprodutivos que vacas em boa condição corporal, e que as primeiras utilizam maior percentagem de energia do alimento directamente para a produção de leite que as segundas. Estas observações são ainda objecto de controvérsia científica (FIGUEIREDO NUNES-comunicação pessoal).

## 7. IMPORTÂNCIA DA VACA LEITEIRA DE ELEVADA PRODUÇÃO NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE.

Uma vaca com potencial para produção de 8000 kg de leite numa lactação produz mais de 35 kg /dia durante 2,5 meses, mais de 30 kg durante 4 meses, mais de 25 kg durante 5 meses e mais de 20 kg durante 230 dias. Uma vaca que produza 6000 kg dá 25 kg/dia durante 3 meses. Tais animais são assim muito exigentes relativamente ao manejo geral (alimentar, reprodutivo). A intensificação dos sistemas produtivos deve basear-se em biotipos de elevado potencial produtivo. A resposta da vaca leiteira a "inputs" suplementares de alimento depende do potencial produtivo do animal (BROSTER, 1980) (Fig.35): existe uma relação linear positiva entre a produção de leite por vaca e a eficiência de conversão do alimento em leite. As mesmas diferenças são também observadas nos retornos económicos (ASSIS, 1982) (Fig.36). Deve-se

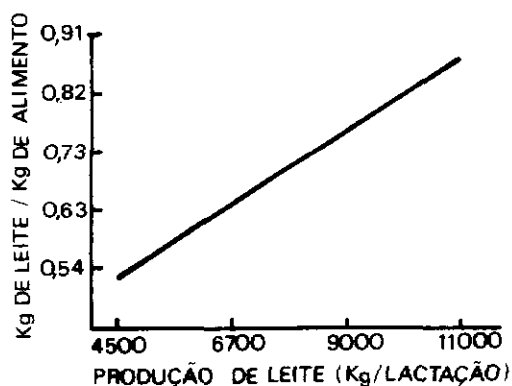


FIG.35-Relação entre nível de produção de leite da vaca e eficiência de utilização dos alimentos.

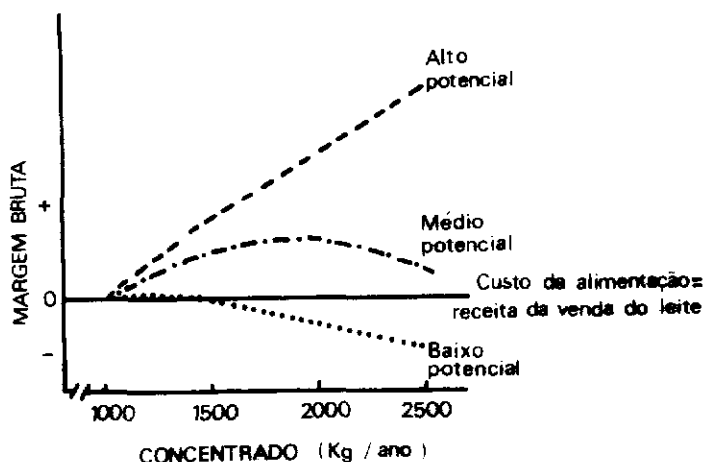


FIG.36-Retorno económico do concentrado em função da capacidade produtiva do animal (ASSIS, 1982).

salientar, contudo, que embora também dependendo do potencial produtivo, as respostas são sempre sujeitas à lei dos rendimentos decrescentes (Fig.37).

O aumento no "input" de concentrados e na produção de pastagem (intensificação das adubações) tem conduzido na maior parte dos países da CEE a um simultâneo aumento no encabeçamento (litros de leite/ha) e na margem

econômica bruta/ha (PORTUGAL e MARTINS,1982).Mesmo na situação de imposição de quotas de produção (norma na CEE) a intensificação revela-se inevitável para a sobrevivência econômica dada a diminuição dos custos fixos (nº de animais,mão de obra,recria da novilha...).A este propósito são significativos os resultados de estudos realizados sobre 1.800 explorações leiteiras em França,classificadas em 4 grupos segundo o nível de intensificação (Quadro 16).Segundo este estudo a intensificação resulta de um conjun-

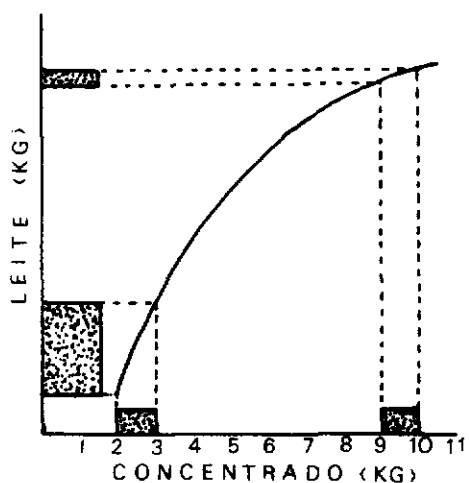


FIG.37-Respostas decrescentes na produção de leite ao "input" de concentrados.

