

O que temos que saber sobre as vitaminas hidrossolúveis para vacas leiteiras

W. P. Weiss

Department of Animal Sciences

Ohio Agricultural Research and Development Center

The Ohio State University, Wooster OH 44691

As vitaminas são compostos orgânicos necessários em teores muito reduzidos e que devem ser absorvidos a partir do sistema digestivo. Esta definição é algo imprecisa, pois algumas vitaminas podem ser sintetizadas pelos animais em certas condições. Por exemplo, a vitamina D não é essencial quando os animais têm um nível adequado de exposição à luz solar. Quatro vitaminas lipossolúveis e pelo menos 10 vitaminas hidrossolúveis já foram identificadas. A Tabela 1 apresenta uma listagem das vitaminas já estudadas em vacas leiteiras. Este trabalho, entretanto, irá apenas discutir as vitaminas hidrossolúveis.

As vacas leiteiras precisam absorver quantidades adequadas de vitaminas a partir do trato gastrointestinal (**GI**) para manter a saúde e a produtividade; entretanto, isto não significa haja sempre necessidade de suplementação da dieta com vitaminas. A maioria, se não todas, das vitaminas do complexo B podem ser sintetizadas pelas bactérias ruminais. Forragens verdes podem conter níveis bastante significativos de vitamina E e β -caroteno (um precursor a vitamina A). Muitos grãos, farelos de sementes oleaginosas e subprodutos do processamento de grãos contêm teores bastante elevados de muitas das vitaminas do complexo B.

Necessidades de Vitaminas

As necessidades de um nutriente podem ser expressas em base de teor na dieta, teor absorvido ou em base de níveis nos tecidos (celular). A necessidade de um tecido pode ser definida como sendo a quantidade mínima daquele nutriente que deve ser absorvida por uma determinada célula ou tecido para o desempenho de certa função. As necessidades de vitaminas dos tecidos não são plenamente conhecidas em vacas leiteiras. A necessidade de nutrientes absorvidos é definida como sendo a quantidade mínima daquele nutriente que deve ser absorvida do trato GI para o desempenho de certa função (funções são geralmente agrupadas em manutenção, produção de leite, crescimento fetal e ganho de peso do animal). Para os principais nutrientes (energia, proteína, macrominerais), estas necessidades são bem definidas

para vacas leiteiras. Uma necessidade na dieta é a quantidade mínima daquele nutriente que deve ser consumida para o desempenho de certa função e é calculada considerando a necessidade absorvida dividida pelo coeficiente de biodisponibilidade. Dispomos de pouquíssimas informações referentes à absorção de vitaminas em vacas leiteiras.

A tentativa de definir necessidades de vitaminas específicas em ruminantes é uma tarefa bastante difícil. A ingestão a partir da dieta geralmente não corresponde ao teor efetivamente absorvido da vitamina pelo intestino, pois algumas vitaminas são destruídas e outras são sintetizadas no rúmen. Algumas vitaminas são armazenadas pelo organismo e são necessárias várias semanas ou meses para que ocorra depleção destas reservas. A suplementação de vitaminas muitas vezes produz uma resposta súbita (de parâmetros reprodutivos ou de sanidade). Desta forma, os experimentos podem necessitar de muitos animais avaliados por longos períodos de tempo, o que aumenta muito o custo destes estudos. Considerando estas limitações, a maior parte dos estudos somente examina dois ou três níveis de suplementação, o que impede que se proceda a uma titulação correta das necessidades.

Historicamente, as necessidades de vitaminas foram definidas como sendo a quantidade de uma vitamina que deve ser ingerida para evitar que se produzam as doenças que caracterizam quadros clássicos de deficiência, tais como a cegueira noturna na deficiência de vitamina A. Mais recentemente, demonstrou-se que a suplementação de vitamina A em níveis necessários para evitar a manifestação de sinais claros de deficiência melhora a saúde geral das vacas, reduz a incidência de mastite, reduz a incidência de distúrbios reprodutivos, melhora a função imunológica e aumenta a produção de leite. Quando aplicável, a tabela de 2001 do NRC considerou estes dados mais recentes para algumas das recomendações de níveis de vitaminas.

Tabela 1. Funções e fontes de algumas vitaminas (lista incompleta).

Vitamina	Principais fontes para gado leiteiro	Funções gerais
<i>Vitaminas lipossolúveis</i>		
A	Forragens verdes (β -caroteno) Suplementos (principalmente retinil ésteres)	Visão, regulação gênica, Crescimento de células epiteliais, reprodução, função imunológica.

