

Calf Notes.com

Calf Note #243 – Necessidades de minerais e vitaminas para bezerros, Parte 1

Autor: Jim Quigley

Traduzido por: Livia Santos Rodrigues e Rafael Azevedo

Introdução

O comitê NASEM avaliou os dados publicados desde a publicação do NRC de 2001, bem como os requisitos publicados por outros (por exemplo, 2016 *Nutrient Requirements for Beef Cattle*). Eles adotaram abordagem mais quantitativa e determinaram as necessidades líquidas de minerais para manutenção e funções produtivas como crescimento, gestação e lactação. Naturalmente, para bezerros, apenas os requisitos de manutenção e crescimento foram considerados. Os requerimentos líquidos foram então ajustados para os coeficientes de absorção (CA) para determinar os requerimentos dietéticos para cada mineral.

Os requisitos para os bezerros foram divididos em duas seções: bezerros em aleitamento e bezerros pós-aleitamento. Bezerros pós-aleitamento foram assumidos como tendo rúmen funcional, e como tal, diferentes coeficientes de digestão e absorção. Além disso, havia menos dados disponíveis para os bezerros em aleitamento, pelo que o comitê se baseou ocasionalmente em dados de animais monogástricos para determinar as necessidades.

O Quadro 1 contém equações para bezerros em aleitamento e pós-aleitamento. Para bezerros pós-aleitamento, a soma dos valores para manutenção e ganho é dividida pelo coeficiente de absorção para determinar a necessidade diária. Esta é a mesma abordagem adotada pelo Comitê NASEM para os bovinos adultos; no entanto, os CA diferem dos das vacas adultas para refletir as diferenças na maturidade do animal. No caso dos bezerros pré-desmamados, não havia dados suficientes para calcular as necessidades utilizando esta abordagem fatorial na maioria dos casos. Por conseguinte, o comitê calculou a "ingestão adequada" em vez dos requisitos de minerais com base nas equações de Castro *et al.* (2019). O denominador nas equações da Tabela 1 para bezerros em aleitamento são considerados "coeficientes de retenção" em vez de coeficientes de absorção, portanto, os valores nas respectivas colunas não são diretamente comparáveis.

Os requerimentos na 8ª Edição de *Nutrient Requirements for Dairy Cattle* são calculados como gramas ou miligramas por dia quando informação suficiente estava disponível. O cálculo da concentração de minerais e vitaminas nas dietas de bezerros desaleitados pode ser baseado na suposição de que os bezerros antes dos 4 meses de idade receberão dietas contendo 85-95% de concentrado e 5 a 15% de forragem (normalmente feno). Antes do desaleitamento, bezerros são alimentados com dietas líquidas e secas; portanto, é necessário dividir a ingestão de minerais entre estas duas fontes de alimentação. O comitê calculou as concentrações recomendadas de minerais e vitaminas usando abordagem iterativa - avaliando as proporções de MS do sucedâneo e da ração iniciadora para bezerros e então determinando as taxas de inclusão apropriadas para alcançar a primeira IA em várias idades e o GMD alvo. A Tabela 2 contém as concentrações recomendadas pela NASEM de minerais nos sucedâneos para bezerros, rações iniciadoras e de crescimento usando esta abordagem iterativa. Observe que existem alguns erros no texto e no *software* do NASEM (em julho de 2023). Estes erros estão resumidos no Apêndice A.

Calculei as concentrações recomendadas de vitaminas e minerais em sucedâneo, iniciadores de bezerros e concentrados usando duas abordagens de modelagem, descritas no Apêndice B. Resumidamente, usei o GPS, um modelo proprietário de crescimento de bezerros, como plataforma para modelar as variáveis de entrada necessárias para calcular os requerimentos de minerais (ex: PC, DMI, CMS) em g/dia ou mg/d e então calculei os requerimentos para cada dia de um período de crescimento de 122 dias começando no dia 3 de idade. As

concentrações de cada mineral em todos os alimentos foram então avaliadas utilizando abordagem iterativa para minimizar o número de dias em que a ingestão de minerais era inferior às necessidades diárias. A segunda abordagem consistiu em cálculo não linear (utilizando a função Solver do Excel) das concentrações de minerais de cada alimento em quatro dietas diferentes (alimentação com baixo, médio, alto e muito alto teor de leite) para satisfazer as necessidades mínimas de minerais (mg ou g/dia).

