

## Novas Estratégias no Manejo e Alimentação de Vacas Pré-Parto<sup>a</sup>

José Eduardo P. Santos<sup>1</sup> e Flávio Augusto P. Santos<sup>2</sup>

Veterinary Medicine Teaching and Research Center  
University of California Davis  
18830 Road 112 – Tulare, CA 93274, USA  
Departamento de Zootecnia de Ruminantes – ESALQ, USP  
Av. Pádua Dias, 11. Cx Postal 9 – Piracicaba, SP

### **Introdução**

Os últimos dois meses do período gestacional são considerados como uma fase de descanso durante o ciclo de lactação da vaca de leite. Programas de manejo nutricional e sanitário para vacas secas comumente refletem o descaso com o qual produtores e técnicos enfocam tal período. Utilização de alimentos de baixa qualidade, dietas desbalanceadas, restrição alimentar, condições precárias de manejo e falta de conforto são fatos comumente observados no manejo de vacas secas, os quais vem a afetar negativamente a saúde e o desempenho lactacional e reprodutivo na lactação subsequente.

O período seco nada mais é que uma fase preparatória ou de transição de um período de pequenas exigências metabólicas para um período de grandes demandas metabólicas para síntese de colostro e grandes quantidades de leite. Essa fase de ajuste coincide com muitas alterações endócrinas e metabólicas que, quando não bem coordenadas, podem acarretar num aumento na incidência de problemas metabólicos e infecciosos, tais como hipocalcemia, cetose, deslocamento de abomaso, retenção de placenta, mastite, etc. É portanto, durante esse período que a vaca de leite deve ser alimentada e manejada de tal maneira que se assegure o mínimo estresse possível durante o início da nova lactação.

Recentemente, vários pesquisadores tem questionado a validade dos níveis de proteína, energia e alguns minerais e vitaminas atualmente recomendados para vacas nas últimas 3 a 4 semanas pré-parto (Putnam e Varga, 1997; Van Saun e Sniffen, 1996; Grummer, 1995; Weiss, 1995). O conselho nacional de pesquisa dos Estados Unidos (NRC, 1989) considera os últimos 2 meses de gestação como um único período quando se refere as exigências nutricionais. Devido às diversas alterações metabólicas que ocorrem nas últimas semanas de gestação, a grande demanda de nutrientes para a síntese de colostro e a inevitável queda no consumo de matéria seca nos últimos 10 a 15 dias que antecedem o parto (Bertics et al., 1992), tem sido postulado que as exigências de energia, proteína e vitaminas A e E sejam subestimadas pelas recomendações atuais.

O final do período seco e o início da lactação são os momentos mais adequados para prevenção de distúrbios metabólicos tais como esteatose hepática, cetose, febre do leite, deslocamento de abomaso, assim como problemas reprodutivos e até mastite. Através da manipulação da dieta e medidas adequadas de manejo durante o final da gestação, é possível reduzir a níveis mínimos a incidência desses distúrbios e melhorar o desempenho da vaca de leite na lactação que está por começar. Vários aditivos alimentares têm sido pesquisados para adição à dieta de vacas no final do período seco e o resultado do uso de alguns deles tem sido questionável.

Apesar dos inúmeros trabalhos enfocando a nutrição e o manejo de vacas de leite durante o período seco e o seu desempenho pós-parto, parece mais claro do que nunca que a maximização do consumo de matéria seca durante as últimas semanas pré-parto e durante o início da nova lactação e a redução nas mudanças que possam agravar o estresse do período de transição são os principais desafios para obtenção de sucesso no manejo de vacas secas. A prevenção da hipocalcemia e a redução na mobilização de reservas de tecido durante o período de transição são fatores primordiais na maximização do desempenho de vacas de leite.

O presente trabalho tem como objetivo discutir o manejo nutricional de vacas pré-parto durante o início e as últimas 4 semanas do período seco com o objetivo de otimizar o desempenho lactacional e

---

<sup>a</sup> Presented during the 10<sup>o</sup> Animal Production Symposium: Bovine Confinement. In Proc. X Simpósio de Produção Animal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP. Piracicaba, SP. Brazil. 1998. pp. 165-214.

reduzir a incidência de distúrbios metabólicos na nova lactação.

### **Divisão do Período Seco e Agrupamento das Vacas**

Apesar do NRC (1989) determinar um mesmo nível para as exigências nutricionais de vacas nos diferentes estágios do período seco, vários autores (Van Saun e Sniffen, 1996; Van Saun, 1991; Grummer, 1995; Sniffen, 1991) têm sugerido a necessidade de se estabelecer pelo menos 2 grupos de vacas pré-parto independente do tamanho da fazenda e do número de animais no lote de vacas secas. Esses 2 grupos são estabelecidos para melhor manejar e alimentar as vacas com diferentes exigências nutricionais e, também, com diferentes capacidades de consumo de alimento. O primeiro grupo seria composto por vacas no início do período seco e o segundo grupo por vacas nas últimas 3 semanas do período pré-parto.

De acordo com Sniffen (1991), a maneira ideal para se agrupar vacas secas baseado nas necessidades nutricionais seria:

- 1- novilhas primíparas a partir da 8ª semana pré-parto;
- 2- novilhas nas últimas 3 semanas do período seco;
- 3- vacas no início do período seco;
- 4- vacas nas últimas 3 semanas do período seco.

Essa maneira de agrupamento de vacas secas, apesar de ideal, nem sempre é possível de ser colocada em prática, principalmente quando o número de animais nos lotes é limitado ou quando a disponibilidade de instalações não permite tal disposição dos animais. A grande vantagem em se agrupar novilhas primíparas separadas de animais adultos é a redução na competição por espaço para descanso e por alimento (Grant e Albright, 1995). Novilhas geralmente são beneficiadas quando agrupadas separadamente de vacas adultas. O menor tamanho corporal e a posição de subordinação dentro da hierarquia do grupo pode levar a um reduzido consumo de alimento e maior incidência de distúrbios metabólicos no início da lactação. Em recente revisão de literatura, Grant e Albright (1995) observaram que o desempenho de novilhas primíparas é altamente favorecido quando estas são agrupadas separadamente de vacas adultas (Tabela 1). Considerando que tais efeitos também são observados durante o período pré-parto, podemos concluir que a formação de lotes de novilhas primíparas traria benefícios para o desempenho desses animais durante a lactação.

O agrupamento de vacas secas em diferentes lotes facilita o fornecimento de dietas diferenciadas para animais com exigências nutricionais distintas. Alguns aditivos que possam beneficiar o desempenho de vacas no período final da gestação como sais aniônicos, ionóforos, níveis mais altos de algumas vitaminas e minerais não são necessários durante as primeiras semanas do período seco. Portanto, a utilização de apenas um único lote de vacas secas impossibilitaria o emprego de dietas diferenciadas para animais com diferentes requerimentos e potenciais para consumo de MS.

O período seco ideal para uma vaca de leite é ao redor de 50 a 60 dias e o período de gestação é variável de acordo com a raça e se a prenhez é gemelar ou não. Vacas que estão prenhez de gêmeos têm geralmente o parto antecipado em 2 a 5 dias. Vacas das raças holandesa e jersey têm período gestacional médio de 280 dias (277 – 282), enquanto que guerneseys e pardo-suíças tem gestações mais longas (285 – 290) (Gerloff, 1986). Devido a falta de precisão no diagnóstico exato do dia do parto e a variabilidade no período de gestação (Figura 1), é aconselhável que as vacas e novilhas sejam mudadas para o segundo lote pelo menos 3 semanas antes da data prevista para o parto. Com isso, praticamente todos os animais terão pelo menos 15 a 20 dias para se adaptar às mudanças do início da lactação e também para se beneficiar do fornecimento de níveis mais altos de nutrientes. Olhando para os dados da Figura 1 é possível concluir que quando a dieta de transição é oferecida por um período inferior a 2 semanas, cerca de 24% das vacas não irão ter tempo suficiente para se beneficiar dessa dieta (assumindo período de gestação médio de 282 dias para vacas da raça holandesa).

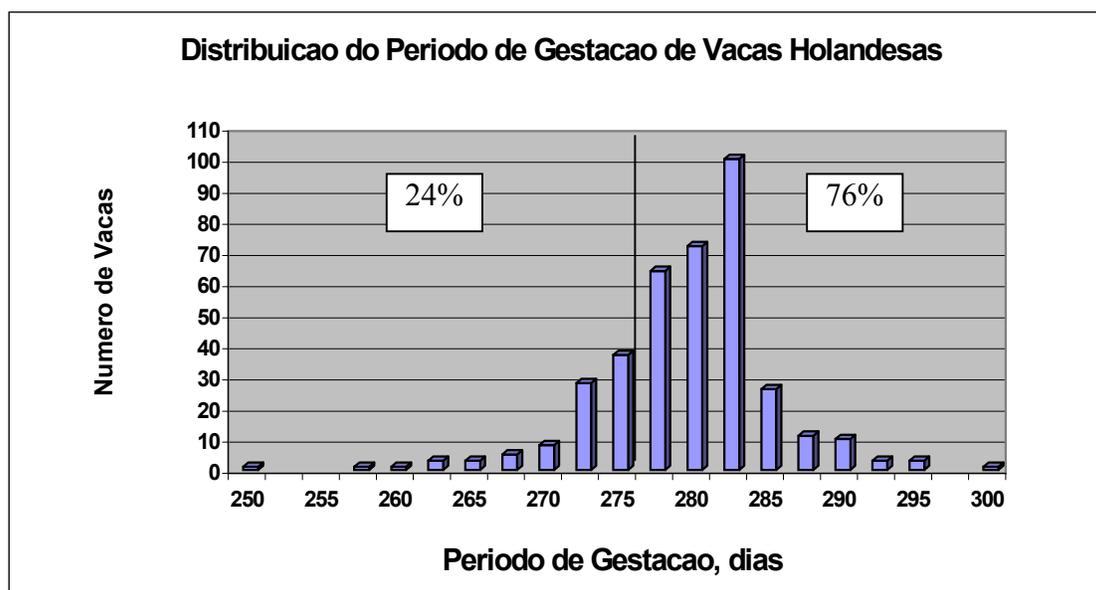
As instalações para vacas secas devem proporcionar um ambiente limpo, bem ventilado, com suficiente sombra durante todo o dia e áreas para descanso isentas de concreto. É de recomendação geral que vacas pré-parto tenham espaço suficiente para se exercitar pois acredita-se que o exercício pré-parto possa reduzir a incidência de distocia. É também recomendável que o lote de vacas nas últimas 3 semanas pré-parto seja localizado próximo a maternidade para facilitar a movimentação desses animais.

Tabela 1. Desempenho de novilhas primíparas quando agrupadas separadamente das vacas adultas<sup>1</sup>

Item	Novilhas + Vacas	Novilhas separadas
Tempo se alimentando, min/dia	184	205
Períodos de consumo/dia	5,9	6,4
Ingestão de concentrado, kg/dia	10,1	11,6
Ingestão de silagem, kg MS/dia	7,7	8,6
Tempo deitada, min/dia	424	461
Períodos de descanso/dia	5,3	6,3
Produção de leite, kg/130 dias	2383	2590
Gordura, %	3,92	3,97

<sup>1</sup> Dados obtidos de Grant e Albright (1997)

Figura 1. Distribuição do período de gestação de vacas da raça holandesa. Dados obtidos de 414 vacas em quatro rebanhos diferentes (24% das vacas com período de gestação inferior a 275 dias). Fonte: Oetzel, 1997.



### **Manejo da Condição Corporal Pré-Parto**

Condição corporal é uma maneira subjetiva de se avaliar as reservas subcutâneas de tecido adiposo e também a massa muscular de vacas de leite. O método desenvolvido por Wildman et al. (1982) e aprimorado por Edmondson et al. (1989) tem sido a maneira padrão para avaliação de condição corporal no manejo de gado de leite. Apesar dessa técnica ser apenas uma avaliação visual e de cunho subjetivo, vários trabalhos (Santos, 1996; Domecq et al., 1995; Ferguson e Otto, 1989) têm mostrado alta correlação ( $r > .63$ ) entre condição corporal e reservas de gordura subcutânea em vacas de leite nos vários estágios de lactação.

Durante o início da lactação, praticamente todas as vacas de leite entram em balanço negativo de energia o qual é ocasionado pela alta produção de leite associada a um limitado consumo de alimento. Esse balanço negativo entre energia para produção de leite e energia consumida na forma de alimento é compensado pela mobilização de reservas de tecido corporal, principalmente a de tecido adiposo. O resultado final é perda de peso e redução na condição corporal.

Estudos realizados na Universidade de Mariland (Komaragiri e Erdman, 1995) têm mostrado que cerca de 92% da energia mobilizada de reservas corporais durante o início da lactação é originado do

tecido adiposo e o restante de massa muscular (proteína). Utilizando 11 estudos diferentes com 208 vacas, Komaragiri e Erdman (1995) observaram que no período entre 2 semanas antes do parto e 5 a 12 semanas após o parto, a mobilização de gordura corporal foi de 47,4 kg e a de proteína foi de 11 kg por vaca. Ferguson e Otto (1989) estudaram a composição do tecido presente entre a 9<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> costelas de 56 vacas holandesas destinadas ao abate (Tabela 2). Essas vacas tinham condição corporal que variava entre 1 a 5 na escala de Wildman et al. (1982). Com o aumento na condição corporal dos animais de 1 até 4, observou-se um acréscimo linear na quantidade de gordura (extrato etéreo) e matéria seca, e um declínio na porcentagem de proteína e cinzas. Esses dados mostram claramente que mudanças na condição corporal são ocasionadas principalmente por alterações nas quantidades de tecido adiposo.

De acordo com o NRC (1989) e Komaragiri e Erdman (1995), cada kg de tecido mobilizado durante o período de transição é equivalente a cerca de 6 Mcal. de energia líquida para lactação. Portanto, cada kg de peso vivo mobilizado seria capaz de fornecer energia para a produção de 8 kg de leite. Baseado nos dados de Santos (1996), cada unidade de condição corporal equivale a aproximadamente 50 a 60 kg de peso vivo em vacas holandesas de grande porte, o que forneceria energia necessária para a produção de 400 a 480 kg de leite. No entanto, quando a produção de leite é mantida através de profunda mobilização de reservas corporais, a incidência de distúrbios metabólicos como fígado gorduroso e cetose pode ser dramaticamente aumentada (Grummer, 1995; Grummer, 1993; Herdt, 1988).

Como a mobilização de reservas corporais durante o início da lactação é influenciada pela condição corporal ao parto (Santos, 1996; Ferguson e Otto, 1989), além de outros fatores, é necessário que seja dada especial atenção a condição corporal da vaca no final da lactação. A eficiência na utilização de nutrientes para ganho de peso é maior durante a lactação do que durante o período seco (Moe et al., 1971). Normalmente, pouca ou nenhuma mudança na condição corporal de vacas de leite deve ser observada durante o período seco, o que faz com que os últimos meses em lactação constituam o período ideal para se manejar a condição corporal de vacas para a entrada do período pré-parto.

