

Formulação de misturas minerais para bovinos

1. Introdução

Diante da deficiência de alguns minerais na composição das plantas forrageiras, se faz necessário a suplementação dos animais que consomem, principalmente, as plantas tropicais.

Há situações onde a suplementação mineral pode não ser necessária para determinadas categorias animais, como é o caso das pastagens temperadas, quer seja gramíneas, leguminosas ou áreas consorciadas e animais em terminação.

No Brasil, estima-se que 500 empresas se dedicam à fabricação de suplementos minerais. Algumas dessas empresas são associadas à Associação Brasileira das Indústrias de Suplementos Minerais – ASBRAM, que por sua vez é ligada ao SINDIRACÕES (Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal).

As empresas de suplementação mineral têm importância não só na fabricação mas, como também, na comercialização dos produtos. Cerca de 70% dos pecuaristas adquirem seus produtos diretamente da fábrica, enquanto que apenas 30% compram de revendas ou cooperativas. Quanto maior o tamanho do rebanho maior é a proporção de pecuaristas que compram seus produtos diretamente dos próprios fabricantes.

2. Normas para produção de suplementos minerais

O Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) regulamenta a fabricação dos suplementos minerais, desde sua classificação, composição, registro e fiscalização no mercado.

Diante da Instrução Normativa N° 12 (IN12) de 11 de outubro de 2002, os suplementos são denominados:

-
- a) suplemento mineral:** quando possuir na sua composição macro e ou micro elemento mineral, podendo apresentar, um valor menor que quarenta e dois por cento de equivalente protéico;
 - b) suplemento mineral com uréia:** quando possuir na sua composição macro e ou micro elemento mineral e no mínimo quarenta e dois por cento de equivalente protéico;
 - c) suplemento mineral protéico:** quando possuir na sua composição macro e ou micro elemento mineral, pelo menos vinte por cento de proteína bruta e fornecer no mínimo

trinta gramas de proteína bruta por cem quilos de peso corporal;

d) suplemento mineral protéico energético: quando possuir na sua composição macro e ou micro elemento mineral, pelo menos vinte por cento de proteína bruta, fornecer no mínimo trinta gramas de proteína bruta e cem gramas de NDT por cem quilos de peso corporal.

Quanto à forma de uso, podem ainda ser classificados como: de pronto uso, para fornecimento direto ao animal, ou para mistura, quando deve ser adicionado a algum outro ingrediente antes da fornecimento.

Os suplementos minerais devem respeitar os valores mínimos de níveis de garantia apresentados na Tabela 1 e 2.

Tabela 1. Níveis mínimos de garantia para suplemento mineral de bovinos em lactação e de bovinos de corte.

Garantia/kg	Bovinos leiteiros em Lactação	Bovinos de corte e outras categorias de bovinos leiteiros
MACROMINERAIS (g/kg)		
Cálcio	Relação de 1:1 até 7:1 com fósforo	Relação de 1:1 até 7:1 com o fósforo
Fósforo	73,0	40,0
Magnésio	15,0	5,0
MICROMINERAIS (mg/kg)		
Cobalto	25,0	15,0
Cobre	650,0	400,0
Iodo	40,0	30,0
Manganês	1000,0	500,0
Selênio	10,0	5,0
Zinco	2500,0	2000,0
VITAMINAS (UI/kg)		
Vitamina A	100.000	100.000
Vitamina D	10.000	10.000
Vitamina E	1.000	1.000
Consumo médio estabelecido ¹ (g/dia)	70,0	70,0

¹ Consumo médio a ser considerado por unidade animal (450kg)

A Tabela 2 apresenta os níveis mínimos de garantia para suplemento com uréia, protéico e protéico energético.

Tabela 2. Níveis de garantia para suplemento mineral com uréia, protéico e protéico energético para bovinos em lactação e de bovinos de corte.