Os valores no Quadro 2 são os resultados da simulação sob o título "Ajustado". Em muitos casos, as concentrações mínimas recomendadas são semelhantes às recomendações da NASEM no Quadro 2. No entanto, em outros casos, as diferenças são significativas. O modelo utilizado no GPS difere do modelo da NASEM; por conseguinte, o meu cálculo das concentrações mínimas de minerais difere nalguns casos das da NASEM.

Por exemplo, as concentrações de fósforo (P) recomendadas pela NASEM para os iniciadores e para os concentrados são de 0,37 e 0,33%, respetivamente. Estimo que a necessidade de P seja mais elevada nos animais de arranque e de crescimento. Por exemplo, aos 64 dias de idade, estimei que um bezerro previamente alimentado com até 800 g de sucedâneo/d pesará 83 kg, consumirá 2,33 kg de MS/d e terá um GMD de 0,89 g/d. Usando a equação na Tabela 1 para bezerros pós-aleitados, e assumindo um PC adulto = 680 kg, estimamos que o bezerro requer 12,8 g/d de P, ou 0,55% da MS. Considerando que os bezerros são projetados para consumir aproximadamente 6% de sua MS em forragem (assumindo que contenha cerca de 0,2% da MS como P), então o P requerido no concentrado de bezerros precisa ser maior que os 0,33% recomendados pela NASEM.

Fontes de Minerais Orgânicos: o papel dos minerais orgânicos tem sido estudado em diferentes classes de bovinos, incluindo bezerros leiteiros. Geralmente, a substituição de fontes inorgânicas de Cu, Zn, Se, Fe e/ou Mn não resultou em melhorias consistentes nas respostas produtivas (crescimento, ingestão e eficiência), mas muitos estudos documentaram melhorias na saúde e resistência a doenças quando os bezerros foram suplementados com fontes orgânicas de Se (Salles *et al.*, 2014; Gelsing *et al.*, 2016) e Cu, Zn, Mn e/ou Co (Jacometo *et al.*, 2015; Pino *et al.*, 2017; Price *et al.*, 2017; Ogilvie *et al.*, 2023). O uso de minerais orgânicos pode ser mais útil para melhorar o desempenho do bezerro quando níveis mais altos de leite são fornecidos (Osorio *et al.*, 2015). Respostas semelhantes à melhoria da resposta imune foram mostradas em novilhas de corte mais velhas suplementadas com zinco (Chirase e Greene, 2001; Kegley *et al.*, 2001), embora nem todos os estudos tenham relatado efeitos positivos de minerais orgânicos em bezerros de corte (por exemplo, Ryan *et al.*, 2015). Finalmente, Caramalac *et al.* (2017) relataram uma melhor palatabilidade de dietas contendo fontes de hidroxiclreto de Zn, Cu e Mn versus formas de sulfato/óxido desses minerais.

Abdollahi *et al.* (2019) relataram que o aumento da concentração de Zn na dieta de 35 para 50 mg/kg de MS melhorou o crescimento de 7 a 100 d e o CMS de 31 a 100 d de idade em bezerros Holandês. Além disso, a incidência de doenças (doenças respiratórias e diarreia) foi reduzida e os índices de competência imunológica foram melhorados quando o Zn foi adicionado à dieta. O Zn suplementar foi adicionado por ZnO padrão ou de alta superfície. Foi relatado que o ZnO de alta superfície aumenta a ingestão pós-aleitamento e a digestibilidade da ração. Investigadores chineses (Chang *et al.*, 2020) relataram que a suplementação de vitelos com 80 mg/d de Zn de ZnO (104 mg de ZnO por dia) durante os dias 1-3 reduziu a diarreia durante os primeiros 3 dias de vida. Além disso, a suplementação com 80 mg/d de Zn a partir de Zn-metionina (457 mg de Zn-met/dia) aumentou o crescimento e reduziu a incidência de diarreia nos primeiros 14 dias de vida. Também foram observadas alterações na microflora fecal devido à suplementação com Zn. Da mesma forma, Ma *et al.* (2020) relataram que 80 mg de Zn suplementar de Zn-met reduziram a incidência de diarreia e melhoraram o crescimento durante a segunda semana de vida. O zinco foi adicionado através do sucedâneo a uma dieta basal de leite (4,05 mg Zn/kg MS) e ração iniciadora para vitelos (176 mg/kg). A adição de 80 mg de Zn via ZnO não teve efeito sobre a diarreia ou crescimento neste estudo, sugerindo que o Zn orgânico pode ser mais eficaz do que o ZnO na promoção da integridade intestinal e na redução do risco de doenças.