QUADRO 16-Comparação de 4 grupos de explorações leiteiras segundo o seu grau de intensificação (PEYRAUD,1985).

	Grupos			
	1	2	3	4
Kg leite/ha/ano	3.680	5.690	6.140	10.440
Encabeçamento (cabeças normais)	1,5	1,8	2,0	2,6
Produção de leite (Kg/vaca/ano)	3.930	4.430	4.830	5.560
Custo do concentrado (Francos/vaca)	1.150	1.230	1.410	1.770
Lucro (Fr./ha)	1.790	2.460	3.410	5.320

to de melhoramentos combinados:na produção forrageira;no potencial dos animais e no manejo geral da exploração.A intensificação engendra por parte do produto bruto uma economia sobre os encargos de estrutura superior ao aumento dos encargos variáveis.Neste estudo não se verificou aumento do custo de concentrado por litro de leite quando a produtividade do rebanho aumenta.A melhoria observada no lucro não é anulada pelo aumento dos encargos ligados ao capital.A intensificação acompanha-se,para as explorações globalmente em regime de cruzeiro,dentro de cada grupo,de uma redução do peso dos encargos financeiros e de uma melhoria da produtividade do capital.

Como "pivots" do sistema intensificado surgem inevitavelmente rebanhos de vacas de elevada produção,forragens de elevada qualidade e racionalmente complementadas a par com um elevado plano de gestão técnica.

## BIBLIOGRAFIA

- ABREU, J.T.V. and COSTA, C.G., 1981. Influência do Concentrado no Nível de Produção de Leite de Vacas Holando-Portuguesas em Pastoreio no Posto Experimental da Fataca-Odemira. Public. Estação Agronômica Nacional, Oeiras, INIA, Lisboa, 1981.
- ARC, 1980. Agricultural Research Council, 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Ed: Commonwealth Agricultural Bureaux, London.
- ASSIS, A.G., 1982. Sistema de Alimentação de Vacas em Produção. Documento nº 7, EMBRAPA, 1982. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite-CNPGL - -ISSN 0101-0581, Brasil.
- BADINAND, 1983. Relations Fertilité-Niveaux de Production-Alimentation. In : Particularités Nutritionnelles des Vaches à Haut Potentiel de Production. Bull. Tech. CRZV, Theix, INRA, 1983, 53, 73-83.
- BAILE, C.A. and DELLA-FERA, A., 1981. Nature of Hunger and Satiety Control Systems in Ruminants. J. Dairy Sci., 64, 1140-1152.
- BAIRD, G.D., 1981. Metabolic Modes Indicative of Carbohydrate Status in the Dairy Cow. Fed. Proc., 40, 2530-2535.
- BALDWIN, B.R.; FORSBERG, N.E. and HU, C.Y., 1985. Potential for Altering Energy Partition in the Lactating Cow. J. Dairy Sci., 68, 3394-3402.
- BATH, D.L., 1985. Biological Requirements for Economic Efficiency. J. Dairy Sci., 68, 1579-1584.
- BATH, D.L. and BENNETT, L.F., 1980. Development of a Dairy Feeding Model for Maximizing Income Above Feed Cost with Access by Remote Computer Terminals. J. Dairy Sci., 63, 1379.
- BATH, D.L.; RONNING, M.; MEYER, J.H. and LOFGREEN, G.P., 1965. Caloric Equivalent of Live Weight Loss of Dairy Cattle. J. Dairy Sci., 48, 374.
- BAUMAN, D.E. and CURRIE, W.B., 1980. Partitioning of Nutrients During Pregnancy and Lactation: a Review of Mechanisms Involving Homeostasis and Homeorhesis. J. Dairy Sci., 63, 1514-1529.
- BAUMAN, D.E.; AKERS, R.M.; CHAPIN, L.T.; TUCKER, H.A. and Convey, E.M., 1979. Effect of Level of Intake on Serum Concentrations of Prolactin and Growth Hormone in Lactating Cows. J. Dairy Sci., 62 (Suppl. 1), 114.

