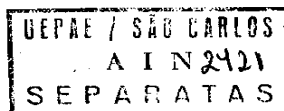


# NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE DE ALTA PRODUÇÃO



Aliomar Gabriel da Silva  
Ruy da Carvalheira Wanderley  
EMBRAPA/UEPAE de São Carlos  
Caixa Postal 339  
13560-970 - São Carlos - SP

## 1. Introdução

A produção de leite no gado bovino tem aumentado continuamente como resultado do melhoramento genético, avanços da nutrição, controle de doenças e manejo adequado. Animais com maior potencial leiteiro têm representado um constante desafio para desenvolver novos métodos de alimentação que atendam às suas exigências nutricionais.

Vacas leiteiras, com produção acima de 30 kg diários, demandam elevadas quantidades de nutrientes para a síntese do leite. Para atender estes requerimentos os animais dependem da ingestão de grande quantidade de alimentos de alta qualidade.

## 2. Exigências Nutricionais e Condição Corporal

As exigências nutricionais variam ao longo da lactação, mas são maiores nas semanas que precedem o pico da produção. Adicionalmente, nesta fase, a ingestão voluntária é limitada e o consumo não aumenta com a rapidez necessária ao atendimento da demanda fisiológica.

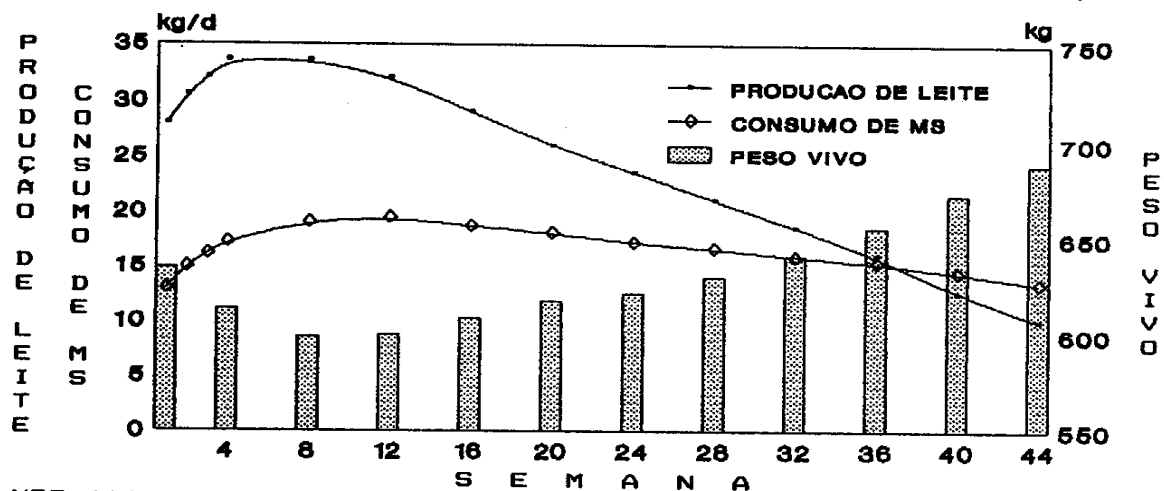
As Figuras 1 e 2, mostram o padrão da curva de lactação, do consumo de matéria seca e a evolução do peso vivo, além de uma estimativa do balanço energético para vacas em produção.

A defasagem entre o consumo voluntário e a demanda por nutrientes, que é determinada pelo aumento rápido da produção, resulta em balanço negativo de nutrientes nas primeiras semanas da lactação. Uma depressão no consumo, estimada em 15% (10), pode ainda ocorrer nas 3 semanas subsequentes ao parto, acentuando o déficit e realçando a importância crítica da nutrição neste período.

As normas do NRC (14) estimam os requerimentos considerando o peso e a produção de leite. Entretanto, para as 3 primeiras semanas de lactação, a recomendação é independente do peso e da produção (Tabela 1).

