

# FATORES NUTRICIONAIS NA REPRODUÇÃO DAS VACAS LEITEIRAS

## II - VITAMINAS E MINERAIS

*MSc.D.V.M. Egon José Fuck<sup>1</sup>*  
*Prof. Dr. Gentil Vanini de Moraes<sup>2</sup>*  
*Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos<sup>3</sup>*

**Resumo:** Vitaminas e minerais afetam a função reprodutiva, contudo os papéis específicos dos nutrientes em tecidos reprodutivos não estão bem definidos. A nutrição mineral e vitamínica de vacas de leite e corte no período de transição é muito importante para a reprodução no período pós-parto. Pela interação que ocorrem entre eles, só é possível discutir de forma acadêmica isoladamente, porém deve-se ter em mente a dificuldade clínica de efeitos isolados. Esta revisão discute os efeitos de vitaminas e minerais sobre a reprodução e abre a discussão para proporcionar uma base para se promover mais investigações dos mecanismos específicos pelos quais a função reprodutiva é afetada.

**Abstract:** The function reproductive is affecting for vitamin and mineral, however the specific function of nutrient in reproductive isn't well defined. The mineral and vitamin nutrition to dairy cows and beef cows, in the period of transition, is very important to reproduction in postparturition period. Due to interaction between mineral and vitamin, the discussion must be in part. Even so, the effect clinics are more difficult to see separately. This review study the effects of vitamin and mineral above reproduction and research the specifics mechanism that affecting the function reproductive.

### 1. Introdução:

Interrelações entre minerais, vitaminas e função reprodutiva são conhecidas há bastante tempo. Em geral, todas as vitaminas e minerais essenciais são necessárias para a reprodução, devido às suas funções no metabolismo, manutenção e crescimento. Contudo, esses nutrientes também podem ter funções e exigências específicas no trato reprodutivo. As exigências de um mineral ou de uma vitamina no trato reprodutivo podem mudar de acordo com o estágio fisiológico deste tecido durante o ciclo reprodutivo.

A maioria dos trabalhos de pesquisa nessa área são baseados no excesso ou deficiência de nutrientes. A interpretação destes trabalhos é complicada devido a uma base limitada de conhecimento no que se refere a:

- Fonte, disponibilidade, absorção de nutrientes, transporte e armazenamento corporal;
- Interação entre nutrientes;
- Mecanismos de utilização celular e interações metabólicas entre estágios fisiológicos do animal como crescimento, lactação e reprodução.

---

<sup>1</sup>Aluno da Pós Graduação do Departamento de Zootecnia da UEM em Produção Animal  
Área de concentração Reprodução Animal - E-mail: egonfuck@wnet.com.br

<sup>2</sup>Professor Adjunto da Disciplina de Reprodução Animal e Inseminação Artificial  
do Programa de Pós Graduação em Zootecnia DZO-CCA-UEM - E-mail:  
gvmoraes@uem.br

<sup>3</sup>Professor Pesq. do CNPq -Professor Titular da cadeira de Bovinocultura de

Exigências específicas de minerais e vitaminas para reprodução da vaca leiteira não foram ainda inteiramente definidas durante períodos críticos do ciclo reprodutivo. Algumas informações sobre o papel das vitaminas e minerais na função reprodutiva e mecanismos potenciais de ação destes nutrientes e aspectos específicos da reprodução são descritos a seguir.

### 1.1 Vitamina A e Beta caroteno

É bastante conhecida a relação entre a vitamina A e problemas reprodutivos. Essas relações foram descobertas em estudos envolvendo animais de laboratório, especialmente ratos e os resultados foram muitas vezes extrapolados para bovinos. Os herbívoros normalmente não ingerem Vitamina A, porque os vegetais não contém, mas sim uma pró-vitamina denominada Beta caroteno. Este, no organismo se transforma em vitamina A. Portanto, no bovino, se existir deficiência de vitamina A, primeiramente, existe uma deficiência de Beta caroteno.

A bibliografia, em geral, não diferencia o efeito da vitamina A e do Beta caroteno. Assim que foi sintetizada industrialmente, a vitamina A foi aplicada exclusivamente para prevenir e tratar os transtornos de fertilidade desta origem.

Na vaca leiteira, a deficiência de vitamina A ou de seu precursor natural pode ocasionar: reduzidas taxas de concepção, mortes embrionárias, aborto, retenção de placenta e nascimento de bezerros mortos, fracos ou cegos (1, 2). Além disso, devido sua função sobre a mucosa, a carência de vitamina A promove uma menor secreção de muco (mucopolissacarídeos) que por sua vez ocasionam lesões inflamatórias e degenerativas nas mucosas genitais (3). Não existe um efeito direto da vitamina A sobre a função ovariana já que o corpo lúteo do bovino não contém vitamina A e sim Beta caroteno.

Recentes trabalhos relacionados com a vitamina A em gado leiteiro tem sugerido um papel específico do Beta caroteno na função reprodutiva, independente de ser precursor da vitamina A. Isso se deve a observação de que os níveis de Beta caroteno no fluido folicular e no corpo lúteo são elevados, enquanto os níveis hepáticos de Beta caroteno são pequenos (4).

O Beta caroteno é integrante da membrana microssomal do corpo lúteo bovino, onde pode exercer função na integridade da mesma (1).

Em períodos em que o suprimento de vitamina A ao corpo lúteo não é suficiente para seu funcionamento, o Beta caroteno pode ser metabolizado e suprir suas funções devido atuar como uma forma local de armazenamento de retinol (1).

A suplementação de Beta caroteno em vacas deficientes elevaram o teor do mesmo no corpo lúteo, mas não pareceu alterar o conteúdo de vitamina A ou o peso, estrutura e a função do corpo lúteo (5).