- BAUMAN, D.E.; EPPARD, P.J.; DeGEETER, M. and LANZA, M.G., 1985. Responses of High-Producing Dairy Cows to Long-Term Treatment With Pituitary Somato-tropin and Recombinant Somato tropin. J. Dairy Sci., 68, 1352-1362.
- BEEVER, D.E. and THOMSON, 1981. The Potential of Protected Proteins in Ruminant Nutrition. In: Recent Developments in Ruminant Nutrition, 82-98. Ed: W. Haresign and D.J.A. Cole, 1981. Butterworths, London.
- BINES, J.A., 1979. Voluntary Food Intake. In: Feeding Strategy for the High Yielding Dairy Cow. Ed: W.H. Broster and H. Swan, 1979. EAAP Publication n<sup>o</sup> 25, Granada Publishing, London.
- BINES, J.A. and HART, I.C., 1982. Metabolic Limits to Milk Production, Especially Roles of Growth Hormone and Insulin. J. Dairy Sci., 65, 1375-1389.
- BINES, J.A.; NAPPER, D.J. and JOHNSON, V.W., 1977. Long-Term Effects of Level of Intake and Diet Composition on the Performance of Lactating Dairy Cows. 2. Voluntary Intake and Ration Digestibility in Heifers. Proc. Nutr. Soc., 36, 146 A.
- BLUM, J.W.; KUNZ, P.; LEUENBERGER, H.; GAUTSCHI, K. and KELLER, M., 1983. Thyroid Hormones, Blood Plasma Metabolites and Haematological Parameters in Relationship to Milk Yield in Dairy Cows. Anim. Prod., 36, 93-104.
- BOTTS, R.L.; HEMKEN, R.W. and BULL, L.S., 1979. Protein Reserves in the Lactating Dairy Cow. J. Dairy Sci., 62, 433-440.
- BROSTER, W.H., 1976. Plane of Nutrition for the Dairy Cow. In: Principles of Cattle Production, 271. Ed: H. Swan and W.H. Broster, 1976. Butterworths, London.
- BROSTER, W.H., 1979. The Role of the High Yielding Dairy Cow. In: Feeding Strategy for the High Yielding Dairy Cow. Ed: W.H. Broster and H. Swan, 1979. EAAP Publication n<sup>o</sup> 25, Granada Publishing, London., 411-425.
- BROSTER, W.H., 1980. Developments in Feeding Dairy Cows. ADAS Quartely Rev., 39, 234-255.
- BROSTER, W.H. and THOMAS, C., 1981. The Influence of Level and Pattern of Concentrate Input on Milk Output. In: Recent Advances in Animal Nutrition, 49-69. Ed: W. Haresign, 1981, Butterworths, London.
- BAUMAN, D.E.; STUART, N.Mc.; WAYNE, P.J.E. and SECHEN, S.J., 1985. Sources of Variation and Prospects for Improvement of Productive Efficiency in the Dairy Cow: A Review. J. Anim. Sci., 60, 583-592.