Pesquisadores da Pensilvânia alimentaram vacas secas com minerais orgânicos ou inorgânicos durante 60 dias antes do parto. Os bezerros também receberam minerais orgânicos ou inorgânicos no sucedâneo, na ração inicial e na TMR, até 110 dias de leite após o parto. As novilhas alimentadas com minerais orgânicos tenderam

a partir mais cedo do que as suplementadas com minerais inorgânicos ($P = 0,07$). A produção total de leite até 100 dias em leite foi maior nas novilhas suplementadas com minerais orgânicos ($P = 0,09$).

Um programa geral de minerais orgânicos (Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Se e Zn) foi adicionado à ração inicial de bezerros para atender aproximadamente às recomendações minerais do NASEM de 2021 (Mousavi-Haghshenas *et al.*, 2022). Em comparação com bezerros suplementados com quantidades similares de minerais de fontes inorgânicas, os bezerros alimentados com minerais orgânicos eram mais saudáveis (menos incidências de diarreia) e maior ingestão de ração iniciadora e GMD em aleitamento, particularmente em bezerros com menor PC.

Vários ensaios relataram melhorias na saúde dos bezerros e resistência a doenças quando as vacas secas foram suplementadas com minerais orgânicos (por exemplo, Jacometo *et al.*, 2015; Pino *et al.*, 2017; Price *et al.*, 2017; Ogilvie *et al.*, 2023). No estudo de Ogilvie *et al.*, as vacas foram alimentadas com minerais inorgânicos ou orgânicos durante 45 dias antes do parto em concentrações alvo de 0,25, 13,7, 40,0, 0,3 e 40,0 mg/kg para Co, Cu, Mn, Se e Zn, respectivamente, para ambos os tratamentos. Reduções nos problemas de saúde dos bezerros foram observadas em bezerros nascidos de vacas primíparas, mas não de vacas múltíparas. Price *et al.* (2017) alimentaram vacas Angus × Brangus com sulfato ou formas orgânicas de Se, Co, Cu, Mn e Zn (Se-levedura e proteinados). Bezerros nascidos de vacas suplementadas com minerais orgânicos tiveram melhor absorção de IgG e IgA e melhor crescimento. Jacometo *et al.* (2019) sugeriram que a nutrição materna pode alterar a resposta imune inata neonatal, potencialmente através de alterações na expressão de genes e mRNA.

Resumo e recomendações: equações atualizadas para calcular os requisitos minerais para bezerros em aleitamento e pós-aleitamento estão na Tabela 1. Estas equações podem ser usadas em modelos para calcular os requerimentos ou a ingestão adequada em miligramas ou gramas por dia. As concentrações necessárias podem ser calculadas dividindo a ingestão pela ingestão de MS para um determinado dia. As recomendações para concentrações mínimas em iniciantes, concentrados e sucedâneos estão na Tabela 2. As diferenças entre as recomendações NASEM e as ajustadas refletem diferenças nas previsões de crescimento e ingestão utilizando os respectivos modelos. Recomendamos o uso das recomendações ajustadas na Tabela 2 para matrizes de formulação.

Minerais orgânicos (ex. Cu, Mn, Zn e Co) tem sido demonstrado na maioria dos estudos publicados (não obstante o viés de publicação) que afetam positivamente a saúde do bezerro, e em alguns casos, o crescimento e a ingestão. A produção futura de leite é suscetível de ser melhorada com a suplementação a longo prazo de minerais orgânicos. A suplementação em sucedâneos e em concentrados iniciais para bezerros com minerais orgânicos que substituem as fontes inorgânicas é recomendada em pesquisas publicadas. A maioria das pesquisas conduzidas com fontes inorgânicas *vs.* orgânicas em sucedâneo e rações iniciadoras tem sido a substituição completa de fontes inorgânicas por fontes orgânicas. Por conseguinte, a substituição parcial de formas inorgânicas não é geralmente apoiada pelos dados publicados.

APÊNDICE A. Erros nos requisitos minerais NASEM de 2021

1. Erros no texto
 - a. **Equação 7-2.** Não deve haver sinal de menos para o PC maduro. A equação correta é: $(9,83 * PC_{\text{maduro}}^{0,22} * PC^{-0,22}) * GMD$.
 - b. **Equação 7-6.** As necessidades são expressas em g/d, não em kg/d.
 - c. **Equação 7-40.** Crescimento = $0,7 * GMD$, e não 2,0.
 - d. **Tabela 10-12.** O coeficiente de absorção difere da Eq. 10-27.