Garantia	Bovinos leiteiros em lactação		
	Mineral protéico ¹	Mineral protéico energético ¹	Mineral com uréia ¹
PB (%) mínimo	20,0	20,0	-
Percentual da PB proveniente do NNP (%) máximo	85,0	85,0	-
NNP-Equivalente protéico (%) mínimo	-	-	42
Consumo de PB (g/ 100kg de peso corporal) – mínimo	30,0	30,0	-
Consumo de NDT (g/100kg de peso corporal) – mínimo	-	100,0	-
MACROMINERAIS (g/100kg peso corporal)			
Cálcio	Relação de 1:1 até 7:1 com o fósforo		
Fósforo (mínimo)	1,1	1,1	1,1
Magnésio (mínimo)	0,2	0,2	0,2
MICROMINERAIS (mg/100kg de peso corporal)			
Cobalto (mínimo)	0,4	0,4	0,4
Cobre (mínimo)	10,0	10,0	10,0
Iodo (mínimo)	0,6	0,6	0,6
Manganês (mínimo)	16,0	16,0	16,0
Selênio (mínimo)	0,2	0,2	0,2
Zinco (mínimo)	39,0	39,0	39,0
VITAMINAS (UI/100kg de peso corporal)			
Vitamina A (mínimo)	1500	1500	1500
Vitamina D (mínimo)	150	150	150
Vitamina E (mínimo)	15	15	15
Garantia	Bovinos de corte e outras categorias de bovinos de leite		
	Mineral protéico ¹	Mineral protéico energético ¹	Mineral com uréia ¹
PB (%) mínimo	20,0	20,0	-
Percentual da PB proveniente do NNP (%) máximo	85,0	85,0	-
NNP-Equivalente protéico (%) mínimo	-	-	42
Consumo de PB (g/100kg de peso corporal) – mínimo	30,0	30,0	-
Consumo de NDT(g/100kg de peso corporal) – mínimo	-	100,0	-
MACROMINERAIS (g/100kg peso corporal)			
Cálcio	Relação de 1:1 a 7:1 com o fósforo		
Fósforo (mínimo)	0,6	0,6	0,6
Magnésio (mínimo)	0,1	0,1	0,1
MICROMINERAIS (mg/100kg de peso corporal)			
Cobalto (mínimo)	0,2	0,2	0,2
Cobre (mínimo)	6,0	6,0	6,0
Iodo (mínimo)	0,5	0,5	0,5
Manganês (mínimo)	7,8	7,8	7,8
Selênio (mínimo)	0,1	0,1	0,1
Zinco (mínimo)	31,1	31,1	31,1
VITAMINAS (UI/100kg de peso corporal)			
Vitamina A (mínimo)	1500	1500	1500
Vitamina D (mínimo)	150	150	150
Vitamina E (mínimo)	15	15	15

¹O consumo do produto deverá ser calculado com base no valor mínimo da faixa de consumo recomendada.

A IN12 ainda apresenta a Tabela de Referência, na qual constam a exigência diária de uma Unidade Animal em manutenção, para os minerais, vitaminas A, D e E, proteína bruta e energia (em forma de NDT), considerados Valores de Referência. A quantidade fornecida em 100 gramas de suplemento dos itens acima descritos. O percentual da exigência (Valor de Referência) atendida por estas 100 gramas de suplementos.

Esta tabela é importante para diferenciar os suplementos disponíveis no mercado, pois como a quantidade é convencionada para todos (100 gramas), ao se fazer comparações entre produtos, é possível compreender com maior clareza qual suplemento atende melhor uma determinada exigência. Na prática, compara-se quanto do percentual da exigência do animal cada um dos suplementos consegue atender.

Tabela 3. Quantidade fornecida de nutrientes em 100 g de produto comparado à exigência em relação ao Valor de Referência -VR

Garantia	Valor de Referência -VR ¹	Quantidade fornecida por 100g de suplemento	Quantidade em % do VR fornecida por 100g de suplemento
Consumo de PB (g/dia)	550,0		
Consumo de NDT (g/dia)	4000,0		
MACROMINERAIS (g/dia)			
Cálcio	14,0		
Fósforo	11,0		
Sódio	7,0		
Magnésio	9,0		
Enxofre	13,5		
Potássio	54,0		
MICROMINERAIS (mg/dia)			
Cobalto	0,9		
Cobre	90,0		
Iodo	4,5		
Manganês	180,0		
Selênio	0,9		
Zinco	270,0		
Ferro	450,0		
VITAMINAS (UI/dia)			
Vitamina A	20.000		
Vitamina D	2.500		
Vitamina E	350		

¹ Valor diário de referência para manutenção de um animal de 450 kg de peso corporal

Atualmente a indústria de alimentos para animais, aí incluídos os suplementos minerais, podem ser certificadas pelo Programa de Boas Práticas de Fabricação (BPF), desenvolvido pelo Sindirações - Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal, e apoiado pela Asbram - Associação Brasileira das Indústrias de Suplementos Minerais, e Andifós - Associação Nacional para a Difusão dos Fosfatos .