O alto teor de Beta caroteno no corpo lúteo pode afetar a produção de esteróides ovarianos (6). Essas diferenças ocorreram em vacas suplementadas com B caroteno que obtiveram uma maior resposta da produção de progesterona pós injeção de HCG (Gonadotrofina Coriônica Humana) (7).

Estudos "in vitro" de células luteais sugerem que relações entre retinol, ácido retinóico e Beta caroteno provocam diferentes efeitos na secreção de progesterona das células luteais quando comparadas às suas concentrações absolutas (8).

Outro estudo, in vitro, mostrou que o ácido retinóico e o Beta caroteno podem estimular a utilização de lipoproteína de baixa densidade pelas células luteínicas para síntese de progesterona (9).

Em alguns trabalhos de campo, a suplementação com Beta caroteno aumentou a intensidade de cios (ocorrência), a taxa de concepção e diminuiu o número de serviços por concepção, bem como o número de dias vazios e a incidência de cistos ovarianos (10, 11, 12) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Frequência de cistos ovarianos em novilhas com e sem administração de B-caroteno

Grupo	Sem B-caroteno		Com B-caroteno		Significancia
	n	%	n	%	
1	12	50,0	6	0,0	-
2	6	66,7	6	0,0	-
3	20	30,0	20	5,0	p<0,01
Total	38	42,1	32	3,1	p<0,01

Fonte: (12).

Em grupos que receberam suplementação de Beta caroteno houve menor taxa de aborto ou morte embrionária (12). Entretanto, em outros trabalhos, a suplementação com Beta caroteno não apresentou melhoria nos índices de reprodução (13, 14, 15, 16, 17, 18), e mesmo efeitos adversos da suplementação foram relatados (19).

Estudos adicionais são necessários para elucidar o papel fisiológico do Beta caroteno na reprodução, antes que se possa fazer uma recomendação segura sobre a sua suplementação.

As exigências de vitamina A podem ser observadas na Tabela 2. Os valores são expressos em UI, sendo que 1 mg de caroteno equivale a 400 UI de vitamina A (2). Essa conversão tem sido usada há muitos anos. Contudo ela pode ser variável devido a

fatores como qualidade e tipo de forragem, uso de milho e silagem de milho e presença de outros carotenóides (1).

Nas nossas condições de criação dificilmente ocorrerão deficiências de caroteno, a não ser nos seguintes casos:

- uso de forragem (volumosos) de baixa qualidade;
- uso de baixos níveis de forragem;
- uso de silagem de milho associado com concentrados, contendo baixos teores de caroteno.

Em condições de estresse, tais como baixas temperaturas ou exposição a agentes infecciosos, as exigências de vitamina A estarão aumentadas (2).

**TABELA 2** - Exigências de vitaminas e minerais para bovinos leiteiros com base na matéria seca

Nutriente	Vacas em*	Vacas secas	Ração** inicial	Nov. cresc.			Touros
	Lactação			3-6m	6-12m	>12m	
A (UI/kg)	3200	4000	2200	2200	2200	2200	3200
D (UI/Kg)	1000	1200	300	300	300	300	300
E (UI/Kg)	15	15	25	25	25	25	15
Ca (%)	0,43-0,77	0,39	0,60	0,52	0,41	0,29	0,30
P (%)	0,28-0,48	0,24	0,40	0,31	0,30	0,23	0,19
Mg (%)	0,20-0,25	0,16	0,10	0,16	0,16	0,16	0,16
K (%)	0,90-1,20	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Na(%)	0,18	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cl(%)	0,25	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
S(%)	0,20-0,25	0,16	0,20	0,16	0,16	0,16	0,16
Fe (ppm)	50	50	50	50	50	50	50
Co (ppm)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cu (ppm)	10	10	10	10	10	10	10
Mn (ppm)	40	40	40	40	40	40	40
Zn (ppm)	40	40	40	40	40	40	40
I (ppm)	0,60	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Se (ppm)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

\* - Para vacas de 400 a 800 kg de peso vivo produzindo de 7 a 67 kg de leite por dia.

\*\* - Ração inicial para bezerros desmamados precocemente.

Fonte: (2).

## 1.2 Vitamina E e Selênio

Selênio e vitamina E tem funções antioxidantes que protegem as sínteses biológicas de degradação oxidativa (1).

O selênio é um constituinte da enzima de glutathiona-peroxidase, que protege o organismo contra a formação de peróxidos (17). A vitamina E atua como um antioxidante

lipossolúvel, dentro das membranas, prevenindo neste local as reações de oxidação.

Estes dois componentes são somente parte de diversos mecanismos antioxidantes celulares. Com esta diversidade de mecanismos, uma deficiência parcial em um mecanismo pode não comprometer significativamente a função celular (1).

Até pouco tempo era comentada a associação de vitamina E com problemas reprodutivos, entretanto em bovinos, vários estudos não mostraram relação significativa entre deficiência de vitamina E e reprodução. A vitamina E e o selênio podem estar envolvidos indiretamente, na formação de prostaglandinas e compostos relacionados (18). O selênio, além de fazer parte da enzima glutathiona-peroxidase, foi identificado como componente de selenoproteínas em trabalhos realizados com ratos (17).

Apesar do seu potencial na reprodução, a identificação e caracterização funcional de selenoproteínas específicas do trato reprodutivo bovino ainda não foram extensivamente esclarecidos (1).

Nos últimos anos tem sido dada muita importância a suplementação de selênio e vitamina E, com o objetivo de reduzir a retenção de placenta em rebanhos com elevadas ocorrências deste problema ou quando selênio e vitamina E eram limitados na dieta (19, 20). Além da retenção de placenta, a suplementação de vitamina E e selênio reduz a incidência de metrites e cistos ovarianos (21) e o tempo de involução uterina, em vacas com metrite (22).