2. Erros no software
 - a. **Magnésio.** O coeficiente de absorção para o Mg está fixado em 100% em vez de 26%, como indicado no texto.
 - b. **Sódio.** O coeficiente de absorção está incorreto. Quando as necessidades basais + de crescimento são somadas, não são iguais às necessidades totais absorvíveis.

APÊNDICE B - Modelação das necessidades de nutrientes minerais

Dois métodos foram utilizados para estimar as necessidades mínimas de minerais para bezerros jovens.

1. O primeiro foi uma abordagem de modelagem não-linear. Simulamos a ingestão e o crescimento usando GPS aos 7, 35, 56, 63, 70, 77, 84, 98, 105 e 112 dias. Bezerros Holandês foram alimentados com 700, 800, 900 ou 1.000 g/d de sólidos via sucedâneo (24% de proteína e 18% de gordura) até o desaleitamento aos 56 dias de idade. A ração inicial (18% PB e 35% amido) foi oferecida para consumo *ad libitum* dos 3 aos 89 d de idade e a ração de crescimento (16% PB e 25% amido) foi oferecida dos 90 aos 122 d de idade. As necessidades mínimas de minerais foram calculadas utilizando as equações do Quadro 1. A cada alimento (sucedâneo, ração inicial e ração de crescimento) foi atribuída concentração inicial de um nutriente e foi calculada a diferença entre o consumo e as necessidades mínimas. A estratégia de minimização GLG do Excel foi usada para calcular as concentrações de cada alimento que minimizavam a diferença entre a ingestão e a necessidade. Não foi permitido que as diferenças fossem inferiores a zero. Foram incluídas restrições não nulas para as concentrações de minerais em cada alimento. O Excel limita os conjuntos de dados de minimização não linear a 200 pontos de dados e 100 restrições; portanto, apenas um subconjunto dos dados do GPS foi usado.
2. A segunda abordagem também usou o GPS e modelou um programa típico de alimentação com sucedâneo (24/18), ração iniciadora para bezerros (20% PB e 18% FDN) oferecida *ad libitum* do d 3 ao d 60, ração de crescimento (16% PB e 25% FDN) até o máximo de 3 kg do d 61 ao 122, e feno oferecido. As necessidades em vitaminas e minerais foram calculadas para cada dia da simulação (122 dias) e a diferença entre a ingestão e as necessidades foi calculada. As quantidades de sucedâneo, de ração inicial e de ração de crescimento foram ajustadas para garantir zero dias de ingestão insuficiente de nutrientes, minimizando o excesso de ingestão de minerais.

Tabela 1. Equações para calcular as necessidades minerais recomendadas para bezerros jovens (NASEM, 2021).

Mineral	Aleitamento ¹	Pós-aleitamento
Ca, g/d	$(0,0127*PCV + (14,4*EPC^{-0,139} * GMDV)) / 0,73$	$((0,9*CMS) + (((9,83* PCM^{0,22})*PC^{-0,22})*GMD)) / 0,6$
P, g/d	$(0,0118*PCV + (5,85*EPC^{-0,027} * GMDV)) / 0,65$	$((1,2+((4,635* PCM^{0,22})*(PC^{-0,22}))*0,9)+(0,8*CMS + 0,0006*PC)) / 0,75$
Mg, g/d	$(0,0035*PCV + (0,60*EPC^{-0,036} * GMDV)) / 0,30$	$((0,3*CMS + 0,0007*PC) + (0,45*GMD)) / 0,26$
K, g/d	$(0,0203*PCV + (1,14*EPC^{-0,048} * GMDV)) / 0,13$	$((2,5*CMS + 0,07*PC) + (2,5*GMD)) / 1$
Na, g/d	$(0,00637*PCV + (1,508*EPC^{-0,045} * GMDV)) / 0,24$	$((1,45*CMS) + (1,4*GMD)) / 1$
Cl, g/d	Na requerido*0,8	$((1,11*CMS) + (1,0*GMD)) / 0,92$
S, g/d		CMS*2 [†]
Cu, mg/d	$(0,0145*PC + 2,5*GMD) / 0,5$	$((0,0145*PC) + (2,0*GMD)) / 0,1$
Fe, mg/d	$(34*GMD) / 0,25$	$(34*GMD) / 0,1$
Mn, mg/d	$(0,0026*PC + 0,7*GMD) / 0,01$	$((0,0026*PC) + (0,7*GMD)) / 0,005$
Zn, mg/d	$(2* CMS + 24*GMD) / 0,25$	$((5*CMS) + (24*GMD)) / 0,25$
Co, mg/d	NA [‡]	0,2*CMS [†]
I, mg/d	0,8*CMS	0,216*PC ^{0,528†}
Se, mg/d	0,3*CMS	0,3*CMS [†]