D	Exposição da pele à luz solar, feno seco ao sol, farinha de peixe, suplementos (principalmente D ₂ e D ₃ estabilizadas).	Regula o cálcio e fósforo séricos, função imunológica.
E	Forragens verdes, oleaginosas não processadas, silagem, suplementos (principalmente all- <i>rac</i> tocoferil acetato).	Antioxidante lipossolúvel, síntese de prostaglandinas, função imunológica.
<i>Vitaminas hidrossolúveis</i>		
B ₁₂	Farinhas de proteína animal, fermentação ruminal (necessita de cobalto), suplementos.	Síntese de ácidos nucleicos e proteínas, gliconeogênese, metabolismo do propionato,
Biotina	Farelos de oleaginosas, melaço, forragens, grãos de cervejaria, fermentação ruminal, suplementos.	Metabolismo de glicose e carboidratos, síntese de ácidos graxos e proteínas.
Colina	Síntese <i>in vivo</i> a partir da metionina, colina protegida.	Membranas celulares, metabolismo de gorduras.
Ácido fólico	Soja, forragens verdes, farelo de alfafa, grãos de cervejaria, fermentação ruminal.	Síntese de nucleotídeos, síntese de proteínas, síntese de colina.
Niacina	Síntese <i>in vivo</i> a partir do triptofano, fermentação ruminal, grãos de destilaria e cervejaria, suplementos.	Metabolismo de energia, síntese de uréia, metabolismo de corpos cetônicos.

O interesse na suplementação de vacas leiteiras com vitaminas hidrossolúveis aumentou consideravelmente nos últimos anos. O NRC (2001) discute várias vitaminas hidrossolúveis, mas não apresenta os requerimentos. Embora provavelmente ocorra certa síntese de todas as vitaminas do complexo B no rúmen, ocorre também destruição ruminal de vitaminas B. A concentração de vitaminas B na dieta pode ter pouca relação com a intensidade do fluxo de vitaminas B para o intestino delgado (sítio de absorção das vitaminas). Todas as vitaminas do complexo B estão envolvidas com funções metabólicas, algumas das quais estão diretamente relacionadas à produção de componentes do leite. Com o aumento da produção leiteira, pode haver aumento das necessidades de certas vitaminas do complexo B. Alterações na composição da dieta (i.e., maior teor de concentrado, menor teor de forragem) podem afetar a síntese ruminal e o metabolismo de vitaminas B. A discussão a seguir somente inclui as vitaminas hidrossolúveis que já foram estudadas em vacas leiteiras.

Vitamina B₁₂

A vitamina B₁₂ está envolvida em muitas reações metabólicas que regem a síntese de nucleotídeos, síntese de proteínas e metabolismo de carboidratos e gorduras. Em ruminantes, uma das principais funções da vitamina B₁₂ é a participação na conversão de propionato em glicose. A vaca leiteira em lactação precisa sintetizar altos níveis de glicose e uma proporção significativa desta glicose é derivada do propionato. A vitamina B₁₂ também é necessária para o metabolismo do ácido fólico. A deficiência de B₁₂ pode induzir uma deficiência secundária de ácido fólico. A vitamina B₁₂ não é encontrada em nenhum material vegetal, mas as farinhas de proteína animal contêm teores bastante significativos. Na maior parte dos casos, as bactérias ruminais provavelmente sintetizam teores suficientes de vitamina B₁₂ quando a dieta contém níveis adequados de cobalto (0,1 a 0,2 ppm em base de matéria seca da dieta). As concentrações séricas de B₁₂ em vacas são baixas durante as primeiras 12 a 16 semanas de lactação e esta vitamina pode ser limitante durante este período (Girard, 1998). Em um estudo, o fornecimento de uma dieta com baixo teor de forragem (25% de feno) reduziu a síntese ruminal de B₁₂ ou reduziu sua biodisponibilidade (Walker and Elliot, 1972), sugerindo que a suplementação de vitamina B₁₂ poderia ser benéfica com estes tipos de dietas. Pesquisas posteriores, entretanto, não conseguiram demonstrar nenhum efeito benéfico da injeção de vitamina B₁₂ em vacas alimentadas com dietas pobres em fibra (Croom et al., 1981).