Vários estudos têm focado os efeitos da condição corporal pré-parto no desempenho lactacional e reprodutivo e na saúde de vacas de leite pós-parto (Domecq et al., 1997a; Domecq et al., 1997b; Santos, 1996; Dyk et al., 1995; Pedron et al., 1993; Ruegg et al., 1992a e 1992b; Garnsworthy, 1988; Morrow et al., 1979). Vacas que pariram obesas (condição corporal > 4,0), têm consumo inferior de MS em relação ao peso vivo quando comparadas com vacas que pariram com condição corporal igual ou menor que 3,5 (Santos, 1996; Garnsworthy, 1988). O exato mecanismo para essa depressão no consumo de alimento não é completamente entendido, mas há hipóteses de que o efeito físico dos depósitos de gordura abdominal, a maior concentração de triglicerídeos hepáticos, o maior nível circulante de ácidos graxos não esterificados e também de corpos cetônicos em vacas obesas possam reduzir o apetite e ocasionar a queda no consumo de MS nas últimas semanas pré-parto, assim como nas primeiras semanas pós-parto (Garnsworthy, 1988; Garnsworthy e Topps, 1982). Entretanto, a hipótese de que o consumo de alimento é reduzido ou mantido aquém do máximo durante esse período devido a tais fatores nunca foi claramente provado.

Ha uma alta correlação entre consumo de matéria seca pré e pós-parto (Santos, 1996; Grummer, 1995). Vacas que apresentam alto consumo de alimento pré-parto são as que têm maiores consumos de MS nas primeiras semanas de lactação e, portanto, menos propensas a distúrbios metabólicos (Grummer, 1993; Herdt, 1988). Como vacas obesas apresentam menor consumo de MS pós-parto, é recomendável que estas representem o menor número possível no lote pré-parto. No entanto, é altamente indesejável a restrição alimentar de vacas secas para redução da condição corporal. Tal medida pode ser desastrosa e ocasionar mais problemas que benefícios.

Apesar de vários pesquisadores acreditarem que quando a condição corporal de vacas de leite ao parto não está na faixa de 3.25 a 3.75 pode haver redução no potencial de produção devido a um excesso ou escassez de reservas de gordura, a pesquisa não tem conseguido demonstrar tal fenômeno de forma consistente (Tabela 3). Waltner et al. (1993) estudou os efeitos da condição corporal ao parto sob o desempenho lactacional e reprodutivo de um rebanho leiteiro de alta produção (217 vacas) utilizando modelos de regressão não linear. Quando a condição corporal ao parto aumentou de 2 para 3, foi observado um aumento de 322 kg de leite nos primeiros 90 dias em lactação. Aumentando a condição corporal ao parto de 3 para 4 também proporcionou um aumento na produção de leite nos primeiros 90 dias em lactação, mas de 33 kg. Quando a condição corporal atingiu valores acima de 4, houve uma queda de 223 kg na produção estimada de leite em relação a vacas parindo com condição corporal igual a 4. Em outro longo estudo dos efeitos da condição corporal ao parto no desempenho de vacas de leite, Domecq et al. (1997a e 1997b) observaram que um aumento na condição corporal ao parto de um ponto (escala de 1 a 5)

sobre o valor médio de 2,66 foi associado com um acréscimo de 545,5 kg de leite nos primeiros 120 dias pós-parto. No entanto, aumento adicional na condição corporal (acima de 4) foi associado com uma redução de 300 kg de leite nos primeiros 120 dias pós-parto em relação a vacas parindo com condição corporal ao redor de 3,5. Os mesmos autores (Domecq et al., 1997b) observaram que a condição corporal ao parto não afetou a probabilidade das vacas conceberem na primeira inseminação pós-parto, mas vacas que perderam mais condição corporal durante as primeiras semanas pós-parto tiveram menor probabilidade de conceberem durante a primeira inseminação e essa redução na probabilidade de concepção foi associada ao grau de mudança na condição corporal.

Tabela 2. Efeito da condição corporal na composição do tecido intercostal de vacas de leite<sup>1</sup>

Condição Corporal	1	2	3	4	5
Vacas, n	12	12	18	9	5
Idade, anos	8	6,5	5,7	4,9	4,4
Peso, kg	445	500	568	640	745
Circunferência Torácica, cm	189,3	189,4	197,7	204,3	214,8
Composição (9 <sup>a</sup> – 12 <sup>a</sup> )					
MS, %	30,06 <sup>a</sup>	35,51 <sup>b</sup>	42,99 <sup>c</sup>	52,56 <sup>d</sup>	52,67 <sup>d</sup>
Valores com base na MS, %:					
Proteína	61,74 <sup>a</sup>	55,29 <sup>a</sup>	39,41 <sup>b</sup>	25,45 <sup>c</sup>	23,75 <sup>c</sup>
Extrato etéreo	35,31 <sup>a</sup>	41,04 <sup>a</sup>	58,14 <sup>b</sup>	72,95 <sup>c</sup>	74,54 <sup>c</sup>
Cinzas	3,14 <sup>a</sup>	2,93 <sup>a</sup>	2,07 <sup>b</sup>	1,34 <sup>c</sup>	1,12 <sup>c</sup>

<sup>1</sup> Dados obtidos de Ferguson e Otto (1989)

<sup>a,b,c,d</sup> Médias numa mesma linha com diferentes índices são diferentes ( $P < .05$ )

Tabela 3. Efeito da condição corporal ao parto no desempenho lactacional e reprodutivo de vacas de leite <sup>1</sup>.

Cond. Corp.	CMS, kg/d	Leite, kg/d	Gordura, %	SPC	PS, d	Referencia
> 4,0	20,7	37,3	3,6		106	Santos, 1996
2,75 – 3,5	22,2	36,6	3,5		103	
4,0		27,5		1,85	107	Pedron et al., 1993
3,5		26,5		1,94	116	
3,0		26,9		2,09	121	
> 3,5		39,7		2,68	121*	Ruegg et al, 1992a e 1992b
< 3,5		39,2		2,19	101	
Gordas = 4,0 <sup>a</sup>	15,8	27,8	4,93	2.4	98	Treacher et al, 1986
Magras = 2,5	17,2	31,5*	4,61	1.9	89	
Gordas = 3,0 <sup>a</sup>	18,5	26,3	4,43			Jones e Garnsworthy, 1989
Magras = 2,0	19,0	27,1	4,27			
Gordas = 3,2 <sup>a</sup>	17.5	27.2	4.82	1.50	87	Jones e Garnsworthy, 1988
Magras = 2,2	17.9	27.5	4.94	1.75	96	
Gordas > 3,5 <sup>a</sup>	18,4	27,8	4,52			Garnsworthy e Huggett, 1982.
Magras = 2,0	18,7	26,2	4,13			

<sup>1</sup> CMS: consumo de MS; SPC: serviços por concepção; PS: período de serviço.

<sup>a</sup> Condição corporal numa escala de 1 a 4 (Lowman et al., 1973).

\*  $P < .10$ ; \*\*  $P < .05$ ; \*\*\*  $P < .01$

### **Alterações Metabólicas Durante o Período Seco**

O período de transição entre o final da gestação e o início da nova lactação é um dos principais desafios para a vaca de leite. Alterações hormonais e metabólicas associadas com a depressão no consumo de alimento nas últimas semanas pré-parto são fatores fundamentais no controle da condição metabólica da vaca.

As últimas 4 semanas que antecedem o parto são associadas com rápido crescimento do feto e membranas fetais o que, conseqüentemente, aumenta suas demandas por nutrientes. Bell et al. (1995) abateram vacas holandesas multiparas com gestação entre 190 a 270 dias e estimaram as taxas de deposição de energia e proteína no tecido uterino e fetal. Durante esse período, deposição de energia aumentou de 567 para 821 kcal/dia e proteína bruta, de 62 para 117 g/dia. Isso representa um aumento da ordem de 30 a 50% nas exigências nutricionais do feto e do tecido uterino, a quais são supridas através de adaptações metabólicas durante esse período. Os últimos dias da gestação coincidem com a formação do colostro, o qual aumenta as exigências de glicose, aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas pelo tecido mamário. Em um estudo utilizando cabras leiteiras, Davis et al. (1979) observaram um enorme aumento no fluxo sanguíneo, consumo de oxigênio e extração de glicose e de acetato pela glândula mamária nos últimos dois dias pré-parto.

O aumento na demanda de nutrientes pela vaca, feto e membranas fetais não é compensado por uma maior ingestão de nutrientes porque, imediatamente pré-parto, há um decréscimo no consumo de matéria seca (Bertics et al., 1992; Grummer, 1995; Santos, 1996). Portanto, boa parte da energia, proteína e minerais necessários para suprir as demandas nas últimas semanas pré-parto são provenientes da mobilização de reservas corporais tais como glicogênio hepático e muscular, tecido adiposo, minerais do tecido ossos, etc.

Durante as últimas 3 semanas de gestação é observado um aumento na mobilização de triglicerídeos do tecido adiposo (Grummer, 1995). Quando as demandas do animal ultrapassam a ingestão de nutrientes e o balanço de energia torna-se negativo, há um acréscimo na taxa de lipólise e decréscimo na de lipogênese. O resultado final é um aumento na hidrólise de triglicerídeos pela enzima **lipase sensível a hormônio (LSH)** e liberação de glicerol e ácidos graxos livres (AGL). Glicerol é rapidamente utilizado pelos tecidos

sendo incorporado no ciclo de Krebs para gerar precursores para síntese de glicose (gliconeogênese). Os AGL resultantes da hidrólise de triglicerídeos pela LSH são transportados na corrente sanguínea ligados a albumina. Esses AGL podem ser utilizados pelos tecidos como fonte de energia (tecido muscular), como precursores da gordura no leite pela glândula mamária ou então direcionados para o fígado. No fígado, os AGL podem ser completamente oxidados a  $\text{CO}_2$  e energia é então liberada, eles também podem ser parcialmente oxidados a Acetil CoEnzima A o que irá gerar corpos cetônicos ou então, eles podem ser utilizados para síntese de triglicerídeos, dos quais a maior parte é incorporada ao tecido hepático. Quando o influxo de AGL e a síntese de TG hepáticos supera a capacidade do fígado de exportá-los na forma de lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), a vaca de leite torna-se propensa a desenvolver esteatose hepática ou síndrome do fígado gorduroso (Herdt, 1988; Grummer, 1993).

Durante as últimas semanas de gestação é observado um declínio abrupto no consumo de MS (Bertics et al., 1992; Santos, 1996). Essa queda no consumo de MS reduz a síntese de ácido propiônico no rumem o que reduz a síntese de glucose pelo fígado e os níveis séricos de insulina. O aumento na exigência por energia pelo feto e pela glândula mamária faz com que a vaca passe a mobilizar reservas corporais para suprir essas demandas. Essa mobilização de reservas corporais irá aumentar os níveis de AGL e corpos cetônicos circulantes, o que pode levar ao desenvolvimento de esteatose hepática e cetose. Dyk et al. (1995) observaram que vacas com maiores níveis de AGL no sangue durante as últimas 2 semanas pré-parto tiveram maior incidência de cetose, retenção de placenta e deslocamento de abomaso pós-parto. Isso indica claramente que quando o balanço negativo em vacas de leite pré-parto é acentuado, elas tornam-se mais susceptíveis a distúrbios metabólicos. Bertics et al. (1992) utilizaram vacas canuladas para forçar a ingestão de alimento durante os últimos dias de gestação na tentativa de evitar a depressão no consumo de MS logo antes do parto. Eles observaram que muitas das alterações metabólicas que ocorrem durante o período periparturiente é decorrente da drástica queda na ingestão de nutrientes nas últimas semanas pré-parto, mas mesmo as vacas com alimentação forçada apresentaram um ligeiro aumento nos níveis de AGL, corpos cetônicos e triglicerídeos hepáticos. Isso demonstra que outros fatores além da ingestão de alimento influenciam o estado metabólico da vaca pré-parto.

Nos últimos dias de gestação, há um aumento nos níveis de cortisol secretado pelo feto o qual é responsável pela sinalização do processo de parto. O aumento nos níveis circulantes de cortisol coincidem com um aumento nos níveis de estrógenos e com o término da atividade luteal pelo corpo lúteo e placenta. Essas alterações endócrinas que sinalizam o processo do parto podem ser os fatores endócrinos que aumentam a mobilização de tecido. Grummer (1993) observou que o aumento nos níveis de estrógeno nos dias que precedem o parto podem aumentar a infiltração de triglicerídeos no fígado. Cortisol é um hormônio esteróide que apresenta atividade catabólica no tecido adiposo o que pode estimular a atividade de enzimas lipolíticas nesse período. Além disso, cortisol aumenta gluconeogênese hepática o que pode ser o fator responsável pelo dramático aumento nos níveis de glicose sanguínea no dia do parto (Grummer, 1995).

Estudando o aumento na atividade lipolítica do tecido adiposo durante as últimas semanas de gestação, Jaster e Wegner (1981) observaram que nesse período há um aumento no número de receptores  $\beta$ -adrenérgicos nos adipócitos, o que aumenta a reatividade desse tecido a estímulos lipolíticos. Os autores sugeriram que esse aumento na concentração de receptores  $\beta$ -adrenérgicos pode ser mediado pelo aumento nos níveis circulantes de hormônio de crescimento. O hormônio de crescimento que é lactogênico em bovinos aumenta a atividade da enzima **LSH**, estimulando o processo de lipólise durante períodos de balanço energético negativo (Lanna et al, 1995). Além disso, o tecido adiposo de vacas no período de transição torna-se mais refratário aos efeitos anabólicos da insulina, o que acaba exacerbando ainda mais o catabolismo nesse tecido (Vasquez-Anon et al., 1996).

A formação do colostro e o início da lactação aumentam repentinamente as exigências nutricionais de cálcio em 2 a 3 vezes, o que leva a ocorrência de hipocalcemia. Além do cálcio, outros minerais e vitaminas têm seus níveis reduzidos durante o período periparturiente (Goff e Stabel, 1989; Goff, 1996). A redução nos níveis séricos de minerais e vitaminas com propriedades antioxidativas associados ao balanço negativo de energia e proteína faz com que o sistema imunológico da vaca de leite fique comprometido o que a torna mais susceptível a processos infecciosos (Goff, 1996).

Portanto, o período de transição é acompanhado por inúmeras alterações metabólicas e endócrinas. Caso tais alterações promovam mudanças drásticas para manutenção da homeostase, os mecanismos de controle metabólico podem entrar em desequilíbrio e ocasionar o aparecimento de distúrbios do metabolismo como cetose, hipocalcemia clínica, etc.