Este programa tem como meta recomendar empresas que adotem práticas mundialmente reconhecidas para a melhoria da qualidade e segurança dos alimentos destinados a animais. Objetiva facilitar e incentivar a padronização de procedimentos e normas para a produção, evitando contaminações e garantindo a rastreabilidade. Os tópicos considerados pelo Programa são:

- Matérias primas
- Edificações e instalações
- Equipamentos e utensílios
- Higienização
- Fabricação
- Identificação, armazenamento e distribuição
- Controle de pragas
- Garantia e controle de qualidade
- Garantia de rastreabilidade

De todos os aspectos abordados pelo BPF talvez o mais complicado de ser implantado é a rastreabilidade. Os outros itens podem ser difíceis de serem adotados, porém, seguem uma lógica de controle de qualidade e higiene. Entretanto, deve-se ressaltar que a conscientização da mão-de-obra da indústria em relação à hábitos de higiene e limpeza, são entraves difíceis de serem rompidos. Os principais pontos de controle para que se tenha adequada rastreabilidade dos produtos dentro de uma fábrica (matéria prima, produtos semi-acabados e acabados) são:

- Registro de controle e acompanhamento de lotes de produção
- Identificação do número do lote nas embalagens de produto acabado
- Registro do número de lote em todos os materiais e matérias primas armazenadas

- Registro do número de lote na nota fiscal de compra e de venda
- Cadastro de fornecedor
- Cadastro de cliente

O Programa de BPF do Sindirações está sendo avaliado pelo Eurepgap para possível harmonização e reconhecimento. O Eurepgap é o Programa de Boas Práticas do Euro-Retailers Produce Working Group, representado pelos principais supermercadistas europeus, que visa garantir aos seus consumidores, carnes saudáveis, livres de contaminantes e produzidas de forma socialmente correta. A fazenda que obtiver o certificado Eurepgap terá que comprar insumos de fornecedores também certificados.

3. Formulações e matéria-prima

Para a indicação do uso de um suplemento mineral deve-se levar em consideração três pontos fundamentais:

- A exigência animal
- A composição da forragem
- Consumo do suplemento

Isso parece ser óbvio e, de certa forma, muito simples. Entretanto, devem ser ressaltados alguns pontos que ainda não são muito claros. Em relação à exigência de minerais pelos ruminantes existem dúvidas, haja visto que somente em 2001 o NRC apresenta a exigência de minerais por ruminantes por um método fatorial. Nas novas tabelas do NRC (2001) é levado em consideração a exigência do animal para o ganho de peso, produção de leite, manutenção, prenhez e perdas endógenas, fecais e urinárias. As exigências calculadas (requerimento líquido) são divididas pelo coeficiente de absorção de cada mineral, então chega-se ao valor de exigência de tabela. A vantagem do método fatorial é que se pode estimar a exigência dos animais para uma larga faixa de níveis de produção e estágios fisiológicos. O NRC (2001) adota coeficientes fixos de absorção dos minerais (Tabela 4).

Tabela 4- Coeficiente de absorção dos minerais segundo o NRC (2001).

Mineral	Coeficiente de absorção (%)
Ca	38
P	64 – 70*
Na	90
Cl	90
K	90
Mg	28,7
S	100
Co	100
Cu	4
I	85
Fe	10
Mn	0,75
Se	100
Zn	15

* 64% para forragem e 70% para concentrados

Informações de biodisponibilidade de minerais nos alimentos são escassas, principalmente em forrageiras tropicais. Há que se estudar a forma que os minerais estão presentes nas plantas e quais os fatores que interferem em suas biodisponibilidades (Nicodemo, 2005).