- BROSTER, W.H.; SUTTON, J.D. and BINES, J.A., 1979. Concentrate:Forage Ratios for High Yielding Dairy Cows. In: Recent Advances in Animal Nutrition, 99-126. Ed: H. Haresign and D. Lewis, 1979. Butterworths, London.
- BROSTER, W.H.; SUTTON, J.D. and BINES, J.A., 1981. Concentrate:Forage Ratios for High Yielding Dairy Cows. In: Recent Developments in Ruminant Nutrition, 325-352. Ed: W. Haresign and D.J.A. Cole, 1981. Butterworths, London.
- BRUCKENTAL, I.; AMIR, S.; TAGARI, H.; DROVI, D.; NEWMARK, H. and KENNIT, H., 1977. Minimum Protein Requirement for Milking Cows. In: Protein and Non-Protein Nitrogen for Ruminants, 175-182. Pergamon Press, Oxford.
- BRUMBY, P.A.; STORRY, J.E.; BINES, J.A. and FULFORD, R.J., 1978. Utilization of Energy for Maintenance and Production in Dairy Cows Given Protected Tallow During Early Lactation. J. Agric. Sci., Camb., 91, 151-159.
- CHILLIARD, Y.; REMOND, B.; SAUVANT, D. and VERMOREL, M., 1983. Particularités du Métabolisme Énergétique. In: Particularités Nutritionnelles des Vaches à Haut Potentiel de Production. Bull. Tech. CRZV, Theix, INRA, 1983, 53, 37-64.
- CLARK, J.H. and Davis, C.L., 1983. Future Improvement of Milk Production: Potential for Nutritional Improvement. J. Anim. Sci., 57, 750-764.
- CONRAD, H.R.; PRATT, A.D. and HIBBS, J.W., 1964. Regulation of Feed Intake in Dairy Cows. 1. Change in Importance of Physical and Physiological Factors With Increasing Digestibility. J. Dairy Sci., 47, 54.
- COPPOCK, C.E., 1985. Energy Nutrition and Metabolism of the Lactating Dairy Cow. J. Dairy Sci., 68, 3403-3410.
- COPPOCK, C.E.; NOLLER, C.H.; WOLFE, S.A.; CALLAGHAN, C.J. and BAKER, J.S., 1972. Effect of Forage-Concentrate Ratio in Complete Feeds Fed ad libitum on Feed Intake Prepartum and the Occurrence of Abomasal Displacement in Dairy Cows. J. Dairy Sci., 55, 783-789.
- CORSE, D.A., 1981. The Application of Non-Protein Nitrogen, Protected Proteins and Rumen Fermentation Control in UK Feeding Systems. In: Recent Developments in Ruminant Nutrition, 215-227. Ed: W. Haresign and D.J.A. Cole, 1981. Butterworths, London.
- CURRAN, M.K. and HOLMES, W., 1970. Prediction of the Voluntary Intake of Food by Dairy Cows. 2. Lactating Grazing Cows. Anim. Prod., 12, 213-224.

- CURRAN, M.K.; WIMBLE, R.H. and HOLMES, W., 1970. Prediction of the Voluntary Intake of Food by Dairy Cows. 1. Stall-Fed Cows in Late Pregnancy and Early Lactation. Anim. Prod., 12, 195-212.
- DECAEN, C. and JOURNET, M., 1967. Evolution, au Début de la Lactation, de la Sécrétion des Principaux Acides Gras du Lait et de la Concentration en Acides Gras Libres du Sang Chez la Vache. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 7, 131-143.
- DELOUIS, C., 1983. Equilibre Endocrinien et Production Laitière. In: Particularités Nutritionnelles des Vaches à Haut Potentiel de Production, 27-36. Bull. Tech. CRZV, Theix, INRA, 1983, 53, 27-36.
- DOREAU, M. and REMOND, B., 1982. Comportement Alimentaire et Utilisation Digestive d'une Ration de Composition Constante Chez la Vache Laitière en Fin de Gestation et Début de Lactation. Reprod. Nutr. Dév., 22, 307-324.
- DOREAU, M. and REMOND, B., 1983. Capacité Digestive et Niveau de Production Laitière. In: Particularités Nutritionnelles des Vaches à Haut Potentiel de Production, 17-26. Bull. Tech. CRZV, Theix, INRA, 1983, 53, 17-26.
- DUNKLEY, W.L. and PELISSIER, C.L., 1981. Relationship of United States Dairy Industry to Dairying Internationally. J. Dairy Sci., 64, 975-995.
- FLATT, W.P.; MOORE, L.A.; HOOVEN, N.W. and PLOWMAN, R.D., 1965. Energy Metabolism Studies with a High Producing Lactating Dairy Cow. J. Dairy Sci., 48, 797-798.
- FLATT, W.P.; MOE, P.W. and MOORE, L.A., 1969. Influence of Pregnancy and Ration Composition on Energy Utilization by Dairy Cows. In: Energy Metabolism of Farm Animals, 123-136. Ed: Oriel Press, Newcastle. 1969. Publ. K.L. Blaxter; J. Kielanowski and G. Thornek.
- FLUX, D.S.; MACKENZIE, D.D.S. and WILSON, G.F., 1984. Plasma Metabolite and Hormone Concentrations in Friesian Cows of Different Genetic Merit Measured at Two Feeding Levels. Anim. Prod., 38, 377-384.
- FORBES, J.M., 1978. Models of the Control of Food Intake and Energy Balance in Ruminants. In: Hunger Models: Quantitative Theory of Feeding Control, 323. Ed: D.A. Booth. Academic Press, London, 1978.
- GARNSWORTHY, P.C. and TOPPS, J.H., 1982. The Effect of Body Condition of Dairy Cows at Calving on Their Food Intake and Performance When Given Complete Diets. Anim. Prod., 35, 113-119.