### **Consumo de Matéria Seca**

Uma das melhores maneiras de se avaliar o sucesso do programa de manejo de vacas no período de transição é através do consumo de matéria seca (MS) pré e pós-parto e da produção de leite e incidência de doenças metabólicas nas primeiras 4 a 6 semanas pós-parto. Normalmente, o consumo de MS durante as últimas 3 a 4 semanas pré-parto não é avaliado e, mesmo quando estimado, é de difícil interpretação. Alguns dos vários fatores que dificultam a sua estimativa e interpretação são: a contínua mudança no número de vacas secas em diferentes estágios do período pré-parto, a contínua mudança na média de dias até o parto do lote de vacas secas, o não uso de ração completa, a não remoção das sobras diárias de alimento dos cochos, o uso de pastagem como parte do programa de alimentação, etc.

Mesmo sabendo das dificuldades de se estimar o consumo de MS em vacas pré-parto, este ainda é um dos principais aspectos para o sucesso do manejo de vacas secas. Para a maximização do consumo de MS, deve ser levado em consideração a disponibilidade e a qualidade da dieta fornecida. Disponibilidade e acesso a dieta são os principais fatores que podem vir a comprometer o consumo de alimento por vacas de leite (Grant e Albright, 1995). Competição por alimento deve ser reduzida ao máximo. Vacas adultas tem a tendência de exercer dominância sob novilhas de primeira cria, o que pode gerar competição por espaço na linha de cocho e por espaço nas áreas de descanso (bairras em sistema de “free-stall”, sombra, etc). Assegurando-se adequado espaço na linha de cocho (ao redor de 60 a 70 cm/vaca) e adequada área para descanso com sombra irá reduzir a possibilidade de competição e estresse nos animais mais submissos.

Grant e Albright (1997) observaram que quando o espaço na linha de cocho é inferior a 50 cm/vaca, há um aumento no nível de competição por espaço dentro do lote e conseqüente redução no consumo de alimento (Tabela 4). Em um estudo recente com 1170 vacas de leite de alta produção em 67 fazendas, Cameron et al. (1998) observaram que o descaso com o manejo alimentar de vacas secas é fator de alto risco para a ocorrência de deslocamento de abomaso pós-parto. Esses autores observaram que espaço limitado na linha de cocho ou falta de alimento disponível 24 horas por dia foram correlacionados positivamente com balanço energético negativo pré-parto e alta incidência de deslocamento de abomaso pós-parto ( $P < .03$ ).

Além de conforto, espaço na linha de cocho, hierarquia, a condição corporal no período seco, estresse térmico são, entre outros, fatores que podem afetar o consumo de MS de vacas durante o período pré-parto. Apesar das inúmeras variáveis que interferem no consumo de MS, a disponibilidade de alimento é certamente o principal fator a influenciar a sua ingestão por vacas de leite. Quando a alimentação é na forma de ração completa, deve-se fornecer o suficiente para proporcionar sobras ao redor de 5% do total oferecido.

Tabela 4. Espaço na linha de cocho e consumo de MS

Linha de cocho / vaca, cm	Efeito sob o consumo de MS
< 20 cm	Reduzido período de alimentação e queda no consumo de MS
20 – 50 cm	Aumento na competição com efeitos variáveis no consumo de MS
> 50 – 60 cm	Nenhum efeito sob o consumo de MS

Fonte: Grant e Albright (1997).

### **Vitaminas Lipossolúveis e Microminerais**

O parto e o início da lactação são períodos de muito estresse para vacas de leite devido aos grandes desafios metabólicos que ocorrem nesse período. Durante as últimas 2 semanas pré-parto, vacas de leite geralmente estão em balanço negativo de energia e cálcio e, nos últimos dias que antecedem o parto, o balanço de outros nutrientes tais como proteína, vitaminas e minerais também podem ser comprometidos. A principal razão desse balanço negativo de nutrientes é o contínuo decréscimo no consumo de MS (Bertics et al., 1992; Santos, 1996) associado ao aumento nas demandas de nutrientes para crescimento fetal e síntese de colostro (Bell, 1995; Davis et al., 1979).

Goff e Stabel (1990) observaram que as concentrações plasmáticas de retinol e  $\alpha$ -tocoferol decrescem ao redor de 38% e 47% em vacas de leite nos dias que precedem o parto. A concentração de  $\beta$ -caroteno

sangüíneo também é reduzida cerca de 30% durante a semana do parto (Goff, 1996). Essa dramática redução nos níveis plasmáticos de vitaminas lipossolúveis é observada nas últimas 2 semanas pré-parto e coincide com o período de queda no consumo de MS e com a síntese de colostro, o qual é altamente rico em vitaminas lipossolúveis (4300 ng retinol/ml, 1900 ng  $\alpha$ -tocopherol/ml, e 120 ng  $\beta$ -caroteno/ml; Hidiroglou, 1989).

A redução nos níveis sangüíneos de agentes antioxidantes como a vitamina E, o  $\beta$ -caroteno, vitamina C e alguns microminerais tais como o selênio e o zinco pode comprometer as funções do sistema imunológico e resultar num aumento da incidência de doenças infecciosas. O status imunológico da vaca de leite durante as últimas semanas pré-parto pode ser afetado pelo sua condição nutricional. Baixos níveis sangüíneos de vitaminas A e E, selênio, zinco e cobre estão associados com um aumento no estresse oxidativo e redução na atividade leucocitária (Weiss et al, 1995; Erskine, 1993). Essa redução na atividade leucocitária está relacionada principalmente a capacidade dos leucócitos em destruir e eliminar bactérias após fagocitose (Erskine, 1993). Logo após a ingestão de patógenos (fagocitose), os leucócitos iniciam um processo de alto consumo de oxigênio, o qual é utilizado para síntese de peróxidos e superóxidos por uma organela presente no citosol da célula, o fagolisossomo. Essas substâncias são altamente reativas e têm como função destruir qualquer microrganismo presente no fagolisossomo das células brancas. No entanto, radicais livres podem atravessar a membrana desses fagolisossomos e, no citosol das células, eles podem causar destruição da membrana celular, do sistema enzimático e dos ácidos nucleicos (DNA e RNA) ocasionando morte da própria célula branca. A presença de níveis adequados de substâncias antioxidantes derivadas de vitaminas e microminerais têm como função impedir que os radicais livres presentes no citosol da célula causem danos à própria estrutura física e química da célula, reduzindo assim a taxa de destruição celular.

A vitamina E é provavelmente o mais importante antioxidante lipossolúvel nos sistemas biológicos e a primeira linha de defesa contra a peroxidação de ácidos graxos polinsaturados presentes nas membranas celulares (Weiss et al., 1995; Mayes, 1993b). Várias formas de vitamina E estão presentes nos alimentos, mas o D- $\alpha$ -tocopherol é o mais comum e o de maior atividade biológica. Forragens apresentam altas concentrações de vitamina E, mas quando conservadas nas formas de feno e silagem grande parte da vitamina é perdida devido a destruição pela radiação solar ou pelo processo fermentativo. Vacas que recebem forragem conservada devem ser suplementadas com D- $\alpha$ -tocopherol na dieta. Estudos clínicos realizados na Universidade Estadual de Ohio, nos Estados Unidos, têm demonstrado a importância de se suplementar a dieta de vacas secas com 1000 UI de vitamina E por dia para aumentar a atividade leucocitária (Hogan et al., 1993) e reduzir a incidência de mastite e a de retenção de placenta logo após o parto (Weiss et al., 1995; Hogan et al., 1993; Harrison et al., 1984). Alguns autores também recomendam o uso de injeções de vitamina E na dose de 3000 a 6000 UI nas últimas 2 semanas que antecedem ao parto para aumentar os níveis circulantes de  $\alpha$ -tocopherol e melhorar a atividade leucocitária (Weiss et al., 1995; Erskine, 1993). Vacas que recebem forragem fresca (pastagem) necessitam de menor suplementação de vitamina E, com exceção das últimas semanas pré-parto onde o consumo de MS é reduzido.

Vitamina A é o termo genérico de todos os compostos de origem animal que apresentam atividade biológica de vitamina A (Mayes, 1993). Ela está presente na forma de esteres de retinol e armazenada em grandes quantidades no tecido hepático. A vitamina A ou retinol apresenta mecanismo de ação similar ao dos hormônios esteróides e é de fundamental importância nos processos de formação tecidual, na visão e reprodução. Apesar da vitamina A não ser um importante antioxidante, o seu principal precursor, o  $\beta$ -caroteno, é um importante antioxidante lipossolúvel que complementa as atividades da vitamina E nas membranas celulares. O  $\beta$ -caroteno é normalmente encontrado em alimentos como pastagens, silagem de milho e feno. Entretanto, o processo de armazenamento de forragens aumenta as perdas de  $\beta$ -caroteno em até 70% (Frye et al., 1991) De acordo com o NRC (1989), 1 mg de  $\beta$ -caroteno é equivalente a 400 UI de vitamina A.

O NRC (1989) sugere que vacas secas recebam cerca de 7.500 UI de vitamina A e 19 mg de  $\beta$ -caroteno para cada 100 kg de peso vivo por dia. Essas recomendações para vitamina A foram baseadas em estudos conduzidos com vacas da raça Guernesey em meados da década de 50. Recentemente, vários autores (Weiss et al., 1995; Erskine, 1993; Oldham et al., 1991; Lotthammer, 1979) têm sugerido níveis mais altos desses ingredientes nas dietas de vacas secas com o objetivo de melhorar o status imunológico, reduzir a incidência de mastites e melhorar o desempenho reprodutivo pós-parto.

Em alguns trabalhos, a adição de  $\beta$ -caroteno não apresentou efeito benéfico na incidência de mastite e

na contagem de células somáticas durante o início da lactação (Oldham et al., 1991). Lotthammer (1979) observou que o  $\beta$ -caroteno está presente em altas concentrações no tecido luteal e no líquido folicular. Vacas que apresentavam baixa concentração dessa vitamina eram as mesmas que tinham problemas reprodutivos. A inclusão de 120 mg de  $\beta$ -caroteno por dia na dieta de vacas no início da lactação melhorou a taxa de concepção e reduziu o número de serviços por concepção. Apesar de estudos na Alemanha (Lotthammer, 1979) sugerirem uma melhoria no desempenho reprodutivo de vacas suplementadas com  $\beta$ -caroteno, a maioria dos trabalhos conduzidos nos EUA (Hurley e Doane, 1989) não observaram nenhum benefício da sua suplementação na reprodução de vacas leiteiras. A falta de dados mais conclusivos e o alto custo do  $\beta$ -caroteno impossibilitam a sua utilização em dietas de vacas de leite principalmente quando essas dietas são compostas de forragem não conservada. É sugerido que os níveis de vitamina A na dieta de vacas pré-parto esteja ao redor de 100.000 a 120.000 UI/vaca por dia (Weiss et al., 1995; Van Saun, 1991; Erskine, 1993) e que quando suplementado, o  $\beta$ -caroteno deve ser oferecido a níveis que variam entre 300 a 600 mg/vaca por dia (Weiss et al., 1995; Erskine, 1993; Hutjens, 1991).

Selênio é um micromineral fundamental na composição do complexo enzimático glutathiona-peroxidase. Essa enzima está presente no citoplasma das células e tem como função degradar potenciais substratos que possam ser utilizados para produção de radicais livres (Erskine, 1993). Selênio tem função complementar a da vitamina E, sendo que esta última é mais ativa nas membranas celulares de tecidos com alta pressão parcial de  $O_2$  e selênio é mais ativo no citosol da célula. A suplementação com vitamina E tem mostrado reduzir os requerimentos por selênio quando a resposta foi baseada no desempenho animal e atividade leucocitária (Hogan et al., 1993; Harrison et al., 1984).

As recomendações para suplementação de selênio tem sido variável nos últimos anos (NRC, 1989; Weiss et al., 1995). No entanto, a resposta animal a suplementação com selênio tem sido maximizada quando seus níveis na MS estão ao redor de 0.3 ppm (NRC, 1989; Erskine, 1993; Weiss et al., 1995; Van Saun, 1991). A capacidade de leucócitos eliminar bactérias após fagocitose é aumentada quando os níveis sanguíneos de selênio são superiores a 0.08  $\mu\text{g/ml}$ . Dietas de vacas no período de transição com deficiência de selênio podem causar aumento na incidência de retenção de placenta e mastite (Harrison et al., 1984; Erskine, 1993; Hogan et al., 1993; Weiss et al., 1995).

Uma das principais funções do cobre nos processos de defesa do organismo é o seu papel como componente da enzima superóxido desmutase (SOD). Vacas e bezerros alimentados a base de dietas com baixos níveis de cobre apresentam baixa atividade da enzima SOD. Harmon e Torre (1994) observaram que novilhas primíparas que receberam 20 ppm de cobre na dieta na forma de sulfato de cobre durante o período seco tiveram menor incidência de mastite e os casos clínicos foram de menos severos durante a lactação do que novilhas que receberam dietas com apenas 8 ppm de cobre. De acordo com o NRC (1989), a dieta de vacas secas assim como a de vacas em lactação devem conter 10 ppm de cobre. Entretanto, pesquisas recentes têm mostrado que níveis relativamente mais altos podem reduzir a incidência de mastite e reduzir a contagem de células somáticas durante a lactação. De acordo com Weiss et al. (1995) e Harmon e Torre (1994), dietas de vacas secas devem conter 20 ppm de cobre na forma de sulfato de cobre. Deve-se evitar o uso de óxido de cobre, pois este tem muito baixa biodisponibilidade.

Zinco é outro micromineral que tem papel importante em inúmeros sistemas enzimáticos e de defesa dos tecidos. Ele atua na manutenção da integridade de epitélios e em outros aspectos do sistema imunológico. As atuais recomendações do NRC (1989) para níveis de zinco na dieta de vacas secas é de 40 ppm na MS. A utilização de níveis mais altos tem gerado resultados controversos no que diz respeito a redução na incidência de mastite e na contagem de células somáticas pós-parto (Harmon e Torre, 1994). Zinco-metionina é uma das formas de se quelatar zinco com compostos orgânicos (metionina). Em estudos com carneiros e novilhas em crescimento, Spears (1989) observou que a absorção de zinco na forma de zinco-metionina não foi diferente da de zinco na forma de óxido de zinco, mas a seu metabolismo pós-absorptivo foi mais eficiente com menor excreção urinária e maior retenção corporal. Alguns estudos com vacas no período de transição têm observado redução na contagem de células somáticas (-30%) e aumento na produção de leite (+5%) quando zinco metionina (20 ppm) substituiu formas inorgânicas de zinco (Weiss, 1995; Harmon e Torre, 1994; Hutjens, 1991).