Por outro lado, a suplementação com selênio e Vitamina E não reduziu a incidência de retenção de placenta ou dificuldade de parto em rebanhos onde a incidência de retenção de placenta não era elevada (23, 24, 25) ou em vacas consumindo adequada dieta de selênio (26, 27, 28).

A deficiência de selênio para bovinos em pastagens, tem sido descoberta em várias regiões do mundo. No Brasil, foram detectados níveis baixos de selênio em algumas regiões do estado de São Paulo (29, 30). Contudo, em diversos trabalhos feitos com suplementação de selênio no Brasil, não mostraram uma redução significativa na retenção de placenta (31, 32, 33, 34), mesmo quando associado com Vitamina E (35). Vários nutrientes estão implicados na retenção de placenta em vacas, além de vitamina E e selênio, incluindo vitamina A, Ca, Cu e I (1).

Portanto, é importante observar os níveis de todos esses elementos na investigação de rebanhos com elevada incidência de retenção de placenta.

### **1.3 Vitamina D**

A suplementação com vitamina D é necessário somente para animais não expostos aos raios solares.

O mecanismo de ação da vitamina D é similar àquele descrito para hormônios esteróides (1). O papel da vitamina D

é mais conhecido na manutenção da homeostasia do Ca pelo incremento na absorção intestinal deste e pela regulação do metabolismo do mesmo no osso. Contudo esta visão da função da vitamina D deveria ser expandida por incluir regulação de várias proteínas ligadas ao Ca, e função do Ca em muitos tipos de células (1).

Além da função do Ca no crescimento do esqueleto e lactação, o Ca está envolvido no controle de muitos processos intracelulares mediados através de proteínas ligadas ao Ca.

Informações específicas sobre os efeitos da deficiência de vitamina D sobre a reprodução são limitados. Vacas alimentadas com silagem de alfafa, em confinamento, sem suplementação de vitamina D, tiveram uma alta incidência de raquitismo e fraqueza muscular comparadas com vacas que receberam vitamina D e ficaram expostas ao sol (36). Em outro trabalho, a suplementação de vitamina D também influenciou no aparecimento do primeiro cio e no intervalo entre partos, mas não teve influência no número de serviços/concepção (37).

Receptores para 1,25 dihidroxi D<sub>3</sub>, o principal metabólito envolvido na homeostasia do Ca, tem sido descritos em vários tecidos reprodutivos incluindo ovários, placenta, testículos e hipófise (1).

Para definir o papel desta vitamina na reprodução bovina é necessário a caracterização de efeitos específicos de vitamina D nas funções endócrinas ou reprodutivas.

#### **1.4 Cálcio e Fósforo**

Baixas taxas de Ca sanguíneo podem ocasionar um atraso na involução uterina e aumento da incidência de distocias, retenção de placenta e prolapso de útero (38). Esses efeitos são secundários à hipocalcemia, presente na paresia puerperal (1).

O excesso de Ca pode prejudicar a função reprodutiva devido a uma deficiência secundária de P, Mg, Zn, Cu e outros microelementos que podem ter inibido a absorção intestinal (1).

Mecanismos dependentes de Ca estão envolvidos na biossíntese de esteróides nos testículos, nas glândulas adrenais e nos ovários (1). O mecanismo de dependentes de Ca pode ser responsável pela maior via de formação de esteróides na placenta bovina. O Cálcio também pode ter uma importante função na formação de esteróides através da liberação ou utilização do colesterol pela mitocôndria ou por estimular a conversão de pregnenolona para progesterona (1).

Hormônios liberadores de gonadotrofinas que estimulam a liberação de LH provindo das células da hipófise, também podem estar envolvidos por um mecanismo dependente de Ca (1).

O fósforo está, frequentemente, associado com anormalidades reprodutivas no bovino, embora a infertilidade devido a deficiência de P normalmente se manifeste após o aparecimento de outros sinais de deficiência (1). Deficiência de P leva diminuição na taxa de

concepção, cistos irregulares, anestro, decréscimo na atividade ovariana e aumento na incidência de cistos foliculares, deprimindo a fertilidade (39).

A hipofosfatemia afeta vários tipos de células. O fósforo é um componente de ácidos nucleicos, nucleotídeos, fosfolipídeos e algumas proteínas, necessários para transferência e utilização de energia e no metabolismo de fosfolipídeos. Além disso, é componente de grande número de coenzimas (1).

Outro aspecto importante é a relação de Ca : P. Um excesso absoluto de P, com uma administração (nível) suficiente de Ca, é menos prejudicial que um excesso relativo associado a uma deficiência de Ca. Por isso, durante a lactação deveria obter-se uma relação Ca e P de 1:5 a 2:1. Para vacas secas, a relação deve estar em 1:1, para evitar a incidência de hipocalcemia pós parto (febre vitular) (3).

Embora seja muito comentada a influência de uma deficiência de Ca na reprodução, também se comprovou uma relação entre excesso de P em menores taxas de fertilidade. Um excesso de administração de P pode influir, negativamente, na absorção de Ca, Zn e Fe (3).

No Brasil é comum a deficiência de Ca e P na alimentação de vacas leiteiras. Portanto, é necessária a suplementação destes elementos em quase todos os programas de alimentação. Os níveis de suplementação deverão ser próximos àqueles do NRC.

## 1.5 Vitamina C

A vitamina C (ácido ascórbico) é sintetizada pela maioria dos mamíferos (inclusive os bovinos), exceto os primatas e porcos da índia e, de acordo com o NRC (2) não há recomendação para a utilização de fontes de vitamina C como nutriente essencial na dieta de vacas em lactação, pois os ruminantes apresenta capacidade de síntese de ácido ascórbico. Nos bovinos, a síntese de ácido ascórbico ocorre no fígado através da via do ácido glicurônico, tendo como precursor a glicose.