- GRAINGER, C.; DAVEY, A.W.F. and HOLMES, C.W., 1985. Performance of Friesian Cows with High and Low Breeding Indexes. 1. Stall Feeding and Grazing Experiments and Performance During the Whole Lactation. Anim. Prod., 40, 379-388.
- GRIEVE, D.G.; MACLEOD, G.K.; BATRA, T.R.; BURNSIDE, E.B. and STONE, J.B., 1976. Relationship of Feed Intake and Ration Digestibility to Estimated Transmitting Ability, Body Weight, and Efficiency in First Lactation. J. Dairy Sci., 59, 1312-1318.
- HAGEMEITER, H.; KAUFMANN, W. and PFEFFER, E., 1976. Factors Influencing the Supply of Nitrogen and Amino Acids to the Intestine of Dairy Cows. In: Protein Metabolism and Nutrition, 425-439. Ed: Cole et al., 1976. Butterworths, London.
- HAGEMEISTER, H.; LUPPING, W. and KAUFMANN, W., 1981. Microbial Protein Synthesis and Digestion in the High-Yielding Dairy Cow. In: Recent Advances in Ruminant Nutrition, 31-48. Ed: W. Haresign and D.J.A. Cole, 1979. Butterworths, London.
- HAMMOND, J., 1952. Physiological Limits to Intensive Production in Animals. Brit. Agr. Bull. IV (16), 222.
- HARB, M.Y. and CAMPLING, R.C., 1982. Variation Between Lactating Dairy Cows in Eating Behaviour, Digestibility and Food Intake. Anim. Prod., 34, 372.
- HARRISON, D.G.; BEEVER, D.E.; THOMSON, D.J. and OSBOURN, D.E., 1976. Manipulation of Fermentation in the Rumen. J. Sci. Food Agric., 27, 617-620.
- HART, I.C. and BINES, J.A., 1985. The Effect of Injecting or Infusing Low Doses of Bovine Growth Hormone on Milk Yield, Milk Composition and the Quantity of Hormone in the Milk Serum of Cows. Anim. Prod., 40, 243-250.
- HART, J.C.; BINES, J.A.; MORANT, S.V. and RIDLEY, J.L., 1978. Endocrine Control of Energy Metabolism in the Cow: Comparison of the Levels of Hormones (Prolactin, Growth Hormone and Thyroxine) and Metabolites in the Plasma of High- and Low-Yielding Cattle at Various Stages of Lactation. J. Endocr., 77, 333-345.
- HART, I.C.; BINES, J.A. and MORANT, S.V., 1979. Endocrine Control of Energy Metabolism in the Cow: Correlations of Hormones and Metabolites in High and Low Yielding Cows for Stages of Lactation. J. Dairy Sci., 62, 270-277.

- HART, I.C.; BINES, J.A. and MORANT, S.V., 1980. The Secretion and Metabolism Clearance Rates of Growth Hormone, Insuline and Prolactin in High-and Low-Yielding Cattle at Four Stages of Lactation. Life Sci., 27, 1839.
- HIBBIT, K.G., 1984. Effect of Protein on the Health of Dairy Cows. In: Recent Advances in Animal Nutrition, 189-200. Ed: W. Haresign and D.J.A. Cole, 1984. Butterworths, London.
- HIBBS, J.W. and CONRAD, H.R., 1975. Minimum Concentrate Feeding for Efficient Milk Production. Wld. Anim. Rev., Rome, 15, 33-38.
- HUNGATE, R.E., 1966. The Rumen and its Microbes. New York and London; Academic Press, 1966.
- INRA, 1978. Institut National de la Recherche Agronomique, 1978. Alimentation des Ruminants, éd: INRA Publications, Versailles.
- JENNY, B.F. and Polan, C.E., 1975. Postprandial Blood Glucose and Insulin in Cows Fed High Grain. J. Dairy Sci., 58, 512.
- JOURNET, M., 1981. Les Contraintes Alimentaires des Vaches à Haut Potentiel de Production. In: La Production Laitière Française-Evolution Récente Perspectives. Ed: INRA Publications, Route de St Cyr 78000 Versailles.
- JOURNET, M., 1983. Capacité d'Ingestion. In: Particularités Nutritionnelles des Vaches à Haut Potentiel de Production. Bull. Tech. CRZV, Theix, INRA, 1983, 53, 9-15.
- JOURNET, M. and DEMARQUILLY, C., 1979. Grazing. In: Feeding Strategy for the High Yielding Dairy Cow. Ed: W.H. Broster and H. Swan, 1979. EAAP Publication n° 25, Granada Publishing, London.
- JOURNET, M. and RÉMOND, B., 1976. Physiological Factors Affecting the Voluntary Intake of Feed by Cows: a Review. Livestck Prod. Sci., 3, 129-146.
- JOURNET, M. and REMOND, B., 1978. Rationnement Énergétique Selon le Stade de Lactation et le Niveaux de Production. In: La Vache Laitière, 121-142. INRA Publications, Route de St Cyr, 78000 Versailles.
- JOURNET, M.; FAVERDIN, P.; REMOND, B. and VERITÉ, R., 1983. Niveau de Qualité des Apports Azotés en Début de Lactation. Bull. Tech. CRZV, Theix, INRA, 51, 7-17.
- KAUFMANN, W., 1979. Protein Utilization. In: Feeding Strategy for the High Yielding Dairy Cow, 90-113. Ed: W.H. Broster and H. Swan. EAAP Publ. n° 25 Granada Publishing, 1979.