Fósforo

O fósforo por ser o elemento mineral de maior custo nos programas de suplementações no Brasil, é o mais controverso e o que se tem mais foco de discussão.

A absorção real do fósforo de diferentes fontes foi estudada por Vitti et al. (1992), onde observou que, para ovinos, o fosfato bicálcico apresentou coeficiente de absorção de 62%, enquanto o super triplo, o monofosfato amônio e a farinha de ossos apresentaram, respectivamente, 70%, 59% e 67%. Nesse mesmo trabalho, fontes de fosfato de rocha apresentaram, 42%, 43% e 44%, respectivamente, para fosfato acidulado, fosfato de Patos e fosfato de Tapira.

Além de fontes de fósforo, o nível de fósforo na dieta interfere na absorção do elemento. Dietas deficientes em P apresentam maiores coeficientes de absorção (Nicodemo, 2005). As interações entre elementos também provocam alterações nos coeficientes de absorções dos minerais.

O fosfato bicálcico é a fonte de fósforo mais utilizada. Existem pequenas variações entre os fosfatos bicálcicos que valem ser comentadas. O fosfato bicálcico é obtido através do ácido ortofosfórico (ácido fosfórico), que por sua vez tem origem nas rochas fosfóricas. Assim, quanto mais pura for a rocha, maior a qualidade do ácido dela originado, uma vez que possui menor teor de contaminantes. É sabido que as rochas ígneas são mais puras que as metamórficas, que são mais puras que as Sedimentares.

O ácido ortofosfórico por sua vez, depois de desfluorizado, reage com calcário ou cal e dá origem ao fosfato bicálcico (ortofosfato bicálcico).

A reação química entre o ácido fosfórico e a fonte de cálcio ocorre em duas etapas quase que instantaneamente, neutraliza inicialmente o primeiro hidrogênio e, se tiver mais fonte de base (Ca^{++}) o segundo hidrogênio. Esta neutralização dos dois primeiros hidrogênios ocorre em pH ácido, já o terceiro ocorre em pH básico, sendo mais difícil de acontecer.

O fosfato bicálcico produzido via cal virgem é um produto, com pH variando do neutro para básico, apresentando acidez residual próximo de zero conforme resfriamento e cura do produto. Pode-se encontrar fosfatos bicálcicos assim produzido, com excesso de cal não reagida, ocasionando sérios transtornos de manuseio e podendo causar reações na mucosa da boca do animal.

Os produzidos via cal hidratada são produtos composto de 90% de fosfato bicálcico e 10% de fosfato monocálcico, com pH próximo ao neutro. Dependendo do teor de fósforo desejado no produto final as proporções iniciais podem ser alteradas para maior com o pH do produto final ácido. Alguns produtos com excesso de cal hidratada não reagida são encontrados com o pH bastante básico. Também apresenta dificuldade de manuseio, se tiver cal livre em excesso.

Os produzido via calcário são produtos compostos de 85% de fosfato bicálcico e 15% de fosfato monocálcico, com pH ácido (próximo a 6), que também, dependendo do teor de fósforo no produto final poderá alterar consideravelmente as proporções iniciais e o pH final sempre ácido. Todos os produtos obtidos desta maneira possuem calcário não reagido, que pode ser facilmente identificado pela adição de um ácido qualquer sobre o material decompondo o calcário gerando gás carbônico. Neste caso o excesso de calcário

não reagido não trás nenhum transtorno e ainda mantém o equilíbrio Mono/Bicálcico por muito mais tempo.

Não há trabalhos que comprovem maior ou menor biodisponibilidade do fósforo para os diferentes fosfatos bicálcicos produzidos no Brasil.

O monoamônio fosfato pode ser utilizado como fonte de fósforo, porém, devido à sua higroscopicidade, pode provocar problemas de manuseio no campo (mela e empedramento).

Os fosfatos de rocha não são possíveis de serem usados devido a imposição do nível mínimo de flúor nos suplementos, onde deve se manter uma relação menor que 90:1 para fósforo: flúor e, além disso não se permite mais que 2000 ppm de flúor no suplemento

Enxofre

O enxofre é um componente essencial das proteínas em vegetais e animais e seu teor está diretamente relacionado com o teor de proteína dos alimentos. É componente de aminoácidos como a metionina, cistina e cisteína, e também ocorre nos tecidos animais em várias formas de sulfato. Além disso, o enxofre faz parte das vitaminas biotina e tiamina.