### **Proteína**

Uma comparação utilizando modelos para estimar os requerimentos de proteína para vacas gestantes baseados na composição do feto (Fox et al., 1992) sugeriu que as atuais recomendações do conselho nacional de pesquisa dos Estados Unidos (NRC, 1989) subestimam as exigências de proteína para vacas

pré-parto durante as últimas semanas de gestação. De acordo com Van Saun (1991) e Van Saun e Sniffen (1996), as recomendações do NRC (1989) de proteína bruta (PB) e proteína não degradável no rumem (PNDR) para vacas secas no final de gestação estão aquém dos requerimentos, e tais níveis na dieta podem resultar em balanço proteico negativo e aumentar a incidência de distúrbios metabólicos pós-parto. As recomendações de PB para vacas secas no NRC (1989) são baseadas numa taxa linear de crescimento fetal e não consideram as mudanças no consumo de MS no período que antecede o parto. Bell (1995) observou que o acréscimo de proteína nos tecidos fetais e a utilização de proteína para síntese de colostro não obedecem uma taxa linear e, durante as últimas semanas, as necessidades de proteína são aumentadas dramaticamente. Além disso, o final do período gestacional coincide com uma queda no consumo de matéria seca, a qual irá afetar a ingestão de proteína assim como a síntese de proteína microbiana no rumem. Esses fatores associados fazem com que muitos pesquisadores questionem as atuais recomendações de proteína para vacas secas no final de gestação (Van Saun, 1991; Van Saun e Sniffen, 1996). No entanto, na revisão feita por Van Saun e Sniffen (1996) apenas alguns estudos foram considerados e somente aqueles onde a suplementação com níveis mais altos de PB ou PNDR resultou em melhora no desempenho animal foram mencionados.

Baseados nos dados de Bell et al. (1995), uma vaca holandesa nas últimas 4 semanas de gestação necessita ingerir cerca de 1100 g de proteína por dia. Com base nesses dados e nas recomendações do NRC (1989), uma vaca de leite teria que ingerir cerca de 9 kg de MS por dia nas últimas semanas pré-parto para suprir suas necessidades por PB. No entanto, vários estudos têm mostrado que o consumo de matéria seca nos últimos 2 a 3 dias pré-parto cai abaixo do valor de 9 kg/d (Santos, 1996; Grummer, 1995; Bertics et al., 1992) o que causaria um balanço negativo de PB (Grummer, 1995). O aumento no nível de PB da dieta poderá reduzir a necessidade por maior consumo de MS para manter um balanço positivo deste nutriente. Apesar desses dados mostrarem que teoricamente há benefícios no aumento dos níveis de PB de 12,5 para valores acima de 14%, o maior desafio no suprimento de PB para vacas de leite ocorre logo após o parto, quando as necessidades por aminoácidos praticamente triplicam nos primeiros 4 dias de lactação (Bell, 1995).

Curtis et al. (1985) coletou dados de diversas fazendas de leite e observou que animais que recebiam dietas com níveis mais altos de PB que os recomendados pelo NRC (1978) durante as últimas 3 semanas de gestação apresentaram menor incidência de retenção de placenta e cetose primária pós-parto. No entanto, os casos de cetose foram baseados em observações visuais dos animais pelos fazendeiros ou pelo veterinário, e tal procedimento nem sempre é preciso. Quando a ingestão de PB e a absorção de aminoácidos é superior aos requerimentos ou então quando as necessidades energéticas do animal são maiores que a ingestão de energia, aminoácidos podem ser utilizados como precursores gliconeogênicos. De acordo com Huntignton (1997), a contribuição dos aminoácidos para a síntese de glicose pelo fígado de vacas em lactação é inferior a 6% dos requerimentos diários. Nos estudos de Komaragiri e Erdman (1995), a mobilização de proteína durante o período de transição contribuiu com apenas 8% da energia mobilizada das reservas corporais. Isso demonstra que a utilização de aminoácidos para o suprimento de energia para a vaca de leite no período de transição não é fator limitante para o desempenho animal. Alguns autores (Van Saun, 1991; Van Saun e Sniffen, 1996) têm mencionado que os benefícios dos níveis mais altos de PB e PNDR na dieta de vacas secas vão além da manutenção de um balanço proteico positivo e do fornecimento de aminoácidos para gluconeogênese. Eles hipotetizaram que o fornecimento de níveis mais altos de PB e PNDR aumentariam o suprimento de aminoácidos essenciais tais como metionina e lisina para absorção no intestino delgado. Metionina é utilizada na síntese de lipoproteínas para o fígado. Ruminantes têm limitada capacidade de síntese de VLDL (Herdt, 1988; Grummer, 1993) e isso é um dos fatores que contribuem para o desenvolvimento de esteatose hepática. Aumentando a disponibilidade de metionina para a síntese de VLDL no fígado iria reduzir a taxa de infiltração gordurosa no fígado e a incidência de cetose. No entanto, estudos conduzidos nas Universidades de New Hampshire e Wisconsin (Socha et al., 1994; Bertics e Grummer, 1997) observaram que a adição de metionina e/ou lisina na dieta de vacas pré-parto não reduziu a mobilização de gordura do tecido adiposo baseado nos valores de AGL assim como a concentração de triglicerídeos hepáticos no período de transição (Tabela 6). Portanto, os dados até agora disponíveis não suportam a hipótese de que um aumento na concentração de PNDR no período pré-parto poderiam reduzir a incidência de esteatose hepática.

Poucos estudos têm relatado uma melhora no desempenho lactacional pós-parto quando vacas receberam dietas com níveis de PB ou PNDR superiores as recomendações do NRC (1989). Com exceção de poucos estudos que observaram pequena resposta da adição de níveis mais altos de PB ou PNDR (Van

Saun et al., 1993), a maioria das pesquisas não têm mostrado praticamente nenhum benefício da adição de níveis de PB e PNDR superiores aos recomendados pelo NRC (1989) em dietas de vacas secas (Putnam e Varga, 1997; Wu et al., 1997; Sharma et al., 1995; Crawley e Kilmer, 1995; Van Saun et al., 1995) (Tabela 5).

Putnam e Varga (1997) em recente revisão discordaram de outros autores e concluíram que o balanceamento de rações para vacas pré-parto para suprir os atuais requerimentos por PB, PDR e PNDR pode ser atingido utilizando as recomendações do NRC (1989). Portanto, até o presente momento, há poucas evidências de que aumentando os níveis de PB ou PNDR além daqueles recomendados pelo NRC (1989) irão trazer benefícios no desempenho lactacional e na saúde de vacas de leite pós-parto.

Tabela 5. Efeito da suplementação proteica pré-parto acima das recomendações do NRC (1989) sob o desempenho de vacas de leite pós-parto

Tratamento	CMS kg/d	Leite kg/d	Gordura %	Proteína %	Referencia
Baixa PNDR	23.9	41.1	3.61	2.85	Wu et al., 1997
Alta PNDR	23.0	40.8	3.64	2.90	
Controle	20.8	38.4***	4.05	3.06	Crawley e Kilmer, 1995
Alta PB e baixa PNDR	20.1	34.6	3.91	3.11	
Alta PB e PNDR	20.2	36.5	4.16	3.15	
Baixa PNDR	ND	25.1	3.57	2.96	Van Saun et al., 1993.
Alta PNDR	ND	24.6	3.74	3.18**	

\*  $P < .10$ ; \*\*  $P < .05$ ; \*\*\*  $P < .01$

ND: não disponível no trabalho.

Tabela 6. Efeito da suplementação com metionina em parâmetros metabólicos de vacas secas sob restrição alimentar

Tratamento	Triglicerídeo Hepático Mg %	Ácidos Graxos Livres $\mu$ Eq/L	Glicose mg/dl
Controle	12.7	820	58.0**
13 g Metionina	15.4	1076**	50.3

\*  $P < .10$ ; \*\*  $P < .05$ ; \*\*\*  $P < .01$

Fonte: Bertics e Grummer (1997)

### **Energia Para Vacas Pré-Parto**

O consumo adequado de energia por vacas secas é provavelmente o principal desafio do período de transição. Dietas com excessiva densidade energética fornecidas a vacas com prolongado período seco podem aumentar a predisposição desses animais ao desenvolvimento de esteatose hepática e cetose (Herdt, 1988; Morrow et al., 1979). Por outro lado, dietas com baixos níveis de energia nas últimas semanas pré-parto podem comprometer ainda mais a ingestão de energia já afetada pela queda no consumo de MS (Grummer, 1995; Bertics et al., 1992; Van Saun, 1991) e acentuar o balanço energético negativo que ocorre nos últimos dias de gestação. Balanço negativo severo pré-parto aumenta a mobilização de reservas de gordura causando um excessivo fluxo de ácidos graxos não esterificados para o fígado, o qual pode levar ao aparecimento de esteatose hepática, cetose e outros distúrbios do metabolismo.

Vários pesquisadores têm preconizado o uso de dietas com níveis mais altos de energia que os recomendados pelo NRC (1989) durante as últimas 3 semanas pré-parto (Van Saun, 1991; Grummer, 1995; Van Saun e Sniffen, 1996). Como a queda no consumo de MS é praticamente inevitável nos dias que antecedem o parto, acredita-se que uma maneira lógica de compensar a ingestão de nutrientes é aumentar a sua concentração na dieta. Há várias possibilidades para se elevar a concentração de energia líquida de lactação na dieta de vacas de leite e dentre elas estão: alterar a relação forragem:concentrado; aumentar o nível de carboidratos não fibrosos na dieta, fornecer fontes de carboidratos com maior digestão ruminal ou adicionar gordura à dieta.

Grummer (1995) destacou que o fornecimento de dietas com níveis mais altos de carboidratos não estruturais além de conter maior concentração de energia irá proporcionar uma melhor adaptação do rúmem e microrganismos para a dieta do início da lactação. Dirksen et al. (1985) observaram que o desenvolvimento das papilas do rumem é lento e dependente da disponibilidade de ácidos graxos voláteis. De acordo com Dirksen et al. (1985) o tamanho das papilas e a sua capacidade de absorção só atinge valores máximos após 4 a 6 semanas em dietas com altos níveis de carboidratos fermentáveis no rúmem. A absorção de ácidos graxos voláteis pelo epitélio ruminal é essencial para evitar o acúmulo desses ácidos o que pode levar a acidose ruminal. Além da adaptação do rúmem a dietas com mais carboidratos não estruturais, essas dietas irão promover maior fermentação ruminal e produção de ácidos graxos voláteis. Quando amido é o principal componente aumentado na dieta, a fermentação ruminal irá produzir maiores quantidades de ácido propiônico, o qual é utilizado para a síntese de glicose pelo fígado (Huntington, 1997). A maior produção de glicose pelo fígado e o maior fluxo de propionato pelo sistema porta estimula a síntese de insulina pelo pâncreas. Quando Holtenius et al. (1993) aumentaram o fornecimento de concentrado ao mesmo tempo que a ingestão de energia foi mantida constante, as vacas secas apresentaram maiores níveis de insulina plasmática. Aumentando o fornecimento de concentrado de 0,9 para 7,0 kg/d durante a última semana do período seco, enquanto a ingestão de forragem foi mantida constante, resultou num aumento de até 300% nos níveis séricos de insulina (Holtenius et al., 1993). Em recente estudo, Minor et al. (1998) aumentaram a concentração de energia líquida para lactação ( $EL_L$ ) na dieta de vacas secas através da substituição de forragem por milho moído e amido. Quando a concentração de  $EL_L$  foi aumentada de 1,34 para 1,63 Mcal/kg, as vacas tiveram maior consumo de matéria seca e maior ingestão de energia mantendo balanço energético positivo durante os últimos 19 dias do período seco. O desempenho pós-parto também foi melhorado e a produção de leite durante as primeiras 40 semanas foi aumentada em 2,3 kg/d, mas os resultados não podem ser atribuídos aos efeitos da dieta pré-parto pois as dietas durante a lactação foram distintas e com diferentes níveis de fibra e carboidratos não fibrosos. Apesar do desempenho pós-parto não poder ser atribuído a inclusão de níveis mais altos de carboidratos não fibrosos durante o período de transição, os parâmetros metabólicos durante o período periparturiente foram melhorados pela energia adicional da dieta. Vacas que receberam níveis mais altos de energia pré-parto tiveram níveis hepáticos de triglicerídeos reduzidos assim como os níveis de AGL e  $\beta$ -OH-butirato e maior concentração de glicogênio hepático. Esses dados demonstram claramente que a utilização de dietas para vacas secas com níveis mais altos de  $EL_L$  que os recomendados pelo NRC (1989) através da adição de carboidratos não fibrosos melhora o metabolismo e reduz as chances de ocorrência de distúrbios do metabolismo intermediário. Apesar dos dados de pesquisas controladas mostrarem que a substituição de forragem por grãos pré-parto traz inúmeros benefícios, estudos conduzidos em fazendas comerciais com grande número de animais têm concluído que a ingestão de altos níveis de energia pré-parto, ou melhor, a substituição de carboidratos fibrosos por não fibrosos na dieta de vacas secas é fator de risco para a ocorrência de deslocamento de abomaso pós-parto (Shaver, 1997; Cameron et al., 1998).

A adição de gordura à dieta é uma maneira de aumentar a concentração de energia na ração sem

promover mudanças nos níveis de fibra e de carboidratos não fibrosos. Kronfeld (1972) mencionou que a adição de gordura à dieta de vacas no final de gestação e início de lactação poderia aumentar a ingestão de energia e reduzir a incidência de cetose. De acordo com vários estudos (Herdt, 1988; Grummer, 1993; Grummer, 1995) a ocorrência de cetose clínica e subclínica pós-parto é precedida por um aumento na infiltração de gordura no fígado e por um aumento na relação triglicerídeos/glicogênio hepáticos nos últimos dias de gestação. Em dois estudos onde a adição de gordura foi feita nas últimas semanas que antecediam o parto (Skaar et al., 1989; Grum et al., 1996) os resultados mostraram dados controversos. Skaar et al. (1989) observaram que a adição de gordura na dieta de vacas em transição não afetou o consumo de matéria seca nem a ingestão de energia pré-parto. Os mesmos efeitos foram observados para os níveis plasmáticos de glicose, AGL e  $\beta$ -OH-butirato pré-parto, mas a suplementação com gordura mostrou uma tendência em aumentar as concentrações de triglicerídeos hepáticos. Já no estudo de Grum et al. (1996) a adição de 4% de gordura na ração de vacas secas reduziu o consumo de matéria seca pré-parto quando comparado com a dieta com mesmo nível de energia, mas o desempenho lactacional pós-parto não foi afetado. A suplementação com gordura pré-parto não alterou os níveis de glicose e  $\beta$ -OH-butirato, mas ela reduziu os níveis plasmáticos de insulina durante o período de transição e aumentou os de AGL durante o período antes do parto. Apesar dos níveis mais altos de AGL e mais baixos de insulina, a suplementação com gordura reduziu a infiltração de triglicerídeos e lipídeos totais no fígado e não alterou a concentração de glicogênio hepático.