- KRONFELD,D.S.,1976. The Potential Importance of the Proportions of Glucogenic,Lipogenic and Aminogenic Nutrients in Regard to the Health and Productivity of Dairy Cows. Adv. Anim. Physiol. Anim. Nutr.,7,5-26.
- KRONFELD,D.S.,1982. Major Metabolic Determinants of Milk Volume,Mammary Efficiency,and Spontaneous Ketosis in Dairy Cows. J. Dairy Sci., 65, 2204-2212.
- KRONFELD,D.S.;DONOGHUE,S.;NAYLOR,J.M.;JOHNSON,K. and BRADELY,A.,1980. Metabolic Effects of Feeding Protected Tallow to Dairy Cows.J. Dairy Sci., 63,545-552.
- KUNZ,P.L. and BLUM,J.W.,1985. Effects of Different Energy Intakes Before and After Calving on Food Intake,Performance and Blood Hormones and Metabolites in Dairy Cows. Anim. Prod.,40,219-231.
- LEAVER,J.D.,1981. The Contribution of Grass and Conserved Forages to the Nutrient Requirements for Milk Production. In: Recent Advances in Animal Nutrition,71-80. Ed: W. Haresign. Butterworths,London,1981.
- MAFF,1975. Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants. Technical Bulletin 33.London.HMSO.
- MC MENIMANN,N.P.;BEN-GHEDALIA,D. and ARMSTRONG,D.G.,1976. Nitrogen-Energy Interactions in Rumen Fermentation.In: Protein Metabolism and Nutrition,217-229. Ed: Cole et al.,1976. Butterworths,London.
- MEPHAM,T.B.,1982. Amino Acid Utilization by Lactating Mammary Gland. J. Dairy Sci.,65,287-298.
- MOE,P.W. and TYRREL,H.F.,1975. Efficiency of Conversion of Digested Energy to Milk. J. Dairy Sci.,58,602-610.
- NOLAN,J.V. and LENG,R.A.,1983. Nitrogen Metabolism in the Rumen and Its Measurement. In: Nuclear Techniques for Assessing and Improving Ruminant Feeds. IAEA,Vienna,1983.STI/PUB/636 ISBN 92-0-111183-5.
- OLDHAM,J.D.,1981. Amino Acid Requirements for Lactation in High-Yielding Dairy Cows.In: Recent Developments in Ruminant Nutrition,49-81. Ed: W. Haresign and D.J.A. Cole,1981.Butterworths,London.
- OLDHAM,J.D.,1983. Patterns of Nutrient Utilization.Implications for Nitrogen Metabolism.In: Nuclear Techniques for Assessing and Improving Ruminant Feeds,105-124. IAEA,Vienna,1983. STI/PUB/636 ISBN 92-0-111183-5.