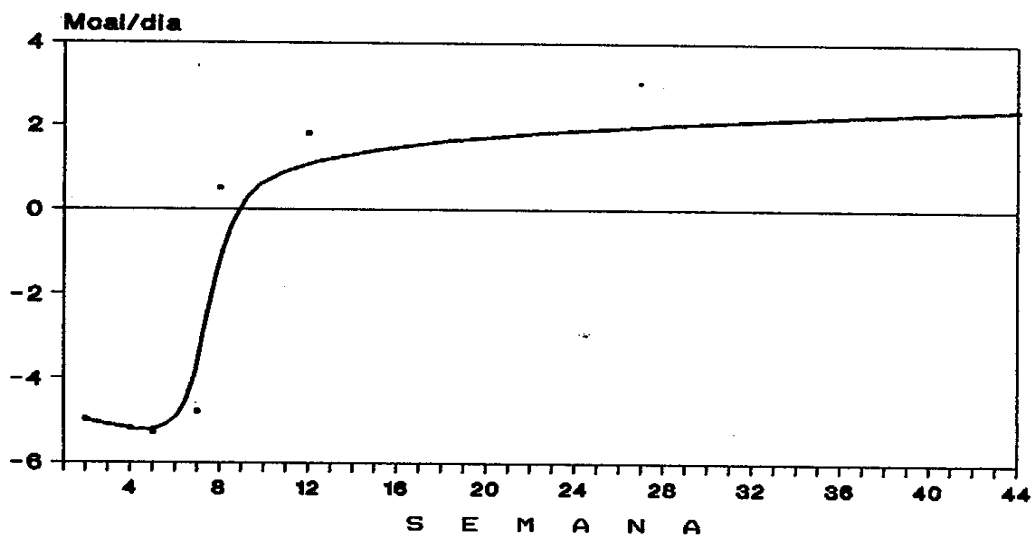
O consumo de matéria seca é a variável mais importante que afeta o desempenho animal (32). Está relacionado com outras variáveis como: tamanho, nível de produção, estágio da lactação, comportamento social, condição corporal, condições ambientais e tipo e qualidade dos componentes da dieta. Da ingestão de matéria seca depende a quantidade de nutrientes disponíveis ao animal.

Figura 1. Variação da produção de leite, do consumo de matéria seca e do peso vivo durante a lactação



NRC (14)

Figura 2. Balanço energético durante a lactação



NRC (14)

No início da lactação, como as vacas normalmente se valem das suas reservas corporais, particularmente dos depósitos de gordura, para fazer face ao déficit energético, ocorre perda de peso ou de condição corporal.

**Tabela 1. Recomendação de nutrientes da dieta para vaca leiteira no início da lactação.**

|                               |       |         |
|-------------------------------|-------|---------|
| -----                         |       |         |
| Energia:                      |       |         |
| Energia líquida para lactação | 1,67  | Mcal/kg |
| Energia metabolizável         | 2,80  | Mcal/kg |
| Energia digestível            | 3,22  | Mcal/kg |
| NDT                           | 73,00 | %       |
| Proteína                      |       |         |
| Proteína Bruta                | 19,00 | %       |
| Proteína não degradável       | 7,00  | %       |
| Proteína degradável           | 9,70  | %       |
| Cálcio                        | 0,77  | %       |
| Fósforo                       | 0,48  | %       |
| -----                         |       |         |

NRC (14)

A condição corporal é o primeiro indicador da mobilização da gordura antes mesmo de ocorrer significativa perda de peso. Por isso o escore da condição corporal (Tabela 2), que varia de 1 a 5, tem-se tornado uma excelente estratégia de manejo (6).

**Tabela 2. Escores das condições corporais.**

| Estágio da lactação | Escore Ideal | Variação  |
|---------------------|--------------|-----------|
| -----               |              |           |
| Seca                | 3,50         | 3,25-3,75 |
| Parto               | 3,50         | 3,25-3,75 |
| Início da lactação  | 3,00         | 2,50-3,25 |
| Meio da lactação    | 3,25         | 2,75-3,25 |
| Final da lactação   | 3,50         | 3,00-3,50 |
| -----               |              |           |

Sniffen e Ferguson (29)

Mudanças na condição corporal, particularmente as rápidas, são importantes indicadores da saúde e do manejo. Se muito gorda (escore 5) ou muito magra (escore 1), a vaca corre o risco de apresentar problemas metabólicos e doenças, com o decréscimo na produção de leite e baixa taxa de concepção. Aquelas que ao parto apresentam escore 5, consomem menos alimentos que as vacas mais magras, enquanto que as muito magras (escore 1) não tem suficiente reserva. Em ambos os casos, não há a possibilidade de ser alcançado o potencial de produção. Também, as muito magras não são capazes de recuperar a eficiência reprodutiva após o primeiros 30 dias de lactação.