Há a necessidade de mais pesquisas com o uso de gordura na dieta de vacas secas pois dados até então disponíveis são limitados e controversos. Apesar da controvérsia nos resultados dos parâmetros metabólicos de vacas secas suplementadas com gordura, o desempenho lactacional pós-parto não foi melhorado pela adição de gordura na dieta do período seco.

### **Uso de Aditivos na Dieta de Vacas Secas**

Aditivos alimentares para vacas de leite são um grupo de ingredientes que quando adicionados a dieta proporcionam melhoria no desempenho animal independentes de seu papel como nutrientes (Hutjens, 1991). Esses produtos são incluídos na dieta para melhorar sua palatabilidade, melhorar padrões de fermentação ruminal, otimizar a digestão de carboidratos fibrosos, reduzir a mobilização de reservas corporais, reduzir a incidência de distúrbios do metabolismo intermediário, etc.

Alguns fatores devem ser considerados para a implementação do uso de aditivos alimentares na dieta de vacas secas. O primeiro é mais importante é que nenhum aditivo ira substituir ou corrigir falhas no manejo e alimentação desses animais. Dietas mal balanceadas, animais sujeitos aos mais diversos estresses e falhas no manejo não serão compensados pelo uso de aditivos alimentares. Deve-se ter em mente também o fator econômico. Aditivos só devem ser utilizados quando a resposta animal é melhorada e o retorno financeiro dessa melhora tem que ser superior aos custos do uso de tais produtos. No entanto, muitos dos benefícios do uso de aditivos alimentares são de difícil interpretação e, mais difícil ainda, é dar valor monetário a tais mudanças. Por isso é de fundamental importância que haja estrito controle dos índices de produção, reprodução e saúde do rebanho para que se possa ter certeza que a utilização desses produtos estão trazendo benefícios para o desempenho do rebanho. Um importante fator a ser considerado é que a utilização de aditivos deve trazer melhores respostas quando os animais estão em períodos de maior desafio metabólico, tal como no final da gestação e início da lactação.

#### **1. Ionóforos**

O final de gestação e início de lactação são os períodos nos quais as vacas de leite apresentam uma maior incidência de problemas metabólicos. A insuficiente ingestão de nutrientes, principalmente energia, faz com que o período de transição torne-se crítico para o início do aparecimento de distúrbios como a esteatose hepática. Nesse mesmo período, vacas de leite apresentam grande risco de desenvolver acidose ruminal quando mudanças drásticas na dieta e flutuações no consumo de MS ocorrem. Vários pesquisadores têm sugerido a inclusão de ionóforos na dieta de vacas no período de transição para melhorar o metabolismo energético (Duffield, 1997; Plaizier et al., 1997; Bagg et al; Grummer, 1995; Hutjens, 1991) através do aumento da síntese de propionato no rúmen e reduzir os riscos de acidose ruminal (Plaizier et al, 1997; Oetzel, 1997) através do controle de bactérias amilolíticas produtoras de ácido láctico (*Streptococcus bovis*, *Lactobacillus spp*).

Duffield (1997) conduziu um extenso estudo com 1100 vacas em 25 fazendas de leite utilizando monensina sódica (Rumensin®) em cápsulas rumenais de liberação lenta. Cada cápsula continha 32 g de

monensina cuja liberação intraruminal diária é de aproximadamente 335 mg por 95 dias. Metade dos animais receberam placebo (cápsulas sem monensina) e a outra metade (503) receberam uma cápsula com monensina cerca de 3 semanas antes da data prevista de parto. Utilização de monensina sódica não afetou a produção de leite em rebanhos com baixa incidência de cetose subclínica, mas em rebanho com maior risco de cetose subclínica, monensina aumentou significativamente ( $P < .01$ ) a produção de leite. Vacas com maior condição corporal ( $>3,5$ ) no momento do tratamento apresentaram maior produção de leite quando suplementadas com monensina. A composição do leite não foi afetada pelo tratamento, mas a incidência de cetose subclínica e os níveis plasmáticos de  $\beta$ -hidroxibutirato foram estatisticamente reduzidos. Vacas que receberam monensina sódica apresentaram menor risco de desenvolvimento de cetose clínica e subclínica. Nenhum efeito de tratamento foi observado para os parâmetros reprodutivos estudados. Lean e Wade (1997) revisaram vários trabalhos onde monensina sódica foi utilizada em rações completas ou em cápsulas intraruminais de liberação lenta para vacas alimentadas em confinamento total ou em pastejo. Administração de monensina reduziu as concentrações plasmáticas de  $\beta$ -hidroxibutirato e ácidos graxos não esterificados, aumentou os níveis sanguíneos de glicose e reduziu o risco de cetose subclínica na maioria dos estudos (Tabela 7).

Portanto, apesar da escassa literatura presente sobre ionóforos para vacas secas, pode-se concluir que seu uso tem trazido benefícios a nível de metabolismo com redução nos valores sanguíneos de corpos cetônicos e ácidos graxos livres e aumento nos níveis de glicose. Também é importante salientar que apesar de não estudada em vacas secas, a inclusão de ionóforos na dieta tem o potencial de reduzir a incidência de acidose ruminal subclínica durante o período de transição. Considerando os possíveis benefícios do seu uso, a baixa taxa de inclusão na dieta (100 a 300 mg/vaca/dia) e o baixo custo, o uso de ionóforos é altamente recomendável na dieta de vacas no período seco (últimas 3 semanas) e início de lactação.

Tabela 7. Efeito do uso de monensina sódica sobre parâmetros metabólicos de vacas de leite.

Tratamento		$\beta$ -OH butirato mg/dl	Glicose mg/dl	NEFA <sup>1</sup>	Fonte
No parto	C	23,70	55,1	3,90 <sup>a</sup>	Abe et al., 1994
	M	11,74**	58,3*	3,75	
Pré-parto	C	14,91	58,63	0,46 <sup>b</sup>	Wade et al., 1996
	150 mg	13,91	58,89	0,38**	
	300 mg	13,90	60,97**	0,40	
	450 mg	14,31	60,31	0,39	
Pré-parto	C	15,24	65,10*	0,438 <sup>b</sup>	Stephenson et al., 1994
	M	12,46*	62,82	0,581	
Após o Parto	C	5,15	63,3	ND	Phipps et al. 1997
	M	4,34	65,5	ND	

\*  $P < .10$ ; \*\*  $P < .05$ ; \*\*\*  $P < .01$ ; ND: não disponível no estudo.

<sup>1</sup> Valores de ácidos graxos não esterificados em diferentes unidades (<sup>a</sup> mol/litro; <sup>b</sup> mg/dl; <sup>c</sup> mmol/litro)

## 2. Precursores Gluconeogênicos (Propileno glicol e Propionato de Cálcio)

De acordo com Huntington (1997), cerca de 70% da glicose utilizada diariamente por uma vaca de leite é originada da gluconeogênese hepática. Dentre os principais substratos utilizados para a síntese de glicose pelo fígado, propionato é o principal, seguido por lactato e aminoácidos. Propileno glicol e propionato de cálcio são compostos pouco fermentados pela flora ruminal e, após absorvidos, eles são transportados para o fígado via sistema porta onde são convertidos em glicose via piruvato e oxaloacetato (Emery et al., 1964). Esse dois compostos entram no ciclo de Krebs via Succinil Coenzima A e são convertidos em oxaloacetato e finalmente glicose pelo tecido hepático. Christensen et al. (1997) e

Grummer et al. (1994) observaram um aumento nas concentrações de propionato no líquido rumenal de vacas secas suplementadas com diversas doses de Propileno glicol via oral ou misturados ao concentrado ou a ração total. Esses dados sugerem alguma transformação de propileno glicol a propionato no rúmem. Propionato de cálcio, além de ser uma fonte de 3 carbonos para síntese de glicose pelo fígado, também fornece cálcio que será absorvido no intestino delgado e pode ajudar na prevenção de hipocalcemia pós-parto (Goff e Horst, 1995; Goff et al., 1996, Higgins et al., 1996).

A administração de propileno glicol durante o período de transição tem se mostrado eficiente em reduzir os níveis de ácidos graxos livres e corpos cetônicos, e aumentar os níveis séricos de glicose e insulina. Essas alterações metabólicas são altamente benéficas para a vaca de leite durante o final da gestação e início da lactação, e elas reduzem as chances de ocorrência de esteatose hepática e cetose subclínica. Em alguns estudos (Kronfeld, 1972) foi observado diarreia e inapetência quando propileno glicol foi fornecido a níveis superiores a 250 g por vaca/dia e isso foi provavelmente devido ao seu efeito deletério a flora rumenal. No entanto, estudos na Universidade de Wisconsin (Grummer, 1995; Christensen et al., 1997) não observaram nenhum efeito negativo da administração de propileno glicol pré-parto no consumo de alimento de vacas de leite, mesmo quando estas receberam cerca de 850 g por dia durante 2 semanas.

A Tabela 8 mostra o resultado de vários trabalhos com propileno glicol sob o desempenho e metabolismo de vacas de leite. Apesar de praticamente todos os trabalhos terem observado uma melhora nos perfis hormonais e nos níveis de metabólitos sangüíneos assim como na concentração de triglicérides hepáticos, a produção de leite durante os primeiros 21 dias pós-parto não foi alterada (Studer et al., 1993) pela suplementação pré-parto com propileno glicol.

Propionato de cálcio tem sido recomendado como suplemento para vacas secas nos últimos dias de gestação e no dia do parto para a prevenção de cetose e hipocalcemia subclínica (Higgins et al., 1996). A utilização de propionato de cálcio no dia do parto aumentou os níveis de glicose sangüínea 24 horas após a sua administração, reduziu os níveis de corpos cetônicos nesse mesmo período e reduziu os níveis de AGL nos primeiros 2 dias pós-parto (Goff et al., 1996; Higgins et al., 1996) (Tabela 9). Além disso, a administração de propionato de cálcio no dia do parto aumentou os níveis séricos de cálcio, reduziu a incidência de hipocalcemia clínica e subclínica pós-parto (Goff et al., 1996; Higgins et al., 1996; Goff e Horst, 1995) e aumentou a produção de leite em 3,8 kg/d nas primeiras 2 semanas pós-parto (Higgins et al., 1996).

Portanto, a administração oral de propileno glicol ou propionato de cálcio nos últimos dias de gestação e logo após o parto pode ser utilizada para melhorar os parâmetros metabólicos de vacas no período de transição e reduzir a incidência de cetose subclínica e hipocalcemia (propionato de cálcio).

Tabela 8. Efeito da administração de propileno glicol pré-parto no metabolismo de vacas de leite

Tratamento (PG, ml/d)	Leite kg/d	Insulina $\mu$ UI/ml	Glicose mg/dl	$\beta$ -OH-butirato mg/dl	AGL $\mu$ Eq/L	TG hepático mg %	Referencia
0 ml/d	ND	6,5	53,0	ND	386	ND	Miyoshi et al., 1995
500 ml/d	ND	11,1	59,2	ND	290	ND	
0 ml/d	33.2	0,354	Baixa	Alto	403	29,5***	Studer et al., 1993
1000 ml/d	32.6	0,679**	Alta	Baixo	234	14,5	
0 ml/d	ND	13,0	75,2	8,5***	746***	ND	Grummer et al., 1994
296 ml/d	ND	17,7**	80,0***	4,8	425	ND	
592 ml/d	ND	18,2**	81,1***	3,6	332	ND	
887 ml/d	ND	19,8**	82,0***	3,9	282	ND	
0 ml/d	ND	16,6	65,8	13,7	183**	ND	Christensen et al., 1997
340 ml/d O	ND	33,0***	67,8	13,6	154	ND	
340 ml/d C	ND	31,9***	68,8	14,4	155	ND	
340 ml/d R	ND	24,0**	66,5	14,2	161	ND	

$P < .10$ ; \*\*  $P < .05$ ; \*\*\*  $P < .01$ ; ND: não disponível

O: administração oral; C: misturado ao concentrado; R: misturado a ração total

Tabela 9. Efeito da administração de propionato de cálcio<sup>1</sup> pré-parto sob o metabolismo de vacas de leite.

Tratamento (Pca, ml/d)	Raça <sup>2</sup>	Cálcio mg/dl 24h	Cálcio mg/dl 10 d	$\beta$ -OH- butirato mg/dl	AGL $\mu$ Eq/L	Referencia
Controle	H	6,87	7,95	13,1	ND	Goff et al., 1996
4 tubos <sup>3</sup>	H	7,23	8,25	10,6	ND	
Controle	H	7,34	8,50	13,5	0,79	Goff et al., 1996
6tubos <sup>4</sup>	H	7,98	8,57	13,2	0,81	
Controle	J	6,02	8,74	6,9*	0,74*	Goff et al., 1996
4 tubos <sup>3</sup>	J	7,23**	8,30	4,4	0,51	
Controle <sup>5</sup>	H	4,3	4,90	ND	1,39**	Higgins et al, 1996
110g Ca+454g PG	H	5,8***	4,80	ND	0,85	

\*  $P < .10$ ; \*\*  $P < .05$ ; \*\*\*  $P < .01$ ; ND: não disponível

<sup>1</sup> Cada tubo de propionato de cálcio contém 134 g de propionato e 37 g de cálcio

<sup>2</sup> H: holandesa; J: Jersey

<sup>3</sup> Dois tubos ao parto e outros dois tubos 12 horas após o parto

<sup>4</sup> Três tubos ao parto e outros três tubos 12 horas após o parto

<sup>5</sup> Níveis séricos de Ca foram expressos como Ca ionizável

### 3. Niacina

Niacina é o nome genérico de uma das vitaminas hidrossolúveis do grupo B (Vit. B<sub>3</sub>), o ácido nicotínico (Mayes, 1993a). Ela é utilizada para a síntese de NAD<sup>+</sup> e NADP<sup>+</sup> no citosol das células. Esses compostos são coenzimas de muitas enzimas desidrogenases tais como lactato desidrogenase e malato desidrogenase e, portanto, são substâncias fundamentais em muitos processos metabólicos que afetam o metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos.

Durante o processo de fermentação ruminal, os microrganismos conseguem sintetizar niacina (Hutjens, 1991) e o aminoácido triptofano pode ser utilizado como precursor na síntese de niacina em células animais (Mayes, 1993a). No entanto, quando niacina é utilizada como aditivo alimentar em dietas de vacas de leite a sua função é a de reduzir a mobilização de gordura corporal durante o início da lactação e melhorar o balanço energético (Hutjens, 1991; Skaar et al., 1989).