Existe pouca informação sobre o papel da vitamina C na reprodução bovina. Em um trabalho foi observado mudança de concentração de ácido ascórbico do fluído folicular durante o ciclo estral do bovino (23). Mas o significado desta observação não está esclarecido..

O ácido ascórbico está presente nas glândulas endócrinas associadas à função reprodutiva (1). Altas concentrações ocorrem na hipófise, corpo lúteo, placenta e glândulas adrenais (1). Sob a estimulação do hormônio ACTH (adrenocorticotrópico), o ácido ascórbico rapidamente é esgotado da glândula adrenal, onde ele pode ter um efeito inibidor sobre a formação de esteróides (1).

Em casos de deficiência energética ou situações de estresse, pode produzir-se uma deficiência de vitamina C, como causa de uma síntese diminuída. Isto se observa sobretudo em vacas de alta produção durante as 3 primeiras semanas de lactação, estando estes animais predestinados à carência de

vitamina C (3). Dado que o bovino sintetiza sua própria vitamina C, não existem dados sobre seu requerimento.

### **1.6 Complexo B**

As vitaminas do complexo B servem como co-fatores na maioria das vias metabólicas. Todas as vitaminas do complexo B necessárias para o crescimento são exigidas também para a reprodução e para o desenvolvimento do feto (1).

Os ruminantes não necessitam de suplementação de vitaminas do complexo B, pois as mesmas são sintetizadas pelas bactérias ruminais.

Deficiência de vitamina do complexo B pode ocorrer quando altas quantidades de antibiótico são administradas (1). Além disso, pode ocorrer deficiência em animais que recebem grandes quantidades de concentrado, pois estes podem alterar o meio ruminal, reduzindo a síntese ou facilitando a sua destruição (3).

Atualmente, existe um interesse na suplementação de niacina, colina e tiamina para vacas leiteiras (40, 41, 42, 43) que podem justificar uma reavaliação do papel destes nutrientes na função reprodutiva.

### **1.7 Sódio e Potássio**

Estes elementos são antagônicos. Este antagonismo relaciona-se a suas funções mais importantes para a manutenção da pressão osmótica e metabolismo celular (3).

Um excesso de potássio associado a uma deficiência de Na, ocasiona o aparecimento de cios irregulares, estros prolongados ou permanentes, cistos e catarros genitais. Uma redução na taxa de fertilidade se reproduz com níveis elevados de potássio e baixos de sódio (Tabela 3) ou com uma relação K/Na ampla.

Em geral, os vegetais apresentam níveis elevados de K e baixos de Na, acentuando o problema. Nessas condições, é praticamente obrigatória a suplementação com NaCl, que pode ser através da administração de 0,5-1,0% de NaCl no concentrado ou utilização de sal mineralizado à vontade. Além disso, deve-se observar que o nível de K deve ser de no máximo 3% da Matéria Seca da dieta (2).



**Tabela 3.** Relações entre o teor de sódio e de potássio na saliva paratireoidea de vacas leiteiras como critério de administração de Na e K e resultados da 1a. inseminação no curso de 6 semanas

Teor em mg/100 ml	número	Resultados da 1a.IA em %
<b>Sódio</b>		
<200	41	51,2
200-239	69	59,4
240-259	65	60,0
260-279	107	66,4
280-299	132	68,9
300-319	130	70,7
330-339	62	71,0
>339	40	47,5
<b>Potássio</b>		
<30	45	64,4
30-39	59	61,0
40-49	28	53,5
>49	24	45,8

Fonte: (3).

### 1.8 Zinco

O Zinco possui várias funções biológicas e mais de 200 proteínas e enzimas contêm Zinco. Algumas dessas enzimas podem ter importância particular na função de tecidos reprodutivos.

Existem vários trabalhos relacionados com a deficiência de zinco e com problemas reprodutivos em machos (1). Contudo, poucos trabalhos foram feitos na relação de deficiência de zinco na reprodução da vaca. Um papel dentro da reprodução pode envolver zinco como componente essencial ou ativador de enzimas envolvidas na estereoidogênese (1). Novilhas que foram suplementadas com zinco tiveram maiores taxas de parição (92%) do que novilhas não suplementadas (62%) (43).

Em algumas regiões do Brasil tem sido encontrados baixos teores de zinco nas pastagens (44, 45, 46). Portanto, o zinco deve ser um componente obrigatório nas misturas minerais para vacas leiteiras.

### 1.9 Cobre e Molibdênio

O cobre está envolvido num grande número de complexos enzimáticos que contêm cobre (citocromo-oxidase, ceruloplasmina,

lisil-oxidase, ácido ascórbico oxidase, eritrocupreína, etc) (47).

Em relação à reprodução, a deficiência de cobre se manifesta nas fêmeas como morte embrionária, atraso ou anulação do cio, redução da taxa de concepção, aumento na retenção de placenta e dificuldade de parição (47, 48).

A administração de sulfato de cobre tem melhorado a fertilidade de novilhas com deficiência deste elemento e a suplementação de cobre tem aumentado a taxa de concepção em vacas com níveis marginais de cobre sanguíneo.

O cobre está envolvido na manutenção da atividade dos hormônios hipofisários lábeis no sangue (49). Ele facilita a atuação da prostaglandina E2 (PGE2). A liberação de cobre extracelular pode modular a ação da PGE2 na liberação dos hormônios liberadores de LH (1).

Alterações reprodutivas relacionadas ao cobre podem ser devidas à deficiência de cobre ou a uma interferência na utilização do mesmo. Infertilidade associada com estresse ou depressão do cio foi observada em vacas que estão em pastagens deficientes. A disponibilidade de cobre pode estar reduzida devido a um excesso de outros minerais, tais como S, Fe, Ca, Zn e Mo ou na presença de agentes redutores fortes. O molibdênio é conhecido pela capacidade de redução da reserva de cobre no fígado (1). Por outro lado, cobre e cobalto podem ter uma interação positiva. A taxa de concepção no bovino foi aumentada de 53 para 67% mediante administração parenteral de cobre (50) e o aumento foi maior (93%) após a injeção de Cu e Co. A suplementação com cobre e magnésio também resultou num aumento de fertilidade (51).