### 3. Nutrição Proteica

Uma ração, nutricionalmente adequada, para expressar todo o seu potencial de produção, depende da interação entre a dieta, o animal e o ambiente (12). Modernos conceitos, como o suprimento de proteína ao nível do intestino, já fazem parte dos novos sistemas para cálculo de rações para o gado de leite, tais como o ARC (26), o PDI (30) e o NRC (14).

Devido as limitadas reservas corporais, as vacas são rapidamente afetadas pelas dietas deficientes em proteína, resultando em queda da produção, principalmente no início da lactação (35).

O estímulo para o aumento do consumo de alimentos, que deseja-se venha a ocorrer após o parto, depende da vaca estar recebendo uma dieta adequada em proteína (15, 31).

O teor de proteína na dieta sugerido pelo NRC (14) varia de 12% à 18% dependendo da produção leiteira. No entanto, nas primeiras 3 semanas de lactação, a recomendação é de 19% para todos os animais, independente da produção. Deste total, cerca de 38% é de proteína não degradável no rúmen enquanto que 60% de proteína utilizável pelos microorganismos do rúmen. Se a concentração de nitrogênio for inadequada, a síntese de proteína microbiana no rúmen pode ser reduzida (6).

O suprimento de proteína para o ruminante é feito pela proteína alimentar que escapa à degradação ruminal, pela proteína microbiana do rúmen e pela fração proteica endógena (33). As duas primeiras constituem a principal fonte de proteína para o animal. Alguns fatores relacionados com a dieta tem grande influência na extensão da síntese microbiana e degradação ruminal da proteína, e afetam marcadamente a quantidade e proporção de aminoácidos disponíveis para absorção no intestino dos ruminantes (21). Oldham e Tamminga (16), já em 1980, destacaram que o suprimento de aminoácidos, a nível do intestino era visto como de crucial importância para os novos sistemas de alimentação de gado de leite, embora reconheçam os limitados conhecimentos para tirar conclusões sobre a relação entre aquele suprimento e os requerimentos do animal. Atualmente, as recomendações são feitas considerando a degradabilidade ruminal (14), e atenção vem sendo dada a qualidade da proteína.

A reciclagem do nitrogênio ocorre nos ruminantes, especialmente quando alimentados com dieta concentrada. Al-Dehneh et al. (1) calcularam que 19% do nitrogênio total na digesta duodenal e 29% do nitrogênio bacteriano tinham origem endógena através do processo de reciclagem, em vacas em lactação recebendo dieta concentrada.

Devido à reciclagem de nitrogênio, o fluxo de proteína no duodeno é, geralmente, superior a quantidade ingerida na ração e a qualidade desta proteína é diferente daquela da dieta (34).

**Tabela 4. Efeito da qualidade da proteína e do controle do estresse térmico sobre a produção de leite.**

| Item            | Tratamento |     |     |     | Efeito P < |          |
|-----------------|------------|-----|-----|-----|------------|----------|
|                 | S-B        | S-A | C-B | C-A | Proteína   | estresse |
| Consumo MS kg/d | 23         | 24  | 25  | 24  | 0,18       | 0,10     |
| Leite kg/d      | 24         | 27  | 27  | 30  | 0,01       | 0,02     |
| Gordura %       | 3,2        | 3,2 | 3,3 | 3,2 | 0,86       | 0,72     |
| Proteína %      | 3,2        | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 0,60       | 0,14     |
| Escore corporal | 2,9        | 2,8 | 2,8 | 2,7 | 0,10       | 0,10     |

Alta (A) e baixa (B) qualidade da proteína da dieta.

Com (C) e sem (S) controle do estresse térmico.

Escore da condição corporal numa escala de 1 a 5.

Chen et al. (3)

#### 4. Nutrição energética

Animais em lactação usam energia com a mesma eficiência tanto para manutenção como para síntese do leite e por isso o valor energético dos alimentos está expresso no NRC (14) em termos apenas de energia líquida para lactação.

Existem limitações ao consumo voluntário nas primeiras semanas após o parto. Esta é a razão da necessidade de especial atenção à densidade energética das rações neste período.

Tanto gordura como fibra, amido ou proteína podem ser, individualmente, importantes fontes de energia para ruminantes. O amido é usualmente a fonte primária de energia em dietas de alta produção (23). Os principais cereais utilizados como fonte de amido são milho, sorgo, trigo e aveia. O sorgo tem se tornado importante alimento, principalmente nas regiões mais secas.