O exato mecanismo de ação da niacina ainda não foi estudado em ruminantes, mas em animais de laboratório e humanos, a niacina reduz o fluxo de ácidos graxos livres para o sangue e reduz a síntese de colesterol via lipoproteínas (Mayes, 1993a). Essa redução no fluxo de ácidos graxos livres do tecido adiposo para a corrente sanguínea é causada pela inibição na ação da enzima lipase sensível a hormônio pela niacina. No entanto, até então, não se sabe se o mesmo mecanismo de ação é observado em ruminantes quando suplementados com altos níveis dessa vitamina.

Alguns autores (Shields et al., 1983; Riddell et al., 1981) observaram que em vacas canuladas no rumem e duodeno, a suplementação com 6 a 12 g de niacina por vaca/dia aumentou a síntese de proteína microbiana e reduziu a concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal. Esse mesmo efeito foi observado em outros estudos e o aumento na síntese de proteína microbiana foi causada principalmente por um aumento no fluxo de protozoários para o duodeno (Horner et al., 1988). Entretanto, estudos recentes

não observaram nenhum efeito da adição de niacina (6 g/d) a dietas com ou sem suplementação com gordura na digestibilidade de fibra, de amido, na concentração de ácidos graxos voláteis, na concentração de nitrogênio amoniacal e no fluxo de proteína e aminoácidos para o duodeno (Christensen et al., 1996; Hutjens, 1991).

Hutjens (1991) fez um sumário de vários estudos onde niacina foi utilizada como suplemento alimentar na dieta de vacas em lactação na dose de 6 a 12 g por vaca/dia (Tabela 10). Em 19 estudos onde as dietas não foram suplementadas com gordura, a adição de niacina a dieta aumentou a produção de leite e a porcentagem e produção de gordura e proteína do leite. No entanto, quando a adição de niacina foi feita a dietas com fontes suplementares de gordura (caroço de algodão, ácidos graxos de cadeia longa saturados e ácidos graxos na forma de sabões de cálcio), apenas proteína no leite foi aumentada.

Niacina vem sendo recomendada na dieta de vacas de leite no final de gestação e início de lactação para reduzir a mobilização de reservas de gordura corporal, reduzir os níveis séricos de ácidos graxos livres e corpos cetônicos e melhorar o desempenho lactacional (Hutjens, 1991). Entretanto, em estudos onde a suplementação de niacina foi feita a vacas secas, tais benefícios não foram observados. Skaar et al. (1989) estudou os efeitos da adição de niacina com ou sem gordura suplementar na dieta de vacas no período de transição iniciando cerca de 3 semanas antes da data prevista de parto. A adição de niacina aumentou os níveis de ácidos graxos livres no sangue, aumentou a concentração de triglicerídeos hepáticos e não melhorou o desempenho lactacional das vacas de leite. Em um outro estudo da Universidade de Wisconsin, Minor et al. (1998) também observaram que a adição de niacina (12 g/d) pré-parto não resultou em melhora no desempenho de vacas de leite durante as primeiras 40 semanas pós-parto e também não alterou os níveis de glicose e ácidos graxos livres séricos ou triglicerídeos e glicogênio hepáticos durante o período periparturiente. Esses dados demonstram que adição de niacina durante o período seco não reduz a mobilização de tecido adiposo nem reduz os riscos de esteatose hepática e cetose.

Apesar dos dados com vacas secas serem controversos, niacina tem sido adicionada a dietas de vacas nos primeiros meses de lactação nas doses de 6 a 12 g por vaca/dia.

Tabela 10. Efeito da suplementação com niacina no desempenho de vacas de leite.

Dietas	Nº de estudos	Aumento sobre o tratamento controle		
		Leite (kg/d)	Gordura (%)	Proteína (%)
Normal	19	+ 0,76	+ 0,165	+ 0,06
Suplementada com gordura	5	- 0,36	- 0,044	+ 0,10

Fonte: Hutjens (1991).

#### 4. Colina

Colina não é considerada como uma das vitaminas hidrossolúveis porque não participa na formação de complexos enzimáticos e seu requerimento é em gramas e não em miligramas. Em animais monogástricos, deficiência de colina está associada com o aparecimento de esteatose hepática ou síndrome do fígado gorduroso. Durante as últimas semanas de gestação há um drástico aumento na concentração de triglicerídeos no fígado resultante das alterações metabólicas e hormonais e do decréscimo no consumo de MS (Herdt, 1988; Bertics et al., 1992; Grummer, 1995). O aparecimento de esteatose hepática pré-parto é o primeiro passo para a ocorrência de cetose pós-parto (Grummer, 1995). Portanto, seria lógico a utilização de substâncias lipotrópicas no período de transição para melhorar o metabolismo de lipídeos e reduzir o influxo de ácidos graxos livres no tecido hepático. Erdman (1992) resumiu estudos onde colina foi fornecida em diferentes quantidades para vacas de leite pós parto através de infusão duodenal. A infusão de colina a níveis iguais ou superiores a 31 g/dia aumentou a produção de leite em 1,2 kg/d e a produção de leite corrigido para gordura em 1,8 kg/d. No entanto, em estudos onde colina foi adicionada a dieta de vacas de leite, 99% da quantidade fornecida inicialmente foi degradada no rúmen e apenas 1% atingiu o duodeno. Portanto, a utilização de colina na dieta de vacas de leite não será possível enquanto formas protegidas resistentes a degradação rumenal não se tornarem comercialmente disponíveis.

## 5. Inositol

Inositol é um importante componente na sínteses de fosfolipídeos em várias espécies e a utilização de dietas deficientes nesse agente lipotrópico causa esteatose hepática em animais de laboratório (Mayes, 1993; Gerloff et al., 1986; Gerloff et al., 1984). Gerloff et al. (1986 e 1984) hipotetizaram que a adição de mioinositol a dieta de vacas secas aumentaria a concentração de inositol no tecido hepático e a formação de fosfatidil inositol, o que poderia resultar num aumento na secreção de VLDL pelo fígado e reduziria a incidência de esteatose hepática e cetose durante o período de transição. Em dois estudos, os autores adicionaram cerca de 17 g de mioinositol a dieta de 90 vacas e outras 90 foram mantidas como controle. O tratamento foi iniciado cerca de 4 semanas antes do parto e durou 60 dias. Amostras de sangue e biópsias hepáticas foram coletadas durante o mesmo período para mensuração de ácidos graxos livres e insulina séricos e triglicerídeos hepáticos. A adição de mioinositol na dieta não alterou os níveis sanguíneos de ácidos graxos livres ou insulina nem afetou a concentração de triglicerídeos no fígado. Apesar desses dois estudos não terem reportado nenhum dado de desempenho animal pós-parto, a suplementação com inositol durante o período seco não resultou em melhora alguma no metabolismo energético de vacas de leite.

## 6. Cromo

Cromo é um mineral essencial para manutenção do metabolismo de carboidratos e lipídeos. Em seres humanos e animais de laboratório, a deficiência de cromo é manifestada através de alterações no metabolismo de glicose e resistência a insulina em diversos tecidos (Mayes et al., 1993). Em ruminantes, a utilização de suplementos a base de cromo ainda não se tornou uma prática comum e os requerimentos para as mais diversas categorias ainda não foram estabelecidos (NRC, 1989). Em bezerros em crescimento, a suplementação com cromo na dieta melhorou o ganho de peso e a resposta imune quando esses animais foram desafiados com patógenos causadores de doenças respiratórias (Herpes vírus bovino) (Chang e Mowat, 1992).

Durante o final da gestação e início da lactação, vacas de leite estão sujeitas a diversas alterações metabólicas e hormonais que fazem com que esse período se transforme numa fase de grandes estresses durante o ciclo lactacional. Vacas de leite no período periparturiente apresentam alterações no metabolismo de glicose as quais podem ser consequentes a ocorrência de resistência a insulina em tecidos como o adiposo (Vazquez-Anon et al., 1996). Alguns autores têm postulado que a suplementação com cromo na dieta de vacas de leite durante o período periparturiente pode melhorar o metabolismo de carboidratos e lipídeos, reduzir a resistência a insulina e a mobilização de gordura do tecido adiposo. Subiyatno et al. (1996) forneceram cromo na dieta (0,5 ppm + 5,5mg/vaca/dia) de vacas de leite antes e após o parto e estudaram os efeitos da suplementação com esse mineral quando esses animais receberam glicose ou propionato intravenoso. Durante o teste de tolerância a glicose, a suplementação com cromo reduziu a relação insulina/glicose e a concentração plasmática de insulina e triglicerídeos em animais primíparas, mas não em vacas múltíparas. Quando as vacas foram desafiadas com propionato intravenoso pós-parto, os animais que receberam dietas com cromo apresentaram níveis mais altos de glicose e IGF-1 no sangue e menor relação insulina/glucagon. Em um segundo estudo (Besong et al., 1996) cromo foi adicionado a dieta de vacas de leite na forma de picolinato de cromo (0,8 ppm), iniciando 30 dias pré-parto até 60 dias pós-parto. A adição de picolinato de cromo aumentou o consumo de MS e a produção de leite, mas não teve nenhum efeito na composição do leite, nos níveis sanguíneos de glicose, ácidos graxos livres e insulina. No entanto, picolinato de cromo reduziu os níveis séricos de corpos cetônicos e a concentração de triglicerídeos hepáticos no dia 30 pós-parto. Apesar do escasso número de estudos avaliando o efeito da suplementação com cromo sob o metabolismo de vacas durante o período de transição, há indícios de que a adição desse mineral a dietas de vacas secas possa reduzir o fenômeno de resistência a insulina pré e pós-parto e melhorar o metabolismo energético de vacas de leite.

## 7. Extrato de Levedura (*Saccharomyces cerevisiae*)

Vacas que apresentam altos consumos de MS durante o período de transição são que apresentam maior potencial de produção com menor incidência de distúrbios metabólicos. A utilização de levedura na dieta de vacas de leite tem, em alguns estudos, mostrado alterar a fermentação ruminal, estimular o crescimento de microrganismos no rúmem e favorecer a digestão de fibra. Com base em estudos com vacas canuladas, Robinson (1997) hipotetizou que a adição de levedura a dieta de vacas nas últimas 2 semanas do período seco e nas 2 primeiras semanas de lactação iria melhorar a digestão de fibra, reduzir a queda no consumo de MS pré-parto e melhorar o desempenho lactacional após o parto. No entanto, a adição de 57

g/d de *Saccharomyces cerevisiae* não alterou nenhum dos parâmetros avaliados tanto no período pré como no pós-parto (Tabela 11). Os dados deste trabalho, apesar de único e de curta duração (42 d), demonstram que a utilização de levedura no período de transição não afetou o desempenho de vacas de leite pré e pós-parto.

Tabela 11. Efeito da suplementação com *Saccharomyces cerevisiae* no período de transição sob o desempenho de vacas de leite

Tratamento	Pré-parto			
	CMS, kg/d	CMS, % PC	MCC	MPC, kg/d
Controle	10,97	1,52	-0,08***	0,19
Levedura, 57g/d	10,79	1,48	-0,01	0,36
	Pós-parto			
	CMS, kg/d	CMS, % PC	Leite, kg/d	Gordura, %
Controle	17,38	2,73	34,09	4,17
Levedura, 57g/d	17,62	2,78	34,65	4,33

$P < .10$ ; \*\*  $P < .05$ ; \*\*\*  $P < .01$

Fonte: Robinson (1997); MCC: mudança de condição corporal; MPC: mudança de peso corporal; CMS, % PC: consumo de matéria seca como porcentagem do peso corporal.

## 8. Sais aniônicos

Nos últimos anos, o conceito de balanço catião-aniônico tem sido estudado e utilizado na nutrição de vacas de leite, especialmente durante as últimas semanas do período seco. A grande atenção dada ao balanço de íons na dieta de vacas pré e pós-parto é devido a influência que esse balanço pode ter nos níveis séricos de cálcio pré e pós-parto e no desempenho animal.

Hipocalcemia ou “febre do leite” é uma doença não febril que ocorre geralmente em vacas multíparas durante os primeiros dias após o parto, caracterizada por drástica queda nos níveis sanguíneos de cálcio e cálcio ionizável, o que causa progressiva disfunção neuromuscular com paralisia flácida, colapso circulatório, depressão e até morte se o animal não for tratado a tempo. Durante os últimos dias de gestação e as primeiras semanas de lactação, praticamente toda vaca de leite apresenta um certo nível de hipocalcemia ( $\text{Ca}^{++} < 9,0$  mg/dl), a qual pode ou não se manifestar com sintomas clínicos. Apesar da hipocalcemia clínica ser um grande problema em vacas de leite, a doença subclínica é a que causa os maiores danos e prejuízos. Vacas que apresentam hipocalcemia subclínica têm menor consumo de MS (Horst et al., 1997) e estão mais propensas ao desenvolvimento de outras doenças tais como síndrome da vaca caída, retenção de placenta, prolapso de útero, deslocamento de abomaso, pobre desempenho reprodutivo e mastite (Curtis et al., 1983; Risco et al., 1984; Beede, 1992; Oetzel, 1995).

Com o início da lactação, as exigências por cálcio aumentam drasticamente. A concentração de cálcio no colostro é quase 2 vezes superior a concentração no leite. Logo após o parto, uma vaca produzindo cerca de 10 kg de colostro por ordenha irá eliminar cerca de 23 g de cálcio numa única ordenha. Isso representa cerca de 8 a 10 vezes a quantidade total de cálcio sanguíneo numa vaca de 600 kg. Para que o equilíbrio entre a excreção de cálcio no colostro e leite e as concentrações séricas de cálcio sejam mantidos, a vaca de leite terá que mobilizar cálcio do tecido ósseo e aumentar a sua absorção intestinal. Considerando tais mudanças, uma vaca de leite produzindo cerca de 15 kg de colostro por dia terá suas exigências de cálcio aumentadas de 12 g/d (período seco) para cerca de 47 g/d. Essa súbita demanda por cálcio faz com que praticamente toda vaca de leite passe por períodos de hipocalcemia subclínica pós-parto.

Até poucos anos atrás, o principal método para prevenção de hipocalcemia pós-parto era o fornecimento de dietas com baixos níveis de cálcio ( $< 50$  g/d) durante as últimas semanas de gestação.

Acreditava-se que a ingestão de altos níveis de cálcio poderia inibir a secreção de paratormônio, reduzir a síntese de Vit. D, reduzir a absorção intestinal e a mobilização de cálcio do tecido ósseo nos últimos dias de gestação e durante os primeiros dias de lactação, quando a demanda por cálcio aumenta dramaticamente. Entretanto, estudos recentes têm demonstrado que o principal fator que afeta os níveis séricos de cálcio e a capacidade do organismo de se ajustar a grande demanda por cálcio para síntese de colostro é o balanço catião-aniônico da vaca nesse período, o qual é pouco influenciado pelos níveis de cálcio na dieta (Goff e Horst, 1997).