O molibdênio é necessário para o funcionamento de algumas metaloenzimas, tais como xantino-oxidase, aldeído oxidase e sulfito oxidase (47). Entretanto as necessidades de Mo são extremamente baixas e sua deficiência dificilmente ocorrerão em condições de campo. Na prática, os problemas com molibdênio estão relacionados com o excesso deste mineral. O Mo é antagônico do cobre e o seu excesso pode causar deficiência daquele (1).

As diarréias e perdas de peso são manifestações mais dominantes da molibdenose dos bovinos. As vacas têm dificuldades de concepção e os touros jovens podem perder totalmente a libido com lesões testiculares e escassa espermatogênese (47).

A toxicidade por molibdênio e a deficiência de Mo e Cu são indistinguíveis, a menos que a ingestão de Mo e Cu sejam conhecidas (47, 1). Em alguns levantamentos feitos no Brasil têm-se verificado deficiência de cobre (44, 45, 52) e não foram encontrados níveis excessivos de molibdênio (44). Isto leva a crer que em nossas condições possa existir apenas uma deficiência de cobre, sendo necessária a inclusão do mesmo nas misturas minerais. Faz-se ressalva que o nível de cobre da dieta no deve ser superior a 100 ppm (2).

### **1.10 Iodo**

É um componente importante da tiroxina e, por isso, tem

grande importância na função da glândula tireóide (3, 47).

O problema reprodutivo frequente pode ser uma manifestação secundária da disfunção da tireóide, resultante de uma deficiência de Iodo de bovinos (48).

O efeito do I na reprodução pode ser atribuída a sua exigência na síntese de hormônios da tireóide e um efeito sobre a função da tireóide fetal. O desenvolvimento fetal, durante a deficiência de iodo, pode levar à morte embrionária, à abortos, à ocorrência de natimortos ou nascimento de animais com papeira (bócio) ou débeis e, freqüentemente, está associado com gestação prolongada, partos prolongados, retenção de placenta e o atraso na involução uterina (53,3). Baixos níveis séricos de proteína ligada ao iodo (PBI) tem sido registrados em rebanhos com uma alta incidência de abortos, natimortos, ou nascimento de bezerros débeis (53). Deficiência de iodo também pode provocar cios silenciosos e cistos foliculares (3). Taxas elevadas de PBI estão associadas com o aumento da performance reprodutiva (1). A função ovariana foi afetada em bovino recebendo dietas moderadamente deficiente de iodo por períodos prolongados (1), porém, em trabalho mais recente (54) o hipotireoidismo (T4 abaixo de 20 ng/ml) induzido com o uso de propylthiouracil incrementou a resposta ovariana ao tratamento superovulatório, contudo, a fertilidade pode ter sido diminuída pois o número de embriões transferíveis não foi aumentado.

Hipotireoidismo pode também reduzir a liberação de gonadotrofina da hipófise (55). A suplementação de iodo reduz inseminações por concepção, ocorrência de natimortos e retenção de placenta (56). Além disso, certas plantas do gênero brassica (nabo, colza, amendoim, soja) apresentam substâncias bociogênicas (28). Contudo, Webster et al. (57) relataram que que vacas hipotireoideas tiveram aumento de secreção de GnRH e Stewart et al. (58) observaram aumento da secreção de gonadotropinas da hipófise anterior em novilhas.

A deficiência de iodo tem sido constatada em bovinos no Brasil (52), porém o importante é ressaltar que as concentrações acima de 50 ppm de iodo na dieta dos ruminantes (2) estão associadas com aborto e teratogênias (1).

### **1.11 Manganês**

Este mineral tem um papel importante na ativação de várias enzimas e na síntese de mucopolissacarídeos (piruvato carboxilase, superóxido-desmutase, glucosil-transferase) (47) e também de metaloenzimas como hidrolases, quinases, descarboxilases e transferases (55). O manganês atua ativamente nos processos de redução, tecidos respiratórios, formação óssea, crescimento, reprodução, formação sanguínea e função endócrina (49).

Os principais sintomas de deficiência de manganês incluem anestro, retorno irregular do cio, baixo desenvolvimento folicular, atraso na ovulação, reduzidas taxas de concepção,

aumento da incidência de abortos (1, 3, 47), nascimento de terneiros fracos, engrossamento das articulações (59, 54), menos contratibilidade do útero e catarros genitais purulentos (3).

Os mecanismos de ação do manganês na prevenção de transtornos não são conhecidos. O manganês tem uma função na síntese de esteróides (1). Existe uma relação entre a função do manganês e a síntese de colesterol e a fertilidade, já que o colesterol é a substância básica para a progesterona (3). Isso explicaria a maior quantidade de manganês nos corpos lúteos em florescimento. Outra função do manganês seria a sensibilização do útero aos estrógenos (3).

### 1.12 Cobalto

O cobalto é necessário para a síntese microbiana de vitamina B<sub>12</sub>. A utilização seletiva de cobalto livre versus a cobalamina pelas organelas celulares sugere que o efeito metabólico do cobalto pode não estar limitado ao seu uso para síntese de B<sub>12</sub> (49).

A deficiência de cobalto está associada com anemia e fraqueza geral que podem indiretamente resultar em infertilidade (48). A manifestação mais comum de deficiência de cobalto é a redução da taxa de concepção (48). Além disso pode apresentar retardo na involução uterina, estros silenciosos, ciclos estrais irregulares, atraso na puberdade, abortos, nascimento de bezerras fracos e ovários não funcionais (1).