- OLDHAM, J.D. and LINDSAY, D.B., 1983. Interrelationships Between Protein-Yielding and Energy-Yielding Nutrients. In: Protein Metabolism and Nutrition, 183-209. Ed. INRA, 1983, 1. (Les Colloques de l'INRA, n° 16).
- OLDHAM, J.D. and SUTTON, J.D., 1979. Milk Composition and the High Yielding Cow. In: Feeding Strategy for the High Yielding Dairy Cow, 114-147. Ed: W. H. Broster and H. Swan, 1979. EAAP Public. n° 25, Granada Publib., London.
- OLDHAM, J.D. and TAMMINGA, S., 1980. Amino Acid Utilization by Dairy Cows. 1. Methods of Varying Amino Acid Supply. Livest. Prod. Sci., 7, 437-452.
- ORSKOV, E.R., 1980. Possible Nutritional Constraints in Meeting Energy and Amino Acid Requirements of the Highly Productive Ruminant. In: Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants, 309-324. Ed: Y. Ruckebusch and P. Thivend, 1980. MTP Press, London.
- ORSKOV, E.R.; HUGHES-JONES, M. and MCDONALD, I., 1981. Degradability of Protein Supplements and Utilization of Undegraded Protein by High Producing Dairy Cows. In: Recent Developments in Ruminant Nutrition, 17-30. Ed: W. Haresign and D.J.A. Cole, 1981. Butterworths, London.
- OWENS, F.N., 1982. Protein Requirements for Cattle. Symposium Oklahoma State University, Stillwater.
- PAQUAY, R.; GODEAU, J.M.; DE BAERE, R. and Lousse, A., 1973. The Effects of Protein Content of the Diet on Performance of Lactating Cows. J. Dairy Res., 40, 93-103.
- PEEL, C.J.; FRONK, T.J.; BAUMANN, D.E. and GOREWIT, R.C., 1983. Effect of Exogenous Growth Hormone in Early and Late Lactation on Lactational Performance of Dairy Cows. J. Dairy Sci., 66, 776-782.
- PERKINS, B.L.; SMITH, R.D. and SNIFFEN, C.J., 1983. Effects of Body Condition on Liver Fat Content and Performance in Dairy Cows (Abstr. ). J. Dairy Sci., 66, (Suppl. 1), 220.
- PEYRAUD, J.-C., 1985. A l'Ha... de 6500 à 14500 Kg de Lait et 14 Vaches de Plus. L'Elevage Bovin, 148, 61-64.
- PONCET, C., 1981. La Digestion Chez le Ruminant et Ses Manipulations. Bull. Tech. CRZV, Theix, INRA, 1981, 45, 57-61.
- PORTUGAL, A.V. e MARTINS, L.C., 1981. Actual Situação Agro-Leiteira. Seminário Nacional de Lacticínios. Ed: Vale de Cambra, Portugal.

- RADLOFF, H.D.; SCHULTZ, L.H. and HOEKSTRA, W.G., 1966. Relationship of Plasma Free Fatty Acids to Other Blood Components in Ruminants Under Various Physiological Conditions. J. Dairy Sci., 49, 179-182.
- REID, I.M., 1980. The Incidence and Severity of Fatty Liver in Dairy Cows. Vet. Rec., 107, 281-284.
- REID, J.T. and ROBB, J., 1971. Relationship of Body Composition to Energy Intake and Energetic Efficiency. J. Dairy Sci., 51, 553-564.
- REID, I.M.; ROBERTS, C.J.; COLLINS, R.A. and DEW, S.M., 1979. Fatty Liver Infertility in Dairy Cows in Early Lactation (Abstr.). Proc. Nutr. Soc., 38, 67A.
- REMESY, C.; CHILLIARD, Y.; AROIERA, L.; MAZUR, A.; FAFOURNOUX, P. and DEMIGNE, C., 1984. Le Métabolisme des Lipides et Ses Dérivations Chez les Ruminants Durant la Gestation et la Lactation. Bull. Tech. CRZV, Theix, INRA, 55, 53-71.
- SATTER, L.D. and ROFLER, R.E., 1975. Nitrogen Requirement and Utilization in Dairy Cattle. J. Dairy Sci., 58, 1219-1237.
- SAUVANT, D. and JOURNET, M., 1983. Avant-Propos, 1984. In: Particularités Nutritionnelles des Vaches à Haut Potentiel de Production. Bull. Tech. CRZV, Theix, INRA, 1983, 53, 5-7.
- SMITH, R.H., 1979. Synthesis of Microbial Nitrogen Compounds in the Rumen and Their Subsequent Digestion. J. Anim. Sci., 49, 1604-1614.
- STORRY, J.E., 1981. The Effect of Dietary Fat on Milk Composition. In: Recent Advances in Animal Nutrition, 3-33. Ed: W. Haresign, 1981. Butterworths, London.
- SUTTON, J.D., 1981. Concentrate Feeding and Milk Composition. In: Recent Advances in Animal Nutrition, 35-48. Ed: W. Haresign, 1981. Butterworths, London.
- SUTTON, J.D., 1985. Digestion and Absorption of Energy Substrates in the Lactating Cow. J. Dairy Sci., 78, 3376-3393.
- SUTTON, J.D.; BROSTER, W.H.; SCHULLER, E.; SMITH, T. and NAPPER, D.J., 1977. Proc. Nutri. Soc., 36, 147A.
- SWAN, H., 1979. Physiology of Lactation and Reproduction. In: Feeding Strategy For the High Yielding Dairy Cow, 49-67. Ed: W.H. Broster and H. Swan. Granada Publishing, London.