A maior parte do enxofre absorvido é no intestino delgado e representa o enxofre que fora incorporada à proteína microbiana, sendo armazenado principalmente na forma de aminoácidos sulfurados.

As dietas deficientes em enxofre conduzem à redução da síntese de proteína microbiana, provocando subnutrição protéica, afetando o consumo de alimentos e, consequentemente, o ganho de peso. Os principais sinais de deficiência de enxofre são a anorexia, apatia, perda de peso, fraqueza e lacrimejação. Ocorre acúmulo de ácido lático no rúmen, sangue e urina.

As forrageiras tropicais, geralmente apresentam baixas concentrações de enxofre. Isso se deve à dois fatos: forragens com estádio avançado de maturidade e, consequente baixo teor de proteína e, onde os solos são pobres em enxofre. Um agravante, são as áreas de pastagens fertilizadas. A utilização de adubos mais concentrados, visando a redução de custos, tem contribuído para uma menor utilização de enxofre nas pastagens adubadas, proporcionando maiores deficiências na forragem e consequentemente nos bovinos.

Uma boa relação N/S seria de 14/1, portanto plantas com 10% de proteína teriam por volta de 0,12% de S. No entanto, mesmo plantas com mais de 10% de proteína os teores de S em pastagens de cerrado são menores que 0,10%. Desse modo, verifica-se que um animal adulto ingerindo 10 kg de matéria seca, consome menos de 10 gramas de S via forragem. Sua exigência é de 15 g, desse modo, teria que consumir por volta de 5 g de S através do sal mineral, isso significa consumo de 300 g de um produto com 1,5% de S (valor médio encontrado nos suplementos minerais). Esse consumo é praticamente impossível de ser atingido. Nesses caso a concentração ideal no suplemento mineral, seria entre 4 e 5% de enxofre.

Atenção especial deve ser dada à suplementação com enxofre em pastagens tropicais, pois poucos produtos comerciais contém concentração de enxofre maiores que 1%, alguns suplementos não possuem enxofre.

Há uma corrente técnica que dá atenção especial ao cálcio devido à formação de oxalatos. Compostos que fixam o cálcio e reduzem sua absorção pelos animais. Isso não é muito significativo. A formação de oxalatos é importante em poucas regiões e com plantas específicas, geralmente as do gênero setária e que estão em ambientes com fertilidade de solo desequilibrada. O cálcio do fosfato bicálcico (fonte de fósforo), já supriria as necessidades de cálcio. Além disso, no rúmen existem bactérias que degradam oxalatos, *Oxalobacter formigenes*. Essas bactérias são muito eficientes na degradação desses compostos, pois, devido o fato da degradação dos oxalatos em ácido fórmico e CO₂ gerarem pouca energia, elas necessitam degradar grandes quantidade de oxalatos para suprir suas exigências (Nicodemo, 2005).

Óxidos e sulfatos

No Brasil há uma restrição pelo uso de óxidos dando preferência para os sulfatos. Para alguns minerais os sulfatos apresentam maior biodisponibilidade que os óxidos, entretanto, para outros, como o caso do zinco, os sulfatos e óxidos apresentam a mesma eficiência (Tabela 5).

O uso de óxido facilita o manuseio do suplemento mineral, pois os sulfatos são mais higroscópicos que os óxidos, isso pode causar o empedramento dos suplementos.

A restrição de fontes de minerais via óxidos pode ser devido o fato de, em anos anteriores, haver altas contaminações de fontes metálicas nessas matérias-primas, as quais apresentam baixa biodisponibilidade. Atualmente tem-se disponível no mercado nacional boas fontes de óxido de zinco, principalmente.

Tabela 5 – Biodisponibilidade de diferentes fontes de minerais.