A suplementação de cobalto, em rebanhos deficientes, aumenta a taxa de concepção e reduz a incidência de ciclos irregulares ou ovulações silenciosas (1).

No Brasil já foram detectadas deficiências de cobalto em várias regiões (52, 44). Em geral, poder ocorrer deficiência de cobalto, principalmente, em regiões de solos arenosos (44) ou solos graníticos (3). A maioria dos suplementos minerais comercializados, no Brasil, contém quantidades adequadas de cobalto.

## Conclusões

Vários minerais e vitaminas podem afetar a função reprodutiva dos bovinos. Entretanto, a falta de informações sobre as funções específicas dos minerais e vitaminas nos tecidos reprodutivos é a maior limitação existente para recomendação de níveis adequados na dieta, visando a otimização da função reprodutiva.

Levando-se em conta as dimensões continentais do território brasileiro, ressalta-se a importância de levantamentos regionais de deficiências para que se possa fazer o uso de formulações específicas evitando, com isso excessos e/ou deficiências.

Normalmente a suplementação com cálcio, fósforo, sódio, iodo, cobre, cobalto e zinco é necessária para os bovinos leiteiros. A utilização de outros minerais deve ser feita principalmente, se houver constatação específica de deficiência ou no caso de animais de alta produção.

Quanto às vitaminas, somente a suplementação de vitamina A é necessária, principalmente, quando são usadas forragens conservadas na dieta dos animais.

A suplementação de minerais e vitaminas deve ser feita preferencialmente, através do fornecimento junto com os alimentos concentrados ou suplementos, pois o consumo "ad libitum", normalmente utilizados pelos criadores, não alcança níveis adequados de ingestão.

É necessário que se desenvolvam mais pesquisa sobre as interrelações entre nutrição e reprodução, adequando-se os modelos estatísticos para que as amostras sejam representativas e possibilitem análises com maior confiabilidade. Até que se conheçam mais dados sobre o assunto é recomendável que os animais sejam alimentados de acordo com as exigências nutricionais, evitando deficiência ou mesmo excesso no fornecimento de nutrientes.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 - HURLEY W.C. & DOANE, R.M. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in Reproduction. J. Dairy Sci., corpora lutea and follicular fluid. J. Dairy Sci., vol. 67, p. 1316, 1984.
- 2 - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of dairy cattle. 6th rev. ed., Washington, D.C.: National Academy Press, 1989. 157p.
- 3 - LOTTHAMMER, K.H. Transtornos de la fertilidad de origen ambiental. In: GRUNERT, E. & BERCHTOLD, M. Infertilidad en la vaca. Buenos Aires: Hemisferio Sur, p. 385-375. 1988.
- 4 - CHEW, B.P.; HOLPUCH, D.M.; O'FALLON, J.V. Vitamin A and B-carotene in bovine and porcine plasma, lives. J. Dairy Sci., vol. 72, n. 3, p. 785-813, 1989.
- 5 - PARMER, T.G.; DUBY, R.T. & POOS FLOYD, M.I. Effects of a low carotene status on corpora lutea function in the holstein dairy cow. J. Dairy Sci., vol. 69, (suppl. 1), pg. 240, 1986. (Abstr.)
- 6 - GAWIENOWSKI, A.M.; STACEWICZ-SAPUNCAKIS, M.; LONGLEY, R. Biosynthesis of retinal in bovine corpus luteum. J. lipid. Res, vol. 67, p. 2978, 1984.
- 7 - BINDAS, E.M.; GWAZDAUSKAS, F.C.; WALTON, J.S.; LESLIE, K.E.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Reproductive performance of lactating Holstein cows fed supplemental B-carotene. J. Dairy Sci., vol. 69, p. 2173, 1986.
- 8 - TALAVERA, F. & CHEW, B.P. In vitro interaction of lipoproteins with retinol, retinoic acid and B-carotene on progesterone secretion by bovine luteal cells. J. Dairy Sci., vol. 70, suppl. 1, p. 225, 1987. (Abstr.)
- 9 - TALAVERA, F. & CHEW, B.P. Retinol, retinoic acid and B-carotene ratios on progesterone secretion by bovine luteal cells. J. Dairy Sci., vol. 70, suppl. 1, p. 119, 1987. (Abstr.)
- 10 - AKORDOR, F.Y.; STONE, J.B.; WALTON, J.S.; LESLIE, K.E.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Reproductive performance of lactating Holstein cows fed supplemental B-carotene. J. Dairy Sci., vol. 67, p. 1249, 1984.
- 11 - BINDAS, E.M.; GWAZDAUSKAS, F.C.; MCGILLIARD, M.L.; POLAN, C.E. Progesterone responses to human chorionic gonadotropin in dairy cattle supplemented with B-carotene. J. Dairy Sci., vol. 67, p. 2978, 1984.
- 12 - BREMEL, D.H.; HEMKEN, R.W.; HEERSCH, G.; EDGERTON, L.A.; OLDS, D. Effects of B-carotene on metabolic and reproductive parameters in lactating dairy cows. J. Dairy Sci., vol. 65, suppl. 1, p. 178, 1982. (Abstr.)
- 13 - LARSON, L.L.; WANG, J.Y.; OWEN, F.G. & MEADER, J.E. Effect of beta-carotene supplementation during early lactation on