- TAMMINGA, S., 1983. Recent Advances in Our Knowledge in Protein Digestion and Absorption in Ruminants. In: Protein Metabolism and Nutrition, 263 - 287. Ed: INRA Publ., 1983, 1 (Les Colloques de l'INRA, n° 16).
- THOMAS, P.C., 1982. Utilization of Conserved Forages. In: Forage Protein in Ruminant Animal Production, 67-76. Occasional Publication n° 6-British Soc. Anim. Prod., 1982. Ed: D.J. Thomson; D.E. Beever and R.G. Gunn.
- THOMAS, P.C. and ROOK, J.A.F., 1981. Manipulation of Rumen Fermentation. In: Recent Developments in Ruminant Nutrition, 157-183. Ed: W. Haresign and D.J.A. Cole, 1981. Butterworths, London.
- THOMSON, D.J., 1982. The Nitrogen Supplied by and The Supplementation of Fresh or Grazed Forage. In: Forage Protein in Ruminant Animal Production. 53-66. Occasional Publication n° 6-British Soc. Anim. Prod., 1982. Ed: D. J. Thomson; D.E. Beever and R.G. Gunn.
- TREACHER, R.J.; STARK, A.J. and COLLIS, K.A., 1979. The Health and Performance of Cows Fed Large Amounts of Urea. J. Dairy Res., 46, 1.
- TRENKLE, A., 1981. Endocrine Regulation of Energy Metabolism in Ruminants. Fed. Proc., 40, 2536-2541.
- TROCCON, J.L.; RULQUIN, H. and JOURNET, M., 1979. Capacité d'Ingestion Comparée des Vaches Primipares et Multipares. Bull. Tech. CRZV, Theix, INRA, 36, 43-48.
- TYRREL, H.F. and MOE, P.W., 1972. Net Energy Value for Lactation of a High and Low Concentrate Ration Containing Corn Silage. J. Dairy Sci., 55, 1106-1112.
- TYRREL, H.F. and MOE, P.W., 1975. Effect of Intake on Digestive Efficiency. J. Dairy Sci., 58, 1151-1163.
- VAN ES, A.J.H. and BOEKHOLT, H.A., 1976. Protein Requirement in Relation to the Lactation Cycle. In: Protein Metabolism and Metabolism, 441-455. Ed: Cole et al., 1976. Butterworths, London.
- VERMOREL, M., 1978. Energy. In: L'Alimentation des Ruminants, 47-88. Ed: INRA Publications, 78000 Versailles.
- VERMOREL, M., 1981. Quelques Aspects du Métabolisme Intermédiaire Chez les Ruminants. Bull. Tech. CRZV, Theix, INRA, 1981, 46, 73-79.



- VERMOREL,M;REMOND,B.;VERNET,J.;HART,I.C. and LIAMADIS,D.,1982. Utilization of Body Reserves by High- Producing Cows in Early Lactation;Effects of Crude Protein and Amino Acid Supply. In: Energy Metabolism of Farm Animals,18-21. Ed: A. Ekern and F. Sundstol.EAAP Publ. nº 29.
- WALSH,D.S.;VESELY,J.A. and MAHADEVAN,S.,1980. Relationship Between Milk Production and Circulating Hormones in Dairy Cows. J. Dairy Sci.,63,290 - 294.
- WEBSTER,A.J.F.;SIMMONS,I.P. and KITCHERSIDE,M.A.,1982. Forage Protein and the Performance and Health of the Dairy Cow. In: Forage Protein in Ruminant Animal Production,89-95. Occasional Publication nº 6-British Society of Animal Production,1982. Ed: D.J. Thomson;D.E. Beever and R.G. Gunn.
- WHEELER,W.E. and NOLLER,C.H.,1976. Limestone Buffers in Complete Mixed Rations for Dairy Cattle. J. Dairy Sci.,59,1788.
- WIKTORSSON,H.,1979. General Plane of Nutrition for Dairy Cows. In: Feeding Strategy for The High Yielding Dairy Cow,148-170. Ed: W.H. Broster and H. Swan,1979. Granada Publishing,London.