Mineral	Suplemento	Concentração mineral (%)	Biodisponibilidade Relativa (RV)	Mineral disponível (%)
Cálcio	Carbonato de Cálcio	38	100.00	38.00
	Farinha de ossos	24	110.00	26.40
	Cloreto Cálcio (dihidratado)	31	125.00	38.75
	Fosfato bicálcico	20	110.00	22.00
	Calcário	36	90.00	32.40
	Fosfato monocálcio	17	130.00	22.10
Cobalto	Sulfato de cobalto	21	100.00	21.00
	Óxido cobáltico	73	20.00	14.60
	Carbonato de cobalto	47	110.00	51.70
	Óxido de cobalto	70	55.00	38.50
Cobre	Sulfato cúprico	25	100.00	25.00
	Cobre EDTA	variável	95.00	variável
	Cobre lisina	variável	100.00	variável
	Cloreto cúprico	58	115.00	66.70
	Óxido cúprico	75	15.00	11.25
	Sulfito cúprico	66	25.00	16.50
	Acetato cuproso	51	100.00	51.00
Iodo	Iodeto de potássio	69	100.00	69.00
	Iodato de sódio	84	100.00	84.00
	Iodato de cálcio	64	95.00	60.80
Ferro	Sulfato ferroso heptahidratado	20	100.00	20.00
	Citrato férrico	variável	110.00	variável
	EDTA férrico	variável	95.00	variável
	Fitato férrico	variável	45.00	variável
	Carbonato ferroso	38	10.00	3.80
Magnésio	Sulfato de magnésio	20	100.00	20.00
	Acetato de magnésio	29	110.00	31.90
	Carbonato de magnésio	31	100.00	31.00
	Óxido de magnésio	55	100.00	55.00
Manganês	Sulfato de manganês	30	100.00	30.00
	Carbonato de manganês	46	30.00	13.80
	Dióxido de manganês	63	35.00	22.05
	Manganês metionina	variável	125.00	variável
	Monóxido de manganês	60	60.00	36.00

Fósforo	Fosfato de sódio	variável		
	Farinha de ossos	21	100.00	21.00
	Fosfato bicálcico	18	85.00	15.30
Selênio	Selenito de sódio	45	100.00	45.00
	Selenito de cobalto	variável	105.00	0.00
	Selênio metionina	variável	245.00	0.00
	Selênio levedura	variável	290.00	0.00
Sódio	Cloreto sódio	40	100.00	40.00
	Bicarbonato de sódio	27	95.00	25.65
Zinco	Sulfato de zinco	36	100.00	36.00
	Carbonato de zinco	56	60.00	33.60
	Óxido de zinco	72	100.00	72.00

Hale et al. (2001).

Novos minerais

Na formulação de minerais deve-se levar em consideração os novos minerais: cromo e molibdênio. Além desses; alumínio, níquel, arsênio, sílica, estanho e vanádio, são minerais que têm suas exigências provadas para animais de laboratório, porém não para ruminantes.

Embora, também o cromo e molibdênio não tenham suas exigências estabelecidas, vários programas têm incorporado esses em suas formulações, principalmente o cromo. O molibdênio apresenta alta concentrações nas forragens no Brasil (....RSBZ) e, aparentemente não necessita ser suprido. Além disso, deve se tomar cuidado em áreas de solos arenosos onde calagens recentes foram feitas, pois a calagem aumenta a disponibilidade de Mo e reduz a disponibilidade de cobre. Esse desequilíbrio pode causar problemas de intoxicação por Mo e deficiência severa de Cu pelos ruminantes, podendo provocar a morte de animais.

O cromo existe em boas quantidades nas dietas, pois está presente como contaminante em matérias-primas. O fosfato bicálcico é uma dessas matérias-primas que possui cromo.

A forma orgânica do cromo apresenta uma absorção de 10 a 15% do total ingerido contra 1 a 3% da forma inorgânica (Chang et al.,1992). A razão disso pode estar relacionada com a formação de óxidos de cromo insolúveis, interferência de outros elementos (zinco, ferro e vanádio) e baixa ou nenhuma conversão da forma inorgânica para

orgânica pela falta do ácido nicotínico. Durante o estresse, o metabolismo da glicose diminui devido ao aumento do cortisol no sangue. O cortisol preveni a entrada da glicose nos tecidos periféricos, resultando na elevação da glicose sanguínea e consequente mobilização de cromo, sendo este eliminado via urina.