O balanço catião-aniônico é a relação entre a concentração em miliequivalentes (mEq) de cátions (minerais com cargas positivas) e ânions (minerais com cargas negativas) nos fluidos corporais. Esse conceito assume que o influxo de qualquer íon aos fluidos corporais é capaz de alterar o balanço ácido-básico do organismo (Horst et al., 1997). Quando a concentração de ânions supera a de cátions, o animal entra num estado de acidose metabólica a qual afeta uma série de parâmetros metabólicos, tais como: aumento na concentração de  $H^+$ , redução nos níveis de  $HCO_3^-$ , queda no pH sanguíneo, redução na excreção renal de  $HCO_3^-$  e outros mecanismos compensatórios. Apesar de qualquer mineral com carga positiva ou negativa poder afetar o balanço catião-aniônico, aqueles que apresentam uma maior taxa de absorção no trato digestivo e maior concentração de cargas em mEq (maior peso atômico associado à menor valência) são os que mais influenciam esse balanço (íons fortes). Dentre eles, sódio ( $Na^+$ ) e potássio ( $K^+$ ) são os principais cátions e enxofre ( $S^{2-}$ ) e cloro ( $Cl^-$ ) os principais ânions. Outros minerais como cálcio, magnésio e fósforo também podem influenciar o balanço catião-aniônico, mas devido a menor taxa de absorção desses elementos, eles geralmente não são considerados nas equações para cálculo do balanço catião-aniônico da dieta. De acordo com o NRC (1989), sódio, cloro e potássio são absorvidos com mais de 90% de eficiência. Isso significa que para cada grama de sódio ou cloro ou potássio na dieta, mais de 900 mg desses elementos entram na corrente sanguínea. Por outro lado, a taxa de absorção de cálcio, fósforo e magnésio é muito variável e geralmente abaixo de 50%. Já o enxofre tem taxa de absorção superior a 60% (NRC, 1989).

Goff (1997) sugeriu três diferentes equações para o cálculo do balanço catião-aniônico da dieta de vacas de leite. A primeira considera todos os macrominerais que podem afetar o balanço catião-aniônico com suas respectivas taxas de absorção baseadas nos valores do NRC(1989):

$$\text{Equação 1: BCA (mEq/kg)} = \{(0,38 \text{ Ca} + 0,3 \text{ Mg} + \text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + 0,6 \text{ S} + 0,5 \text{ P})\}$$

A segunda equação foi apenas alterada os coeficientes de absorção dos elementos de acordo com a sua própria experiência:

$$\text{Equação 2: BCA (mEq/kg)} = \{(0,15 \text{ Ca} + 0,15 \text{ Mg} + \text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + 0,2 \text{ S} + 0,3 \text{ P})\}$$

A terceira equação, a mais comumente utilizada, leva em consideração apenas os quatro principais minerais e assume a mesma taxa de absorção para todos:

$$\text{Equação 3: BCA (mEq/kg)} = \{(\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + \text{S})\}$$

Como as taxas de absorção de Ca, P, Mg são baixas e eles influenciam pouco o pH dos fluidos corporais, eles são simplesmente ignorados na terceira equação para cálculo do BCA e esta acaba sendo a mais simples e mais amplamente utilizada por nutricionistas, veterinários e pesquisadores. A Tabela 12 exemplifica os fatores de conversão de cada elemento utilizado na equação de percentagem na matéria seca para mEq/kg de matéria seca da dieta.

Várias teorias têm sido sugeridas para explicar o mecanismo pelo qual essa alteração no equilíbrio ácido-básico do animal pré-parto afeta os níveis séricos de cálcio e a incidência de febre do leite. A princípio, foi hipotetizado que a pequena acidose metabólica causada pelos sais aniônicos aumentava a mobilização de tamponantes sanguíneos e, entre eles, estava carbonato de cálcio do tecido ósseo. Além disso, essa acidose metabólica poderia aumentar a absorção intestinal de cálcio. No entanto, vários trabalhos têm demonstrado que adição de ânions à dieta de vacas secas não aumenta a absorção intestinal de cálcio (Block, 1994). Evidências de estudos mais recentes têm demonstrado que um dos principais mecanismos pelos quais dietas acidogênicas reduzem a incidência de hipocalcemia é um possível aumento na atividade do paratormônio no tecido ósseo e nos rins (Horst et al., 1997). A adição de sais aniônicos à dieta de vacas de leite parece reduzir a refratariedade do tecido ósseo e dos rins ao hormônio da paratireóide resultando num aumento na taxa de reabsorção de cálcio do tecido ósseo e aumento nos níveis séricos de  $1,25(OH)_2$  Vit.  $D_3$ . Portanto, parece que o principal efeito das dietas acidogênicas no controle da hipocalcemia é o aumento na capacidade dos tecidos responderem ao estímulo causado pelo paratormônio.

Sais aniônicos não são palatáveis e, quando adicionados em grandes quantidades, eles podem reduzir o consumo de MS (Beede, 1992; Horst et al., 1997). Portanto, a adição desses sais deve ser a mínima

possível para evitar um possível agravamento no queda do consumo de alimento durante as últimas semanas de gestação. Quando a dieta original apresenta um BCA superior a 250 mEq/kg de MS será difícil corrigi-la apenas com a adição de sais aniônicos sem afetar sua palatabilidade e seu consumo pelas vacas. Além disso, dietas de vacas secas onde o concentrado é fornecido separadamente do volumoso não são indicadas para a adição de sais aniônicos. A alta concentração desses sais no concentrado (concentrado representa apenas 30 a 40% da MS) e a falta de controle de consumo dos dois ingredientes (forragem e concentrado) poderá afetar o consumo total de MS e o BCA da dieta consumida. É, portanto, interessante o fornecimento de ração completa para vacas secas para se assegurar uma melhor diluição dos sais aniônicos a dieta e melhor controle do BCA da dieta ingerida, além das inúmeras outras vantagens do fornecimento de ração completa

O primeiro passo para a formulação de dietas com sais aniônicos para vacas secas é a escolha de alimentos que apresentem baixos níveis de sódio e potássio. É necessário que a composição mineral (Na, K, Ca, Cl, S e P) de todos os ingredientes da dieta seja analisada e que não se utilize valores de tabela pois tais minerais são altamente variáveis. Silagem de milho ou de sorgo apresentam níveis de potássio geralmente inferiores a 1,5% e de sódio inferiores a 0,02% enquanto que alfafa apresenta níveis de potássio que variam entre 2,5 a 3,5% (NRC, 1989). Utilizando ingredientes com baixos níveis de sódio e potássio irá reduzir a quantidade de sais aniônicos necessários para alterar o BCA da dieta para que esta atinja valores negativos. A utilização de ingredientes ricos em sódio (bicarbonato de sódio) é altamente contraindicada pois eles aumentarão a concentração de cátions na dieta e a tornará mais alcalina. Apesar de fosfatos serem ânions e, portanto, reduzirem o BCA, a ingestão de fósforo na dieta deve ser limitada em 40 a 50 g/d porque ele inibe a síntese de Vit. D<sub>3</sub> pelos rins e pode causar hipocalcemia (Goff, 1997).

Vários autores sugerem que para máxima resposta, dietas pré-parto devem ter um BCA de -200 a -100 mEq/kg de MS (Beede, 1992; Oetzel, 1995; Goff, 1997; Horst et al., 1997). Após a formulação de uma dieta base com baixos níveis de Na e K e com um BCA inferior a 250 mEq/kg, os sais aniônicos devem ser adicionados de acordo com seu custo por equivalente (Tabela 13) e palatabilidade. Níveis de enxofre na dieta total não devem ultrapassar 0,45 % pois o excesso de enxofre pode afetar a absorção de Se e de Cu (NRC, 1989). O nível de cálcio na dieta final deve ser inferior a 1,5% (120 a 140 g Ca/d). Quando os níveis de S e Ca já atingiram os valores acima, deve-se então utilizar o cloreto de amônio para reduzir o BCA da dieta até o valor desejado.

Os resultados da adição de sais aniônicos a dieta de vacas secas são observados em um curto espaço de tempo. Após 1 a 2 dias de inclusão na dieta, os sais aniônicos já irão reduzir o pH urinário e promover uma pequena acidose metabólica. É indicado que dietas acidogênicas sejam fornecidas por pelo menos uma a duas semanas antes do parto para melhores resultados (Beede, 1992; Goff, 1997). Vários pesquisadores recomendam a utilização do pH urinário para monitorar o uso de dietas acidogênicas (Beede, 1992; Jardon, 1995; Goff, 1997). Há uma grande correlação entre o BCA, pH urinário e hipocalcemia. Normalmente, a urina de ruminantes é alcalina com pH superior a 8,0. De acordo com Jardon (1995) e Goff (1997), o pH da urina de vacas recebendo dietas com um negativo BCA deve estar entre 6,0 e 7,0. Valores acima indicam inadequado consumo de sais aniônicos e valores abaixo de 5,8 indicam consumo acima do recomendado. Quando a inclusão de sais aniônicos é feita acima dos valores recomendados (BCA entre -200 e -100 mEq/kg), além de uma possível depressão no consumo de matéria seca pré-parto, a acidose metabólica na vaca pode causar acentuar uma possível acidose metabólica no bezerro recém-nascido e reduzir a absorção de imunoglobulinas do colostro durante as primeiras horas após o nascimento.

Tabela 12. Conversão de percentagem do elemento na matéria seca da dieta para mEq/kg de MS da dieta

Elemento	Peso Atômico (g)	Valência (carga)	Peso Equivalente (g)	Fator de Conversão % para mEq/kg
Na <sup>+</sup>	23,0	1(+)	23,0	435
K <sup>+</sup>	39,1	1(+)	39,1	256
Cl <sup>-</sup>	35,5	1(-)	35,5	282
S <sup>2-</sup>	32,1	2(-)	16,05	623

### Referências:

- Bagg, R. 1997. Mode of action of ionophores in lactating dairy cattle. *In Proc. Usefulness of Ionophores in Lactating Dairy Cattle*. Ontario Veterinary College. Guelph, Ontario. Pag. 13.
- Beede, D.K. 1992. The DCAD concept: Transition rations for dry pregnant cows. *Feedstuffs*. 64(53):12.
- Bell, A.W., R. Slepatis e R.A. Ehrhardt. 1995. Growth and accretion of energy and protein in the gravid uterus during late pregnancy in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 78:1954.
- Bell, A.W. 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73:2804.
- Bertics, S.J. e R.R. Grummer. 1997. The effects of fat and methionine on liver triglyceride of dry cows during feed restriction. *J. Dairy Sci.* 80(1):252.
- Bertics, S.J., R.R. Grummer, C. Cadorniga-Valino e E.E. Stoddard. 1992. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration in early lactation. *J. Dairy Sci.* 75:1914.
- Bergen, W.G e D.B. Bates. 1984. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. *J. Anim. Sci.* 58:1465.
- Besong, S., J. Jackson, S. Trammell e D. Amaral-Phillips. 1996. Effects of supplemental chromium picolinate on liver triglycerides, blood metabolites, milk yield and milk composition in early lactation cows. *J. Dairy Sci.* 79(1):197.
- Block, E. 1994. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic response of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77:1437.
- Cameron, R.E.B., P.B. Dyk, T.H. Herdt, J.B. Kaneene, R. Miller, H.F. Bucholtz, J.S. Liesman, M.J. Vandehaar e R.S. Emery. 1998. Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. *J. Dairy Sci.* 81:132.
- Chang, X. e D.N. Mowat. 1992. Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. *J. Anim. Sci.* 70:559.
- Christensen, J.E., R.R. Grummer, F.E. Rasmussen e S.J. Bertics. 1997. Effect of method of delivery of propylene glycol on plasma metabolites of feed-restricted cattle. *J. Dairy Sci.* 80:563.
- Christensen, R.A., T.R. Overton, J.H. Clark, J.K. Drackley, D.R. Nelson e S.A. Blum. 1996. Effects of dietary fat with or without nicotinic acid on nutrient flow to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:1410.
- Crawley, D.D. e L.H. Kilmer. 1995. Effects of level and source of rumen degradable protein fed prepartum on postpartum performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78(1):266.
- Curtis, C.R., H.N. Erb, C.J. Sniffen. 1985. Path analysis of dry period nutrition, postpartum metabolic and reproductive disorders and mastitis in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 68:2347.
- Curtis, C.R., H.N. Erb, C.J. Sniffen, R.D. Smith, P.A. Powers, M.C. Smith, M.E. White, R.B. Hillman e E.J. Pearson. 1983. Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 183:559.
- Davis, A.J., R. Fleet, J.A. Goode, M.H. Hamon, F.M. Maule-Walker e M. Peaker. 1979. Changes in

mammary gland function at the onset of lactation in the goat: correlation with hormonal changes. *J. Physiology*. 288:33.

Dirksen, G.U., U.G. Liebich e E. Mayer. 1985. Adaptative changes of the ruminal mucosa and their functional and clínical significance. *Bovine Pract.* 20:116.

Domecq, J.J., A.L. Skidmore, J.W Lloyd e J.B. Kaneene. 1997a. Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 80:101.

Domecq, J.J., A.L. Skidmore, J.W Lloyd e J.B. Kaneene. 1997b. Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 80:113.

Domecq, J.J., A.L. Skidmoree, J.W. Lloyd e J.B. Kaneene. 1995. Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78:2308.

Duffield, T. 1997. A field study on the efficacy of the Rumensin® controled release capsule (CRC) administered prepartum on the prevention of subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *In Proc. Usefulness of Ionophores in Lactating Dairy Cattle.* Ontario Veterinary College. Guelph, Ontario. Pag. 94.

Dyk, P.B., R.S. Emery, J.L. Liesman, H.F. Bucholtz, e M.J. VanderHaar. 1995. Prepartum non-esterified fatty acids in plasma are higher in cows developing peripartum health problems. *J. Dairy Sci.* 75(Suppl. 1):279.

Edmondson, A.J., I.J. Lean, L. Weaver, T. Farver e G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy.Sci.* 72:68.

Emery, R.S., N. Burg, L.D. Brown. 1964. Detection, occurrence and prophylatic treatment of borderline ketosis with propylene glycol feeding. *J. Dairy Sci.* 47:1074.

Erdman, R.A. 1992. Vitamins. *In* H.H. Van Horn e C.J. Wilcox. *Large Dairy Herd Management.* Am. Dairy Sci. Assoc. Champaign, IL. Pag. 297.

Erskine, R.J. 1993. Nutrition and mastitis. *In* *The Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice.* Vol. 9(3):551.

Ferguson, J.D. e K.A. Otto. 1989. Managing body condition in dairy cows. *In Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf.,* Syracuse, NY. Cornell University, Ithaca, N.Y. pag. 75.

Fox, D.G., C.J. Sniffen, J.D. O'Connor. 1996. A net carbohydrate and protein sstem for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.* 70:3578.