A energia da dieta das vacas de alta produção provem, em grande parte, dos grãos de cereais que constituem de 35 à 50 % da matéria seca da ração. Entretanto tanto gordura como sementes de oleaginosas têm sido utilizadas como suplemento para aumentar a densidade energética das dietas e atender a demanda destes animais por energia ou mesmo por ácidos graxos de cadeia longa.

A importância do processamento para aumentar a eficiência dos grãos já era reconhecida em 1918 (25) e vários são os métodos de processamento utilizados (5). O efeito do processamento, principalmente do milho e do sorgo, parece ser significativo especialmente para gado de alta produção (22).

A tabela 5 mostra uma comparação entre sorgo esmagado e sorgo esmagado após tratamento com vapor sob pressão, conhecido como "flaked", fornecidos em nível alto, 43%, e baixo, 35% da matéria seca da dieta.

**Tabela 3. Fluxo de aminoácidos no duodeno, expresso como percentagem da quantidade ingerida.**

| Aminoácidos     | Dieta concentrada | Dieta volumosa |
|-----------------|-------------------|----------------|
| Lisina          | 291               | 129            |
| Histidina       | 130               | 89             |
| Arginina        | 126               | 90             |
| Acido Aspártico | 167               | 68             |
| Treonina        | 195               | 113            |
| Serina          | 160               | 100            |
| Acido Glutâmico | 143               | 113            |
| Glicina         | 182               | 110            |
| Alanina         | 142               | 114            |
| Valina          | 151               | 96             |
| Isoleucina      | 174               | 110            |
| Leucina         | 122               | 100            |
| Tirosina        | 217               | 140            |
| Fenilalanina    | 140               | 103            |

Wanderley e Theurer (33)

Para uma máxima eficiência da dieta, deve-se procurar maximizar a quantidade de proteína alimentar que chega ao intestino, sem diminuir a eficiência da síntese ruminal de proteína. A qualidade da proteína que escapa a degradação no rúmen é de grande importância para uma adequada digestibilidade pós-ruminal. Lisina e metionina são os dois aminoácidos mais referidos como limitantes para a síntese do leite em vacas de alta produção (28). Suplemento proteico rico em lisina é de particular importância nas dietas a base de milho (9).

Visando o suprimento de proteína de baixa degradabilidade ruminal, alimentos tais como farinha de peixe, farinha de sangue, farinha de carne, farinha de pena hidrolizada, além de resíduos de destilaria e de cervejaria, e de soja tostada ou extrudada, são frequentemente incluídos nas dietas de vacas de alta produção (6).

A nutrição proteica tem relação com o estresse térmico sobre o animal (8, 20). Dados publicados por Chen et al., (3) ilustram o efeito da qualidade da proteína e do estresse térmico sobre a produção de leite (Tabela 4). A produção aumentou com a qualidade da proteína na dieta, porém esta resposta foi maior nas vacas livres do estresse térmico, mostrando uma interação com um aumento aditivo em torno de 20%.

A interação entre proteína e energia é importante na fermentação ruminal. (14, 19). É necessário haver sincronização entre a degradação da proteína ou do nitrogênio não proteico e a degradação dos carboidratos, principalmente amido, para uma maior eficiência no processo de fermentação no rúmen de vacas de alta produção (7).

Tabela 5. Efeito do processamento e do nível de sorgo da ração na produção de leite.

| Item        | Processo |      | Nível |      | Efeito P< |       |
|-------------|----------|------|-------|------|-----------|-------|
|             | SE       | SF   | A     | B    | Processo  | Nível |
| AD %        | 77       | 96   | 87    | 86   | 0,01      | 0,51  |
| PD %        | 66       | 65   | 65    | 66   | 0,70      | 0,62  |
| ED %        | 60       | 64   | 62    | 62   | 0,01      | 0,80  |
| ED Mcal/kg  | 2,6      | 2,8  | 2,7   | 2,7  | 0,01      | 0,64  |
| ELL Mcal/kg | 1,2      | 1,3  | 1,3   | 1,2  | 0,13      | 0,04  |
| Leite kg/d  | 33,5     | 37,5 | 35,1  | 35,7 | 0,01      | 0,92  |

SE - Sorgo esmagado

SF - Sorgo "flaked"

A - 43% da dieta

B - 35% da dieta

AD - Amido digestível

PD - Proteína digestível

ED - Energia digestível

ELL - Energia líquida para lactação

Thereur (24)

O método "flaking" tem se mostrado bastante efetivo para aumentar a eficiência de utilização do sorgo para produção de leite.