1Requisito diário total para bezerros em aleitamento. PC = peso corporal (kg); GMD = ganho médio diário (kg/d); PCV = PC vazio (PC*0,94); GMDV (kg/d) = ganho de PC vazio (GMD*0,91); CMS = ingestão de MS (kg/d); PCM = PC maduro (kg).

2Requisito líquido para manutenção em vitelos pós-aleitamento.

3Requisito líquido para crescimento em vitelos pós-aleitamento.

4Calcular a necessidade diária como (manutenção + crescimento)/CA.

†Necessidade dietética total; não é utilizada a CA.

‡Não é incluída nenhuma necessidade de cobalto, devido à síntese microbiana ruminal limitada de vitamina B12.

Tabela 2. Concentrações NASEM 2021 e Ajustadas recomendadas de minerais no sucedâneo e na ração iniciadora para fornecer ingestão adequada para bezerros de 35 a 125 kg. Os valores são baseados em MS. Cálculos ajustados baseados na minimização não linear da ingestão de minerais acima dos requerimentos e modelagem da ingestão diária de minerais vs. requerimento (g/d ou mg/d).

Mineral	NASEM 2021			Ajustada		
	Sucedâneo	Concentrado inicial	Concentrado crescimento	Sucedâneo	Concentrado inicial	Concentrado crescimento
Ca, %	0,80	0,75	0,65	0,85	0,75	0,65
P, %	0,60	0,37	0,33	0,60	0,60	0,60
Mg, %	0,15	0,15	0,16	0,18	0,18	0,18
K, %	1,10	0,60	0,60	1,35	0,75	0,75
Na, %	0,40	0,22	0,20	0,50	0,25	0,25
Cl, %	0,32	0,17	0,15	0,40	0,20	0,20
S, %				0,20	0,20	0,20
Co, mg/kg	NA	0,2	0,2	NA	0,20	0,20
Cu, mg/kg	5	12	12	5	12	12
I, mg/kg	0,8	0,8	0,5	0,8	0,8	0,5
Fe, mg/kg	85	60	55	90	110	110
Mn, mg/kg	60	40	60	70	60	70
Se, mg/kg	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Zn, mg/kg	65	55	50	75	50	50