Frye, T.M., S.M. Williams e T.W. Graham. 1991. Vitamin deficiencies in cattle. *In* *The Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice.* Vol. 7( 1):217.

Garnsworthy, P.C. 1988. The effect of energy reserves at calving on performance of dairy cows. *In* *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow.* London, Butterworths. Pag.:157.

Garnsworthy, P.C. e J.H. Topps. 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.

Gerloff, B. 1986. Appendix. *In* D.A. Morrow, *Current Therapy in Theriogenology.* 2<sup>nd</sup> Edition. W.B. Saunders.

Gerloff, B.J., T.H. Herdt, W.W. Wells, J.S. Liesman e R.S. Emery. 1986. Inositol and hepatic

lipidosis. I. Effect of inositol supplementation and time from parturition on liver and serum lipids in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 62:1682.

Gerloff, B.J., T.H. Herdt, R.S. Emery e W.W. Wells. 1984. Inositol as a lipotropic agent in dairy cattle diets. *J. Anim. Sci.* 59:806.

Goff, J.P. 1997. Dietary effects on acid based metabolism and clinical implications of these effects on milk fever risk in dairy cattle. *In Proc. 30<sup>th</sup> Annual Conf. AABP. Montreal, Quebec.*

Goff, J.P. e R.L. Horst. 1997. Effect of addition of potassium and sodium, but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:176.

Goff, J.P., R.L. Horst, P.W. Jardon, C. Borelli e J. Wedam. 1996. Field trials of an oral calcium propionate paste as an aid to prevent milk fever in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:378.

Goff, J.P. 1996. Antioxidant vitamins and the immune system-implications for the immune system of the mother and the neonate. *In Proc. 29<sup>th</sup> Annual Conf. AABP. San Diego, CA.*

Goff, J.P. e R.L. Horst. 1995. Oral calcium propionate as treatment for hypocalcemia in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78(1):186.

Goff, J.P. e J.R. Stabel. 1990. Decreased plasma retinol,  $\alpha$ -tocopherol, and zinc concentration during the periparturient period: effect on milk fever. *Dairy. Sci.* 73:3195.

Grant, R.J. e J.L. Albright. 1995. Feeding behaviour and management factors during the transition period in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2791.

Grant, R.R. e J. Albright. 1997. Dry matter intake influenced by cow grouping, behavior. *Feedstuffs. Vol. 69(50):12.*

Grum, D.E., J.K. Drackley, R.S. Younger, D.W. LaCount e J.J. Veenhuizen. 1996. Nutrition during the dry period and hepatic lipid metabolism of periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:1850.

Grummer, R.R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.* 73:2820.

Grummer, R.R., J.C. Winkler, S. Bertics e V.A. Studer. 1994. Effect of propylene glycol dosage during feed restriction on metabolites in blood of prepartum Holstein heifers. *J. Dairy Sci.*, 77:3618.

Grummer, R.R. 1993. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:3882.

Harmon, R.J. e P.M. Torre. 1994. Copper and zinc: do they influence mastitis? *In Proc. 33<sup>rd</sup> Natl. Mastitis Council. pp:54.*

Harrison, J.H., D.C. Hancock e H.R. Conrad. 1984. Vitamin E and selenium for reproduction of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67:123.

Herdt, T.H. 1988. Fatty liver in dairy cows. *In The Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice. Vol. 4(2):269.*

Higgins, J.J., W.K. Sanchez, M.A. Guy e M.L. Anderson. 1996. An oral gel of calcium propionate plus propylene glycol is effective in elevating calcium and glucose levels in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79(1):130.

Hogan, J.S., W.P. Weiss, e K.L. Smith. 1993. Role of vitamin E and selenium in host defense against mastitis. *J. Dairy Sci.* 76:2795.

Holtenius, P., G. Olson e C. Bjorkman. 1993. Periparturient concentrations of insulin, glucagon, and ketone bodies in dairy cows fed two different levels of nutrition and varying concentrate/roughage ratios. *J. Vet. Med. A.* 40:118.

Horner, J.L., C.E. Coppock, J.R. Moya. 1988. Effect of niacin and whole cottonseed on ruminal fermentation, protein degradability, and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.* 71:1239.

Horst, R.L., J. P. Goff, T.A. Reinhardt e D.R. Buxton. 1997. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80:1269.

Huntington, G.B. 1997. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *J. Anim. Sci.* 75:852.

Hurley, W.L. e R.M. Doane. 1989. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. *J. Dairy Sci.* 72:784.

Hutjens, M.F. 1991. Feed additives. *In The Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice.* Vol. 7(2):525.

Jardon, P.W. 1995. Using urine pH to monitor anionic salt programs. *In The Compendium – Dairy Production Management.* 6:860

Jaster, E.H. e T.N. Wegner. 1981. Beta-Adrenergic receptor involvement in lipolysis of dairy cattle subcutaneous adipose tissue during dry and lactating period state. *J. Dairy Sci.* 85:30

Jones, G.P. e P.C. Garnsworthy. 1989. The effects of dietary energy content on the response of dairy cows to body condition at calving. *Anim. Prod.* 49:183.

Jones, G.P. e P.C. Garnsworthy. 1988. The effects of body condition at calving and dietary protein content on dry matter intake and performance in lactating dairy cows given diets of low energy content. *Anim. Prod.* 47:321.

Komaragiri, M e R.A. Erdman. 1995. Prediction of body tissue mobilization in the dairy cows. *In Proc. Maryland Nutrition Conference For Feed Manufacturers.* University of Maryland. College Park, MD. Pag. 105.

Kronfeld, D.S. 1972. Ketosis in pregnant sheep and lactating cows. A review. *Aust. Vet. J.* 48:680.

Lanna, D.P.D., K.L. Houseknecht, D.M. Harris e D.E. Bauman. 1995. Effect of somatotropin treatment on lipogenesis, lipolysis, and related cellular mechanisms in adipose tissue of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 78:1703.

Lotthammer, K.H. 1979. Importance of  $\beta$ -caroteno for the fertility of dairy cattle. *Feedstuffs.* 51(43):16.

Lowman, B.G., N. Scott, e S. Somerville. 1973. Condition scoring of cattle. *Bull. E. Scotl. Coll. Agric.* No. 6.

Mayes, P.A. 1993a. Structure and function of the water-soluble vitamins. *In Harper's Biochemistry.* R.K Murray, D.K. Granner, P.A. Mayes e V.W. Rodwell. 23<sup>rd</sup> Edition. Pag.:573

Mayes, P.A. 1993b. Structure and function of the lipid-soluble vitamins. *In Harper's Biochemistry.*

R.K Murray, D.K. Granner, P.A. Mayes e V.W. Rodwell. 23<sup>rd</sup> Edition. Pag.:588

Minor, D.J., S.L. Trower, B.D. Strang, R.D. Shaver e R.R. Grummer. 1998. Effects of nonfiber carbohydrate and niacin on periparturient metabolic status and lactation of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81:189.

Miyoshi, S., J.L. Pate e D.L. Palmquist. 1995. Productive, reproductive, and metabolic responses to daily administration of propylene glycol in early lactation. *J. Dairy Sci.* 78(1):306.

Morrow, D.A., D. Hillman, A.W. Dade. 1979. Clinical investigation of a dairy herd with fat cow syndrome. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 174:161.

Moe, P.W., H.F. Tyrrel e W.P. Flatt. 1971. Energetics of body tissue mobilization. *J. Dairy Sci.* 54:548.

National Research Council. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6<sup>th</sup> Ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C.

Oetzel, G.R. 1997. Challenges to fulfill the requirements of dairy cows in transition. *In Proc. Usefulness of Ionophores in Lactating Dairy Cattle.* Ontario Veterinary College. Guelph, Ontario. Pag. 1.

Oetzel, G.R. 1995. Improving reproductive performance in dairy cattle via milk fever prevention. *In Proc. 28<sup>th</sup> Annual Convention Am. Assoc. Bov. Pract.* San Antonio, TX. Pag. 52.

Oldham, E.R., R.J. Eberhart e L.D. Muller. 1991. Effects of supplemental vitamin A and  $\beta$ -carotene during the dry period and early lactation on udder health. *J. Dairy Sci.* 74:3775.

Pedron, O., F. Cheli, E. Senatore, D. Baroli e R. Rizzi. 1993. Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters, and milk fatty acid composition of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:2528.

Plaizier, J.C.B., B.L. Green, B.W. McBride e K. Leslie. 1997. Studies on the rumen physiology and metabolic function with pre- and postpartum administration of Rumensin® CRC in the dairy cow. *In Proc. Usefulness of Ionophores in Lactating Dairy Cattle.* Ontario Veterinary College. Guelph, Ontario. Pag. 71.

Phipps, R.H., J.I.D. Wilkinson, A.K. Jones, L.J. Jonker, M. Tarrant, E.D. Mackintosh e A.M. Cocker. 1997. A study over two lactations: the effect of monensin on production, health and reproduction in lactating dairy cows. *In Proc. Usefulness of Ionophores in Lactating Dairy Cattle.* Ontario Veterinary College. Guelph, Ontario. Pag. 26.

Putnam, D.E. e G.A. Varga. 1997. Supplemental protein in close-up rations reviewed. *Feedstuffs.* Sept. 29, pp. 11-15.

Riddell, D.O., E.E. Bartley, A.D. Dayton. 1981. Effect of nicotinic acid on microbial protein synthesis in vitro and on dairy cattle growth and milk production. *J. Dairy Sci.* 64:782.

Risco, C.A., J.P. Reynolds e D. Hird. 1984. Uterine prolapse and hypocalcemia in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 185:1517.

Robison, P.H. 1997. Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to diets postpartum. *J. Dairy Sci.* 80:1119.

Ruegg, P.L., W.J. Gooder, C.A. Holmberg, L.D. Weaver, e E.M. Huffman. 1992. Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high producing Holstein dairy cows in early lactation. *Am. J. Vet. Res.* 53(1):5.

Ruegg, P.L., W.J. Gooder, C.A. Holmberg, L.D. Weaver, e E.M. Huffman. 1992. Relation among body condition score, serum urea nitrogen, and reproductive performance in high-producing Holstein dairy cows in early lactation. *Am. J. Vet. Res.* 53(1):10.

Santos, J.E. P. 1996. Effect of degree of fatness prepartum on lactation performance and ovarian activity of early postpartum dairy cows. M.Sc. Thesis. Dept. Animal Sciences. University of Arizona, Tucson, AZ.

Sharma, B.K., G.Yousif e M.J. VandeHaar. 1995. Prepartum diets more nutrient-dense than recommended by NRC do not enhance milk yield or alter body weight changes in dairy cows postpartum. *J. Dairy Sci.* 78(1):265.

Shaver, R.D. 1997. Nutritional risk factors in the etiology of left displaced abomasum in dairy cows: A review. *J. Dairy Sci.* 80:2449.

Shields, D.R., D.M. Schaefer, T.W. Perry. 1983. Influence of niacin supplementation and nitrogen source on rumen microbial fermentation. *J. anim. Sci.* 57:1576.

Skaar, T.C., R.R. Grummer, M.R. Dentine e R.H. Stauffacher. 1989. Seasonal effects on prepartum and postpartum fat and niacin feeding on lactation performance and lipid metabolism. *J. Dairy Sci.* 72:2028.

Sniffen, C.J. 1991. Grouping management and physical facilities. *In The Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice.* Vol. 7(2):465.

Socha, M.T., C.G. Schwab, N.A. Kierstead, D.E. Putnam, N.L. Whitehouse e B.D. Garthwaite. 1994. Changes in blood metabolite and liver fat concentration of early lactation dairy cows fed either rumen-stable methionine or rumen-stable lysine plus methionine at two levels of dietary crude protein. *J. Dairy Sci. Northeast Section* 77(Suppl.):126.

Spears, J.W. 1989. Zinc methionine for ruminants: relative bioavailability of zinc in lambs and effects on growth and performance of growing heifers. *J. Anim. Sci.* 67:835.

Subiyatno, A., D.N. Mowat e W.Z. Yang. 1996. Metabolite and hormonal response to glucose or propionate infusions in periparturient dairy cows supplemented with chromium. *J. Dairy Sci.* 79:1436.

Treacher, R.J., I.M. Reid e C.J. Roberts. 1986. Effect of body condition at calving on the health and performance of dairy cows. *Anim. Prod.* 43:1.

Van Saun, R.J. e C.J. Sniffen. 1996. Nutritional management of the pregnant dairy cow to optimize health, lactation and reproductive performance. *Anim. Feed Sci. Tech.* 59:13.

Van Saun, R.J. , S.C. Idleman e C.J. Sniffen. 1993. Effect of undegradable protein amount fed prepartum on postpartum production in first lactation Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76:236.

Van Saun, R.J. 1991. Dry cow nutrition: The key to improving fresh cow performance. *In The Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice.* Vol. 7(2):599.

Vasquez-Anon, M., R.R. Grummer, S. Bertics e R. Stauffacher. 1996. Changes in adipose tissue responsiveness to insulin and estradiol-17 beta in periparturient dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 79(1):168.

Weiss, W.P., J.S. Hogan, e K.L. Smith. Micronutrients and udder health. 1995. *In Proc. Southwest Nutrition and Management Conference.* Dept. Animal Science, University of Arizona. Tucson, AZ. pag. 85.

Wildman, E.E., G.M. Jones, P.E. Wagner, R.L. Bowman, H.F. Troutt e T.N. Lesch. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65:495.

Wu, Z., J.Fisher, c.E.Polan e C.G. Schwab. 1997. Lactational performance of cows fed low or high ruminally undegradable protein prepartum and supplemental methionine and lysine postpartum. *J. Dairy Sci.* 80:722.

Tabela 13. Composição química e custos dos sais aniônicos por equivalente.

Mineral	Fórmula	Custo (R\$/Ton) <sup>1</sup>	Custo (R\$/Equivalent.)	Porcentagem do Elemento Químico no Suplemento Mineral					
				N	Ca	Mg	S	Cl	Matéria Seca, %
Sulfato de amônio	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	403	0,03	21,2			24,3		100
Sulfato de Cálcio	CaSO <sub>4</sub> *2H <sub>2</sub> O	230	0,022		23,3		18,6		79,1
Sulfato de Magnésio	MgSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	575	0,078			9,9	13,0		48,8
Cloreto de Amônio	NH <sub>4</sub> Cl	863	0,051	26,2				66,3	100
Cloreto de Cálcio	CaCl <sub>2</sub> *2H <sub>2</sub> O	518	0,041		27,3			48,2	75,5
Cloreto de Magnésio	MgCl <sub>2</sub> *6H <sub>2</sub> O	2128	0,24			12,0		34,9	46,8

Fonte: Beede (1992)

<sup>1</sup> Preços variáveis de acordo com a localização e o custo do transporte. Valores foram convertidos de dólares para reais (\$1,00 = R\$ 1,15)