Vale salientar que o processamento é crítico para o sorgo usado na dieta de bovinos (27). No entanto as propriedades dos grãos esmagados a seco são semelhantes as dos grãos grosseiramente triturados em moinho de martelos (5).

Vacas de alta produção dependem extensivamente da mobilização dos ácidos graxos de cadeia longa provenientes do tecido adiposo para fornecer energia e ácidos graxos pré-formados para a síntese da gordura do leite (4). Entretanto, a contribuição endógena de ácidos graxos de cadeia longa para a gordura do leite é relativamente pequena, não passando de 12% (17). Por outro lado, Palmquist (18) estimou que 45 a 50% dos ácidos graxos C-18 da dieta ou cerca de 60% dos ácidos graxos C-18 que são absorvidos, são incorporados à gordura do leite.

A adição de ácidos graxos de cadeia longa à dieta de vacas no início da lactação poderá prover os ácidos graxos necessários à gordura do leite e melhorar a economia de energia destes animais, enquanto que previne problemas decorrentes da ingestão excessiva de amido em dietas ricas em grãos (17).

Uma das estratégias utilizadas na prática, é o fornecimento suplementar de gordura equivalente a quantidade produzida no leite. Entretanto, quando esta suplementação não é feita através de gordura protegida para resistir a degradação ruminal, poderá haver problemas para as funções do rúmen se o nível de gordura estiver acima de 6% na ração.

A adição de gordura à dieta não proporciona energia para a síntese de proteína pelos microorganismos do rúmen, no entanto a

adição de proteína de baixa degradabilidade ruminal favorece o uso mais eficiente do suplemento de gordura (17). Enquanto isto, as sementes de oleaginosas, tais como algodão, soja e girassol (2, 4) são uma alternativa conveniente de suplemento de gordura e de proteína de baixa degradabilidade ruminal.

O modo como as sementes de oleaginosas são incluídas nas dietas tem sido bastante estudado, incluindo o tratamento com calor, como é o caso da soja tostada, mas não existe ainda uma clara recomendação, de ordem geral, se estas sementes devem ser fornecidas inteiras ou quebradas. As sementes inteiras tem uma efetiva degradabilidade ruminal menor do que quando quebradas. Dados do nosso laboratório mostram, por exemplo, que a efetiva degradabilidade ruminal da matéria seca para grãos inteiros de soja em vacas leiteiras, foi cerca de 30%, enquanto para os grãos quebrados foi em torno de 52%. A degradabilidade da proteína foi de 32% para os grãos inteiros e 77% para os quebrados.

## 5. Fibra na dieta

A fibra é uma variável importante na dieta de vacas leiteiras de alta produção, especialmente na primeira fase da lactação. Está geralmente relacionada com a proporção de forragem na dieta, embora a quantidade de fibra, proveniente dos grãos de cereais nas dietas concentradas, possa ser significativa. No caso do gado de leite, a fibra é uma variável que precisa ser considerada nos seus limites de utilização. Existe um limite mínimo necessário para o funcionamento normal do rúmen e para a manutenção do teor de gordura do leite, no entanto o teor máximo de fibra é determinado pela densidade energética exigida. Animais de alta produção requerem dietas com alta densidade energética e este é um fator limitante para dietas constituídas basicamente de forrageiras (13).

Alguns aspectos do consumo voluntário relacionados com os teores de fibra e energia na dieta, podem ser resumidos, conforme Mertens (12):

- 1) De acordo com a teoria da regulação fisiológica, quando a energia da ração é alta e o teor de fibra é baixo, a ingestão é regulada para atingir o equilíbrio entre energia ingerida e energia requerida;

- 2) De acordo com a teoria da limitação física, a ingestão de uma ração com baixa energia e alta fibra, devido ao seu maior volume, é limitada pela capacidade física do animal.

- 3) Um terceiro mecanismo é a modulação da ingestão devido a resposta individual do animal aos estímulos externos que não estão relacionados com os valores energéticos nem com o efeito de enchimento da dieta. Exemplos deste estímulos são: pH e sabor do alimento, interação social com outros animais e estresse.

## 6. Conclusões.

O período crítico da nutrição de vacas de alta produção está compreendido entre o parto e o pico da lactação.

A nutrição de vacas de alta produção deve considerar a qualidade da proteína e a densidade energética da dieta.