- reproduction. J. Dairy Sci., vol. 66, Suppl. 1, p. 240, 1983. (Abstr.)
- 14 - LEE, C.N.; SCHNEIDER, D.K.; BELLIN, M.E.; FRITSCHER, P.R.; JORGENSEN, N.A.; AX, R.L. Beta carotene: its relationship with progesterone in dairy cows and its concentrations in several feedstuffs. J. Dairy Sci., vol. 68, Suppl. 1, p. 179, 1985. (Abstr.)
- 15 - WANG, J.Y.; HAFI, C.B.; LARSON, L.L. Effect of supplemental beta-carotene on luteinizing hormone released in response to gonadotropin-releasing hormone challenge in ovariectomized Holstein cows. J. Dairy Sci., vol. 71, p. 498, 1988.
- 16 - FOLMAN, Y.; ASCARELLI, I.; KRAUS, D.; BARASH, H. Adverse effect of b-carotene in diet on fertility of dairy cows. J. Dairy Sci., vol. 70, p. 357, 1987.
- 17 - BURK, R.F. Recent developments in trace element metabolism and function: Newer roles of selenium in nutrition. J. Nutrition, vol. 119, n. 7, p. 1051-1054, 1989.
- 18 - DIPLOC, A.T. The role of vitamin E and selenium in the prevention of oxygen-induced tissue damage. In: SPALLHOLZ, J.E.; MARTIN, J.L.; GANTHER, H.E. Selenium in biology and medicine. AVI Publ. Co:Inc, Westport, CT, 1981.
- 19 - JULIEN, W.E.; CONRAD, H.R.; JONES, J.E.; MOXON, A.L. Selenium and vitamin E and incidence of retained placenta in parturient dairy cows. J. Dairy Sci., vol. 59, p. 1954, 1976.
- 20 - JULIEN, W.E.; CONRAD, H.R.; MOXON, A.L. Selenium and vitamin E and incidence of retained placenta in parturient dairy cows. II. Prevention in commercial herds with prepartum treatment. J. Dairy Sci., vol. 59, p. 1960, 1976.
- 21 - HARRISON, J.H.; HANCOCK, D.D.; CONRAD, H.R. Vitamin E and selenium for reproduction of the dairy cow. J. Dairy Sci., vol. 67, p. 123, 1984.
- 22 - HARRISON, J.D.; HANCOCK, D.D.; ST. PIERRE, N.; CONRAD, H.R.; HARVEY, W.R. Effect of prepartum selenium treatment on uterine involution in the dairy cow. J. Dairy Sci., vol. 69, p. 1421, 1986.
- 23 - DANIELS, L.B.; KELLOGG, D.W.; HARRISON, K.F. Effect of supplementing dairy cows and heifers with selenium and vitamin E. J. Dairy Sci., vol. 70, (suppl. 1), p. 202, 1987.
- 24 - GWAZDAUSKAS, F.; BIBB, T.L.; MCGILLIARD, M.L.; LINEWEAVER, J.A. Effect of prepartum selenium-vitamin E injection on time for placenta to pass and on productive functions. J. Dairy Sci., vol. 62, p. 978, 1979.
- 25 - SCHINGOETHE, D.J.; PARSONS, J.G.; LUDENS, F.C.; TUCKER, W.L.; SHAVE, H.J. Vitamin E status of dairy cows fed stored feeds continuously or pastured during summer. J. Dairy Sci., vol. 61, p. 1582, 1978.
- 26 - HIDIROGLOU, M.; MCALLISTER, A.J.; WILLIAMS, C.J. Prepartum supplementation of selenium and vitamin E to dairy cows: assessment of selenium status and reproductive performance. J. Dairy Sci., vol. 70, p. 1281, 1987.
- 27 - ISHAK, M.A.; LARSON, L.L.; OWEN, F.G.; LOWRY, S.R.; ERICKSON, E.D. Effects of selenium, vitamins, and ration fiber on placental retention and performance of dairy

cattle. J. Dairy Sci., vol. 66, p. 99, 1983.

28 - SCHINGOETHE, D.J.; KIRKBIRDE, C.A.; PALMER, I.S.; OWENS, M.J.; TUCKER, W.L. Response of cows consuming adequate selenium to vitamin E and selenium supplementation prepartum. J. Dairy Sci., vol. 65, p. 2338, 1982.

29 - LUCCI, C.S.; MOXON, A.L.; ZANETTI, M.A.; FUKUSHIMA, R.S.; SCHALCH, E.; PETTINATI, R.L. Selênio em bovinos leiteiros do estado de São Paulo. I. Níveis de selênio em soros sanguíneos. Rev. Fac. Med. Vet. Zoot. Univ. São Paulo, vol. 21, n.1, p. 65-70, 1984.

30 - LUCCI, C.S.; MOXON, A.L.; ZANETTI, M.A.; FRANZOLIN NETO, R.; MARCOMINI, D.G. Selênio em bovinos leiteiros do estado de São Paulo. II. Níveis de selênio nas forragens e concentrados. Rev. Fac. Med. Vet. Zoot. Univ. São Paulo, vol. 21, n. 1, p. 71-76, 1984.

31 - LUCCI, C.S.; SCHALCH, E.; ZANETTI, M.A.; SCHALCH, F.J. Selênio em bovinos leiteiros do estado de São Paulo. III. Suplementação de Selênio no município de Descalvado. Rev. Fac. Med. Vet. Zoot. Un. São Paulo, vol. 21, n. 2, p. 129-133, 1984.

32 - LUCCI, C.S.; SCHALCH, E.; ZANETTI, M.A.; SCHALCH, F.J. Selênio em bovinos leiteiros do estado de São Paulo. IV. Suplementação de selênio "ad libitum" na mistura de sal. Rev. Fac. Med. Zoot. Un. São Paulo, vol. 21, n. 2, p. 135-139, 1984.

33 - ZANETTI, M.A.; LUCCI, C.S.; MEIRELLES, G.J.R. Selênio em bovinos leiteiros no estado de São Paulo. V. Suplementação de selênio para vacas em fase final de gestação. Rev. Fac. Med. Vet. Zoot. Un. São Paulo, vol. 21, n. 2, p. 141-145, 1984.

34 - ZANETTI, M.A.; LUCCI, C.S.; MOXON, A.L.; PETTINATI, R.L. Utilização de "pellets" de selênio para vacas em lactação. Rev. Fac. Med. Vet. Zoot. Un. São Paulo, vol. 21, n. 2, p. 125-128, 1984.