Referencias

- Abdollahi, M., J. Rezaei, and H. Fazaeli. 2019. Performance, rumen fermentation, blood minerals, leukocyte and antioxidant capacity of young Holstein calves receiving high-surface ZnO instead of common ZnO. *Archives of Anim. Nutr.* 74:189-205. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2019.1690389>.
- Caramalac, L. S., A. S. Netto, P.G.M.A. Martins, P. Moriel, J. Ranches, H. J. Fernandes, and J. D. Arthington. 2017. Effects of hydroxychloride sources of copper, zinc, and manganese on measures of supplement intake, mineral status, and pre- and post-weaning performance of beef calves. *J. Anim. Sci.* 95:1739-1750. <https://doi.org/10.2527/jas.2016.0934>.
- Castro, M.M.D., A. L. Silva, L. F. Costa e Silva, P. P. Rotta, T. E. Engle, and M. I. Marcondes. 2019. Determination of macromineral requirements for preweaned dairy calves in tropical conditions. *J. Dairy Sci.* 102:2973-2984. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15166>.
- Chang, M. N., J. Y. Wei, L. Y. Hao, F. T. Ma, H. Y. Li, S. G. Zhao, and P. Sun. 2020. Effects of different types of zinc supplement on the growth, incidence of diarrhea, immune function, and rectal microbiota of newborn dairy calves. *J. Dairy Sci.* 103:6100-6113. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17610>.
- Chirase, N. K., and L. W. Greene. 2001. Dietary zinc and manganese sources administered from the fetal stage onwards affect immune response of transit stressed and virus infected offspring steer calves. *Anim. Feed Sci. Technol.* 93:217-228. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00277-2](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00277-2).
- Gelsinger, S. L., F. Pino, C.M. Jones, A.M. Gehman, and A. J. Heinrichs. 2016. Effects of a dietary organic mineral program including mannan oligosaccharides for pregnant cattle and their calves on calf health and performance. *Prof. Animal Sci.* 32:205-213. <https://doi.org/10.15232/pas.2015-01475>.
- Jacometo, C. B., J. S. Osorio, M. Socha, M. N. Corrêa, F. Piccioli-Cappelli, E. Trevisi, and J. J. Loor. 2015. Maternal consumption of organic trace minerals alters calf systemic and neutrophil mRNA and microRNA indicators of inflammation and oxidative stress. *J. Dairy Sci.* 98:7717-7729. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9359>.
- Kegley, E. B., S. A. Silzell, D. L. Kreider, D. L. Galloway, K. P. Coffey, J. A. Hornsby, and D. S. Hubbell III. 2001. The immune response and performance of calves supplemented with zinc from an organic and an inorganic source. *Prof. Anim. Scientist.* 17:33-38. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31565-5](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31565-5).
- Ma, F. T., Y.Q.L. Wo, Q. Shan, J. Y. Wei, S. G. Zhao, and P. Sun. 2020. Zinc-methionine acts as an anti-diarrheal agent by protecting the intestinal epithelial barrier in postnatal Holstein dairy calves. *Animal Feed Sci. Technol.* 270:114686. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114686>.
- Mousavi-Haghshenas, M. A., F. Hashemzadeh, G. R. Ghorbani, E. Ghasemi, H. Rafiee, and M. H. Ghaffari. 2022. Trace minerals source in calf starters interacts with birth weights to affect growth performance. *Sci. Rep.* 12:18763. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23459-4>.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. *Nutrient Requirements of Beef Cattle: Eighth Revised Edition.* Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/19014>.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2021. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition.* Washington, DC: The National Academies Press.
- Ogilvie, L., B. Van Winters, B. Mion, K. King, J. F. W. Spricigo, N. A. Karrow, M. A. Steele, and E. S. Ribeiro. 2023. Effects of replacing inorganic salts of trace minerals with organic trace minerals in the diet of prepartum cows on quality of colostrum and immunity of newborn calves. *J. Dairy Sci.* 106:3493–3508. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-21913>.

- Osorio, J. S., R. L. Wallace, D. J. Tomlinson, T. J. Earleywine, M. T. Socha, and J. K. Drackley. 2012. Effects of source of trace minerals and plane of nutrition on growth and health of transported neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95:5831–5844. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5042>.
- Pino, F., N. L. Urrutia, S. L. Gelsinger, A. M. Gehman, and A. J. Heinrichs. 2018. Long-term effect of organic trace minerals on growth, reproductive performance, and first lactation in dairy heifers. *Prof. Anim. Sci.* 34:51-58. <https://doi.org/10.15232/pas.2017-01680>.
- Price, D. M., K. K. Arellano, M. Irsik, D. O. Rae, J. V. Yelich, K. Mjoun, and M. J. Hersom. 2017. Effects of trace mineral supplement source during gestation and lactation in Angus and Brangus cows and subsequent calf immunoglobulin concentrations, growth, and development. *Prof. Animal Sci.* 33:194-204 <https://doi.org/10.15232/pas.2016-01549>.
- Ryan, A. W., E. B. Kegley, J. Hawley, J. A. Hornsby J. L. Reynolds, and S. B. Laudert. 2015. Supplemental trace minerals (zinc, copper, and manganese) as sulfates, organic amino acid complexes, or hydroxy trace-mineral sources for shipping-stressed calves. *Appl. Anim. Sci.* 31:333-341. <https://doi.org/10.15232/pas.2014-01383>.
- Salles, M.S.V., M. A. Zanetti, L. C. Roma, F. A. Salles, A.E.C.S. Azolane, E. M. Soares, L. H. Faccioli, and Y.M.L. Valim. 2014. Performance and immune response of suckling calves fed organic selenium. *Anim. Feed Sci. Technol.* 188:28-35. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.11.008>.

Escrito por Dr. Jim Quigley (25 Julho 2023)
© 2023 por Dr. Jim Quigley
Calf Notes.com (<https://www.calfnotes.com>)