Biotina

A biotina é um cofator essencial de sistemas enzimáticos envolvidos na síntese de ácidos graxos, metabolismo de energia, gliconeogênese e síntese de proteínas. A biotina é necessária para as bactérias ruminais e a digestão de celulose *in vitro* é reduzida significativamente quando o meio não contém biotina. Até recentemente, a suplementação de biotina era considerada desnecessária para ruminantes funcionais, pois se acreditava que os níveis proporcionados pela dieta e a síntese ruminal forneciam níveis adequados de biotina. Diversos trabalhos publicados recentemente demonstram que a suplementação da dieta de vacas leiteiras com biotina (geralmente 20 mg/dia) reduz a incidência de muitos tipos de lesões dos cascos (inclusive úlceras de sola e separação da linha branca), resulta em maior produção de queratina e reduz a incidência de claudicação clínica. Em todos os casos, foi necessária uma suplementação de longo prazo (vários meses) para que houvesse uma resposta. A maior parte dos estudos que avaliaram o efeito da biotina sobre a saúde dos cascos foram grandes estudos de campo. Geralmente, estes estudos não conseguem medir de

forma precisa as respostas de produção (as vacas são alimentadas e ordenhadas em grupos e raramente se mede a produção individual de leite). Desta forma, estas respostas baseadas em dados de produção devem ser consideradas com cautela. Dois grandes estudos de campo (Midla et al., 1998; Bergsten et al., 1999) conduzidos com vacas de alta produção observaram aumento da produção de leite em vacas suplementadas com 20 mg/dia de biotina; entretanto, outro grande estudo de campo (Fitzgerald et al., 2000) com vacas de baixa produção não observou resposta em produção de leite à suplementação de biotina. Um experimento controlado de acompanhamento de produção de leite relatou um aumento linear na produção de leite e de proteína do leite com níveis crescentes de suplementação de biotina (0, 10 e 20 mg/dia; Zimmerly e Weiss, 2001). Os autores deste estudo especularam que a resposta teria sido decorrente de um aumento na síntese de glicose a partir do ácido propiônico.

Colina

A colina não é uma vitamina verdadeira, pois pode ser sintetizada a partir da metionina por grande número de animais, inclusive bovinos. A colina é essencial para a constituição de membranas celulares, está envolvida no transporte de gorduras a partir do fígado e é parte de um importante neurotransmissor. Uma função indireta da colina absorvida a partir do intestino é a de poupar metionina. Em cabras em lactação, 28% da metionina marcada infundida diretamente por via intravenosa foi usada para sintetizar colina (Emmanual and Kennelly, 1984). Se a colina da dieta fosse capaz de reduzir o teor de metionina usada para sintetizar colina, então mais metionina estaria disponível para a síntese de proteínas.

A colina da dieta, entretanto, é degradada no rúmen. O fornecimento de colina não protegida (até 330 g/dia) a vacas leiteiras não afetou a produção de leite (média = 54 libras/dia) ou sua composição; a ingestão de MS foi reduzida em cerca de 4 libras/dia com o nível mais elevado de suplementação de colina (Sharma and Erdman, 1988). Quando se forneceu 0, 17, 36 ou 51 g/dia de colina (protegida da ação do rúmen), a produção de leite aumentou de 81 libras/dia (0 de colina) para 86 libras/dia (36 g/dia de colina). As vacas suplementadas com 51 g/dia de colina produziram 82 libras de leite/dia (Erdman and Sharma, 1991)). Em um segundo experimento, a produção de leite aumentou de forma linear à medida que o consumo de colina (protegida da ação do rúmen) aumentou de 0 até cerca de 57 g/dia (Erdman e Sharma, 1991). Estes dados sugerem que, para vacas de alta produção, a necessidade de colina é de pelo menos 30 a 40 g/dia e pode até ser superior a 50 g/dia. Entretanto, esta resposta pode não necessariamente indicar um requerimento de colina e sim a

resposta à maior disponibilidade de metionina para a produção de leite.

Ácido fólico

A principal função do ácido fólico é a transferência de unidades de carbono entre diferentes moléculas. Estas reações são necessárias para a síntese de nucleotídeos, metabolismo de aminoácidos e síntese de colina. Soja, grãos de cervejaria e algumas forragens são boas fontes de ácido fólico; além disso, também é sintetizado no rúmen. Ao longo de uma lactação de 305 dias, a produção média de leite foi 60, 62 e 65 libras/dia (resposta linear; $P < 0,05$) quando as vacas foram alimentadas com dietas contendo 0, 0,9 ou 1,8 mg de ácido fólico/libra de peso corporal (Girard and Matte, 1996). Não se observou resposta ao ácido fólico em novilhas de primeira lactação (produção média = 57 libras/dia) e em vacas multíparas não se observou efeito depois dos 200 dias em leite. O consumo de alimento não variou entre tratamentos (Girard, 1998). A resposta de produção pode ter sido causada pelo efeito do ácido fólico em poupar metionina e não por uma resposta direta ao ácido fólico. Outro benefício potencial da suplementação de ácido fólico é o aumento do teor de ácido fólico no leite, que poderia aumentar a ingestão de ácido fólico em seres humanos que consumissem este leite.