A otimização de rações depende de modelos mais sofisticados do que os que veem sendo utilizados, incluindo a interação do alimento com o animal e o ambiente. Estes modelos deverão incluir medidas químicas, físicas e de cinética para avaliar alimentos e balancear rações. Futuras tabelas de composição de alimentos e requerimentos nutricionais por certo incluirão, não somente informações químicas, mas também características físicas e taxas de digestão e de passagem.

## 7. Referências bibliográficas X

1. AL-DEHNEH et al. J.Dairy Sci.75(Suppl.1):176. 1992.
2. ANDERSON,M.J. et al. J.Dairy Sci. 62:1098. 1979.
3. CHEN,K.H. et al. J.Dairy Sci.74(Suppl.1):181. 1991.
4. DRACKLEY,J.K. e D.J.SCHINGOETHE. J.Dairy Sci.69:371. 1986.
5. HALE,W.H. In: D.C.Church ed. Dig.Phys.Nutr.Rum.vol.3 p.19-35. 1980. Corvallis. OR.
6. HARRIS,Jr.B. e W.A.SMITH. In: T.P.Lyons ed.Biotech. in the Feed.Ind.Proc.Alltech's Eighth Ann.Symposium. p.99-107. 1992.
7. HERRERA SALDANHA et al. J.Dairy Sci.73:142. 1990.
8. HIGGINBOTHAM,G.E. et al. J.Dairy Sci.72:2554. 1989.
9. HUBER,J.T. e K.H.CHEN. Proc.SW Nutr.Mgt.Conf. 1992
10. JOURNET,M. e B.REMOND. Livestock Prod. Sci. 3:129. 1976.
11. KING,K.J. e al. J.Dairy Sci. 73:3208. 1990.
12. MERTENS,D.R. Proc. Georgia Nutr. Conf. Feed Ind. p.1-18. Atlanta, GA. 1985.
13. MERTENS,D.R. In: Monsanto Tech.Symp., Bloomington,MN. p.99-123. 1985.
14. NRC 1989. Nutr.Req.Dairy Cattle. 6th rev.ed.Nat.Acad.Sci. Washington DC. 1989.
15. OLDHAM,J.D. J.Dairy.Sci. 67:1090. 1984.
16. OLDHAM,J.D. e S.TAMMINGA. Livestock Prod.Sci. 7:437. 1980.
17. PALMIQUIST,D.L. e T.C.JENKINS. J.Dairy Sci.63:1. 1980.
18. PALMIQUIST,D.L. J.Dairy Sci. 74(Suppl.1):145. 1991.
19. TAMMINGA,S. In: Prot. and Energy Supl. for High Prod. Milk and Meat. Pergamon Press,, New York. 1982.
20. TAYLOR,R.B. et al. J.Dairy Sci.74:243. 1991.
21. THEURER,C.B. In: W.H.Hale e P.Meinhardt ed. Reg. of Acid-Base Bal.p.97. Church & Dwight Co., Piscataway, NJ.1979.
22. THEURER,C.B. J.Anim.Sci.63:1649. 1986.
23. THEURER,C.B. Proc.SW Nutr.Mgt.Conf. p.107-113. 1991.
24. THEURER,C.B. et al. J.Dairy Sci.74(Suppl.1):245. 1991.
25. PENTEADO,M.C. A Alimentação e o Melhoramento do Gado. Sec. Agricultura, Comércio e Obras Públicas do Est.São Paulo. Casa Duprat. 2a ed.1918.

26. ROY, J.H.B. et al. In: S.TAMMINGA ed. Prot. Met. and Nutr. p.126. Wageningen. 1977.
27. SABA, W.J. et al. J.Anim.Sci. 23:533. 1964
28. SEYMOUR, W.M. et al. J.Dairy Sci. 73:735. 1990.
29. SNIFFEN, C. e J.FERGUSON. Body Condition Scoring Guide. Church & Dwight Co., Inc. Princeton, NJ. 1991.
30. VERITE, R. et al. Livestock Prod.Sci. 6:349. 1979.
31. VERITE, R. et al. In: T.W.GRIFFITHS e M.F.MAGUIRE eds. For. Prot.Cons. and Util. Dublin. 1982.
32. WALDO, D.R. e N.A.JORGENSEN. J.Dairy Sci. 64:1207. 1981.
33. WANDERLEY, R.C. e C.B.THEURER. Pesq. agropec. bras. 18:543. 1983.
34. WANDERLEY, R.C. et al. J.Anim.Sci. 64:295. 1987.
35. WOHLT, J.E. et al. J.Dairy Sci. 74:1609. 1991.