35 - ROSA, L.C.A.; SIQUEIRA, M.M.; ANDRADE, P.; OLIVEIRA, M.D.S.; SAMPAIO, A.A.M.. Efeito do selênio e vitamina E sobre a retenção de placenta do gado leiteiro. ARS Veterinária, FCAVJ-UNESP, Jaboticabal, vol. 1, n.1, p. 117-122, 1985.

36 - HORST, R.L.; REINHARDT, T.A. Vitamin D metabolism in ruminants and its relevance to the periparturient cow. J. Dairy Sci., vol. 66, p. 661, 1983.

37 - WARD, G.; MARION, G.B.; CAMPBELL, C.W.; DUNHAM, J.R. Influences of calcium intake and vitamin D supplementation on reproductive performance of dairy cows. J. Dairy Sci., vol. 54, p. 204, 1971.

38 - RISCO, C.A.; REYNOLDS, J.P.; HIRD, D. Uterine prolapse and hypocalcemia in dairy cows. J. Am. Vet. Med. Assoc., vol. 185, p. 1517, 1984.

39 - MAYNARDI, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F. WARNER, R.G. Nutrição Animal. 3ed., Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1984. 726p..

40 - BRENT, B.E.; BARTLEY, E.E. Thiamine and niacin in the rumen. J. Anim. Sci., vol. 59, p. 813, 1984.



- 41 - ERDMAN, R.A.; SHAVER, R.D.; VANDERSALL, J.H. Dietary choline for the lactating cow: possible effects on milk fat synthesis. *J. Dairy Sci.*, vol. 67, p. 410, 1984.
- 42 - HORNER, J.L.; COPPOCK, C.E.; SCHELLING, G.T.; LABORE, J.M.; NAVE, D.H. Influence of niacin and whole cottonseed on intake, milk yield and composition, and systemic responses of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, vol. 69, p. 3087, 1986.
- 43 - PIPER, E.L.; SPEARS, J.W. Influence of copper and zinc supplementation on mineral status, growth and reproductive performance of heifers. *J. Anim. Sci.*, vol. 55, (suppl. 1), p. 319. (Abstr.), 1982.
- 44 - CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. Noções básicas para suplementado mineral de bovinos e ovinos em pastejo. Porto Alegre, Poletta, 1987. (IPZFO, Boletim Informativo, 15).
- 45 - ABRAÃO, J.J.S.; RITTER, M. Levantamento dos níveis de minerais do solo, planta e animal no planalto catarinense. II. Micro elementos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 22. Balneário Camboriú. Anais... Balneário Camboriú, SBZ, p. 181, 1985.
- 46 - GALVÃO, F.E.; DE MELLO, R.P.; SILVA, R.M. Effect of zinc supplementation on milking cow diet. *Arq. Esc. Vet.*, vol 25, p. 235, 1973.
- 47 - UNDERWOOD, E.J. Los minerales en la nutrición del ganado. Zaragoza/Espanha: Acribia, 1981. 210 p.
- 48 - HIDIROGLOU, M. Trace element deficiencies and fertility in ruminants: a review. *J. Dairy Sci.*, vol. 62, p. 1195, 1979.
- 49 - GEORGIEVSKII, V.I. The physiological role of microelements. In: GEORGIEVSKII, V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.T. Mineral nutrition of animals. London: Butterworths, 1981.
- 50 - ALDERMAN, G. Mineral nutrition and reproduction in cattle. *Vet. Rec.*, vol. 75, p. 1015, 1963.
- 51 - INGRAHAM, R.H.L.; KAPPEL, L.C.; MORGAN, E.B.; SRIKANDAKUMAR, A. Correction of subnormal fertility with copper and magnesium supplementation. *J. Dairy Sci.*, vol. 70, p. 167, 1987.
- 52 - TOKARNIA, C.H.; DOBEREINER, J. Diseases cause by mineral deficiency in cattle raised by range conditions in Brazil. A review. *Pesq. Agropec. Bras.*, Rio de Janeiro: Ser. Vet., vol. 8, p.1-6, 1973.
- 53 - ALLCROFT, R.; SCARNELL, J.; HIGNETT, S.L. A preliminary report on hypothyroidism in cattle and its possible relationship with reproductive disorders. *Vet. Rec.*, vol. 66, p. 367, 1954.
- 54 - BERNAL, A., DEMORAES, G.V., THRIFT, T.A., et al. Effects of induced hypothyroidism on Ovarian response to superovulation in Brahman (*Bos indicus*) cows. *J. Animal Sci.*, v. 77, p. 2749-2756, 1999.
- 55 - BONCZECK, R.R., C.W., YOUNG, J.E. WHEATON, & K.P. MILLER. Response of somatotropin, insulin, protein, and thyroxine to selection for milk yield in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, v. 71, p. 2470-2478, 1998.
- 56- ANNENKOV, B.N. Mineral feeding of cattle. In: GEORGIEVSKII, V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.T. Mineral nutrition of

animals. London: Butterworths, 1981.

57- WEBSTER, J.R., MOENTER, S.M., WOODFILL, C.J.I and KARSCH, F.J. Role of the thyroid gland in seasonal reproduction. II. Thyroxine allows a season specific supression of gonadotropin secretion in sheep. *Endocrinology*, v. 129, p. 176-183, 1991.

58- STEWART, R.E., STEVENSON, J.S. and MINTON J.E. Serun hormones during the estrous cycle and estrous behavior in heifers after administration of propylthiouracil and thyroxine. *Domest.Anim. Endocrinol.* V. 11, p. 1-12, 1994

59- HOWES, A.D.; DYER, I.A. Diet and supplemental mineral effects on manganese metabolism in newborn calves. *J. Anim. Sci.* vol 32, p. 141, 1971.