Niacina

A niacina está envolvida na maior parte das vias de geração de energia e na síntese de ácidos graxos e aminoácidos. Em vacas leiteiras, a niacina reduz as concentrações de ácidos graxos não esterificados e corpos cetônicos plasmáticos. Grãos de destilaria, farinhas de proteínas animais e farelos de sementes oleaginosas são boas fontes de niacina e as bactérias ruminais podem sintetizar grandes quantidades de niacina. Quanto ao efeito da niacina sobre corpos cetônicos plasmáticos, mais pesquisas foram conduzidas com niacina para vacas leiteiras que com todas as outras vitaminas hidrossolúveis e, ao invés de citar os primeiros estudos sobre o tema, sugere-se sempre ao leitor consultar a revisão de Girard (1998) e as recomendações do NRC (2001). Girard menciona 22 diferentes estudos que avaliaram as respostas de produção à suplementação de niacina (Tabela 2). Em cerca de 50% destes estudos conduzidos com vacas em início de lactação, a suplementação de niacina resultou em aumento ou tendência de aumento da produção de leite em cerca de 6% (3 a 5 libras/dia). Em vacas em fase intermediária ou final de lactação, a niacina geralmente não aumentou a produção. Ainda não sabemos por que a niacina resultou em resposta positiva em alguns estudos, mas não em outros. O consumo de alimento

aumentou em alguns estudos, mas a maioria não observou diferenças estatisticamente significativas nos níveis de ingestão.

Tabela 2. Resumo dos estudos que avaliaram a resposta de produção de leite à suplementação de niacina. A niacina foi geralmente fornecida a 6 g/dia (Girard, 1998).

	No. de estudos	Aumento médio decorrente da niacina	Variação nas respostas
<u>Vacas em início de lactação</u>			
Aumento significativo	3	6.7%	4 a 10%
Tendência de aumento	5	6.3%	3 a 9%
Nenhum efeito	5	0	...
Todos os estudos	13	4%	...
<u>Vacas em fase intermediária de lactação</u>			
Aumento significativo	3	3.9%	1,6 a 7%
Nenhum efeito	7	0	...
Todos os estudos	10	1,2%	...
<u>Vacas em fase final de lactação</u>			
Nenhum efeito	2	0	...

Referências Bibliográficas

Bergsten, C., P. R. Greenough, J. M. Gay, R. C. Dobson, and C. C. Gay. 1999. A controlled field trial of the effects of biotin supplementation on milk production and hoof lesions. J. Dairy Sci. 82 (suppl. 1):34 (abstr.).

Emmanual, B., and J. J. Kennelly. 1984. Kinetics of methionine and choline and

their incorporation into plasma lipids and milk components in lactating goats. *J. Dairy Sci.* 67:1912-1919.

Erdman, R. A., and B. K. Sharma. 1991. Effect of dietary rumen-protected choline in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74:1641-1647.

Fitzgerald, T., B. W. Norton, R. Elliott, H. Podlich, and O. L. Svendsen. 2000. The influence of long-term supplementation with biotin on the prevention of lameness in pasture fed dairy cows. *J Dairy Sci* 83:338-344.

Girard, C. L. 1998. B-complex vitamins for dairy cows: a new approach. *Can. J. Anim. Sci.* 78 (Suppl. 1):71-90.

Girard, C. L., and J. J. Matte. 1996. Effects of dietary supplements of folic acid on lactational performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79 (suppl. 1):199 (abst.).

Midla, L. T., K. H. Hoblet, W. P. Weiss, and M. L. Moeschberger. 1998. Supplemental dietary biotin for prevention of lesions associated with aseptic subclinical laminitis (pododermatitis aseptica diffusa) in primiparous cows. *Amer J Vet Res* 59:733-738.

NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington DC.

Sharma, B. K., and R. A. Erdman. 1988. Effect of high amounts of dietary choline supplementation on duodenal choline flow and production responses of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71:2670-2677.

Walker, C. K., and J. M. Elliot. 1972. Lactational trends in vitamin B12 status on conventional and restricted-roughage rations. *J. Dairy Sci.* 55:474-479.

Zimmerly, C.A., and W. P. Weiss. 2001. Effects of supplemental dietary biotin on performance of Holstein cows during early lactation. *J. Dairy Sci.* 84:498-506.