A sugestão de exigência pelos animais é de 1 mg de cromo por 100 kg de PV, e presente na dieta na concentração de 0,5 mg de cromo por Kg de MS. O NRC (1989) recomenda ingestão máxima na dieta de 3000 mg/Kg para óxido de cromo e de 1000mg/Kg para cloreto de cromo.

Segundo Arthington et al. (1997), a suplementação com 3 mg de cromo/animal/dia não influenciou as taxas de ACTH (hormônio adrenocorticotrófico), cortisol e resposta imune de 12 bezerros inoculados com *Herpesvirus Bovino* tipo I. Kegley et al., (1997), não observaram efeitos positivos com a suplementação de cromo na influência da resposta imune nos animais inoculados com IBR, e não foram observadas diminuições do estresse nos animais que foram transportados a distância de 343 Km.

Em outro trabalho, Kegley et al., (1997) avaliaram o desempenho animal e o metabolismo da glicose na alimentação de bezerros holandeses com cromo nicotínico e cloreto de cromo com menos de 1 semana de idade. Foram observados diminuição da concentração de glicose sanguínea e um maior ganho de peso na suplementação com cromo nicotínico em alguns períodos do experimento, mas não tiveram efeito no experimento todo.

Para Mowat et al. (1993) a adição de cromo quelatado na suplementação de bezerros mostrou-se benéfica, diminuindo o estresse dos animais, em consequência da diminuição da glicose e cortisol sanguíneo.

Subiytno et al. (1996), também observaram diminuição de glicose e insulina no período pré-parto com suplementação de cromo. Assim como, Depew et al., (1998) avaliaram que a suplementação com tripicolinato de cromo diminuíram os níveis de glicose em novilhos e novilhas.

Peruca (20003), suplementou bezerros com cromo orgânico. Foi avaliado o efeito da suplementação de 1 mg de cromo orgânico/animal/dia via oral durante 132 dias, em 24 bezerros, divididos em 4 períodos submetidos ao estresse de insolação (sob exposição direta ao sol) e/ou estresse por transporte (100 km a cada 14 dias). Obteve resultados

satisfatórios de ganho de peso e diminuição de estresse no terceiro período do experimento. No quarto período os resultados foram dependentes das fontes de estresse as quais eram submetidos os animais. No experimento todo os resultados não foram satisfatórios.

Tabela 6 – Desempenho animal de bezerros suplementados ou não com cromo orgânico e submetidos à diferentes tipos de tratamentos.

TRATAMENTOS	Ganho de peso (kg/cabeça.dia)	
	Com cromo	Sem cromo
Animais expostos ao sol	0,49	0,47
Animais c/ acesso à sombra	0,64	0,55
Animais c/ acesso à sombra e transportados	0,62	0,56
Animais expostos ao sol e transportados	0,50	0,52

Adaptado de Peruca (2003).

Orgânicos

Minerais quelatados têm o apelo de uso de apresentarem uma eficiência de absorção maior, com isso poder-se-ia usar menores quantidades de determinados minerais. O menor uso de minerais com maior absorção reduziria a poluição ambiental e melhoraria o desempenho dos animais. Entretanto, os minerais quelatados ainda não tiveram suas eficácia comprovadas. Na maioria das vezes oneram demasiadamente o custo com suplementação sem retorno em desempenho animal.

São denominados quelatos os compostos formados por íons metálicos seqüestrados por aminoácidos, peptídeos ou complexos polissacarídeos que proporcionam a esses íons alta disponibilidade biológica, alta estabilidade e solubilidade.

Minerais sob a forma de sais inorgânicos são geralmente ionizados no estômago e absorvidos no duodeno, onde o pH ácido determina a sua solubilidade. Para a absorção são ligados à proteínas e incorporados pela membrana das células da mucosa intestinal (Ashmed, 1993). Por outro lado, os minerais quelatados são absorvidos no jejuno, atravessam as células da mucosa e passam diretamente para o plasma. A separação do aminoácido quelante dá-se no local onde o mineral metálico é utilizado (Ashmed, 1993).

De forma geral há vantagens em se usar minerais orgânicos, entretanto, fica uma dúvida que a pesquisa deve esclarecer. O uso de maiores quantidade de minerais inorgânicos, com menor biodisponibilidade, não seria suficiente para se atender as exigências dos animais?

A resposta para essa indagação seria que: “O uso de maiores quantidades de determinado mineral poderá reduzir a absorção de outro.” E não se poderia aumentar a concentração desse outro?

Parece que o único argumento de uso é relacionado à menores concentrações de minerais nas dietas dos animais com o objetivo de redução de contaminação ambiental. Será que isso é importante para países tropicais como o Brasil?

As dúvidas de uso de minerais orgânicos são devido o alto custo desses. A Tabela 7 apresenta a faixa de custo de algumas fontes de minerais orgânicos e inorgânicos.

Tabela 7- Custos unitários do elemento para diferentes fontes.

Elemento	Custo/kg do elemento	
	Orgânico	Inorgânico
Cálcio	107,00 – 226,00	
Magnésio	117,00 – 303,00	
Cobre	283,00 – 451,00	
Zinco	137,00 – 1096,00	
Manganês	183,00 – 3570,00	
Cromo	571,00 – 3169,00	

4. Uso de aditivos

Em muitos caso o suplemento mineral é a única forma de viabilizar o uso de aditivos via oral. É cada vez mais evidente o suplementos minerais ser usado como veículo desses aditivos, são eles:

- ionóforos
- probióticos

- inseticidas fisiológicos
- vermífugos
- hormônios
- homeopatias
- fitoterapias
- enzimas fibrolíticas

Os ionóforos, quando utilizados em dietas com alto teor de fibra, como as pastagens, aumentam o desempenho animal. Os trabalhos com monensina, o ionóforo mais estudado com ruminantes, indicam aumento de ganho de peso entre 50 e 100 g/cabeça/dia. Ocorre que a monensina apresenta problemas de falta de consumo adequado quando usada em altas concentrações (acima de 200 ppm), como é o caso de suplementos minerais. Os outros ionóforos (lasalocida, salinomicina etc.) precisam ser melhores testados em suplementos minerais.

Os probióticos, especificamente algumas estirpes de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) podem trazer benefícios quando ingeridos por animais em pastagens tropicais. O motivo de seu uso é o aumento de desempenho animal, na ordem de 50 g/cabeça/dia. O aumento do desempenho animal pode ser explicada pela promoção de um melhor ambiente ruminal, o que faz melhorar a digestão da fibra.

O diflubenzuron, inseticida fisiológico, é o princípio ativo de um produto comercial que vem sendo adicionado ao sal mineral para o controle da mosca-do-chifre. A sua eficácia é alta, pois o modo de ação (inibe a formação de quitina da larva da mosca-do-chifre) é comprovado. O diflubenzuron é adicionado ao suplemento mineral, após ingerido pelo animal passa pelo trato digestivo e é acumulado nas fezes onde irá atuar. As experiências de não resultado com o uso do produto, na maioria das vezes, se explica pelo não consumo adequado do suplemento mineral.

Alguns vermífugos estão sendo usados adicionados ao sal mineral com bons resultados. Porém, trabalhos com dosagem e tempo de fornecimento devem ser feitos. O maior problema que poderá ocorrer com o uso de vermífugos no suplemento mineral é quanto ao consumo irregular entre animais e ao longo dos dias. A recomendação desse produtos é de pouco tempo (alguns dias).

Progesterona tem sido testada para uso em suplemento mineral para auxílio em protocolos de inseminação artificial em tempo fixo. Os resultados são promissores, entretanto, como já discutido para o caso de vermífugos, a possível falta de resultado, certamente estará associado ao consumo errático de suplemento.

Homeopáticos e fitoterápicos tem sido largamente usados em nossa pecuária nos últimos anos, entretanto, o uso desses aditivos, com raras exceções não encontra respaldo científico.

Enzimas fibrolíticas adicionadas ao suplemento mineral tem um grande apelo de uso, pois, todas nossas pastagens possuem altos teores de fibra e, praticamente, todos nossos animais têm acesso ao suplemento mineral. Entretanto, ainda não podemos contar com um produto com resultados comprovados.