



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

FORMULAÇÃO DE PREMIX VITAMÍNICO E MINERAL PARA NÃO-RUMINANTES

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva¹

Resumo

Premixes ou pré-misturas são misturas complexas de vitaminas, microminerais, oligoelementos e outros aditivos alimentares que são incorporados em níveis entre 0,2 e 0,5% na ração composta. Geralmente, em cálculos de formulação de rações para espécies de interesse zootécnico, os premixes fazem parte do espaço reserva destinado para a adequação da ração conforme as exigências dietéticas dos animais. Os premixes são legalmente definidos como misturas de aditivos para rações ou mistura de um ou mais destes aditivos com matérias-primas usadas como veículos que não se destinam à alimentação direta dos animais (BRASIL, 2004). Os premixes são essenciais para alcançar a produtividade máxima para os animais de produção. Existem diferentes métodos empregados pelas empresas para a formulação e fabricação de premixes, entretanto, o conteúdo e método explanado será o básico para a elaboração manual e técnica das pré-misturas.

Palavras-chave: vitaminas, microingredientes, pré-misturas

Introdução

Os premixes são essenciais para o bom desempenho produtivo e reprodutivo das espécies não-ruminantes de interesse zootécnico como aves, equinos e suínos. Eles são uma mistura de microingredientes como vitaminas e microminerais que visam auxiliar a ajudar na sanidade e bem-estar dos animais durante o ciclo de vida produtivo. Durante o ciclo de produção, os animais enfrentam muito estresse devido ao intenso cronograma de produção, por exemplo o alto fornecimento de ração para aves e, como consequência, o alto desenvolvimento corpóreo e muscular, dos órgãos reprodutivos etc. Logo, essas vitaminas e microminerais são essenciais uma vez que participam de processos metabólicos, produção e síntese de hormônios, respostas fisiológicas etc.

A nutrição adequada requer rações compostas por macro e microingredientes, às vezes incorporados em quantidades muito pequenas (expressas em UI, ppm ou mg/kg de ração) como as vitaminas e os microminerais, por exemplo. Para garantir que esses microingredientes sejam incorporados aos macroingredientes de maneira homogênea, é necessário um processo de diluição intermediária por meio dos premixes. Esta pré-mistura é

¹ Técnico em Agropecuária pelo IFPE *Campus* Belo Jardim. Normalista pela EEFC. Acadêmico em Zootecnia pela UFRPE, Av. Dom Manuel de Medeiros, Bairro Dois Irmãos | Recife/PE | CEP 52171-900, emanuel.isaque@ufrpe.br



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

incorporada à ração em níveis entre 0,2 a 0,5% da composição total da ração animal; por exemplo, se o animal requer 1 kg de ração por dia entre 2 a 5 g será composta pelo premix. A formulação de premixes vitamínicos e minerais pode ser simples quando se empregam modelos matemáticos para a formulação, entretanto existem programas computacionais que formulam as pré-misturas de forma rápida e eficiente. A fabricação de pré-misturas exige uma tecnologia específica e muitas vezes é realizada por empresas especializadas.

Revisão de literatura

A Importância das vitaminas para animais não ruminantes

As vitaminas podem ser adquiridas individualmente ou através de misturas. As misturas no comércio podem ser unicamente de vitaminas, de vitaminas e minerais e, ainda, virem acompanhadas ou não de medicamentos. As vitaminas lipossolúveis necessitam de um estabilizante ou antioxidante. Os produtos postos à venda são estabilizados.

As vitaminas participam de inúmeras funções no organismo animal. A tabela 1 apresenta as principais funções das vitaminas no organismo dos animais de interesse zootécnico. A tabela 2 apresenta os principais sinais de deficiência das vitaminas segundo a espécie não ruminante.

A Importância dos microminerais para animais não ruminantes

Os microminerais, assim como os macrominerais, devem estar presentes no organismo animal para a manutenção das atividades fisiológicas do animal, bem como para a sanidade do mesmo. Apesar das quantidades diminutas, são essenciais para a reprodução, metabolismo e demais funções do corpo. Existem inúmeros microminerais essenciais aos animais, sendo o cobre (Cu), ferro (Fe), iodo (I), manganês (Mn), selênio (Se) e zinco (Zn) os mais importantes.

Vale salientar que alguns microminerais são facilmente encontrados nos ingredientes que compõem a ração dos animais, como ração à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo pode conter microminerais suficientes para o atendimento das exigências de um suíno na fase de terminação, por exemplo; sendo assim, não há necessidade de suplementação extra ou preocupação com balanceamento. Entretanto, em outros casos, os ingredientes da

ração podem não conter as exigências mínimas do animal, sendo necessário, portanto, a adição de um suplemento à dieta.

Os minerais participam de diversas funções no organismo dos animais. A tabela 3 apresenta as funções e as deficiências dos microminerais para as espécies não ruminantes de interesse zootécnico.

Formulação de premix vitamínico

Em geral, para a formulação de pré-misturas vitamínicas e minerais, ou ambas, é necessário seguir alguns passos imprescindíveis (figura 1).



Figura 1: Passos para a formulação de um premix mineral e vitamínico.

Deseja-se formular um suplemento vitamínico para poedeiras na fase de postura com concentração na ração de 0,5%.

1º Passo: determinação da concentração do premix para 1 kg de suplemento:

$$100 \text{ (porcentagem completa)} / 0,5\% \text{ de concentração} = 200 \text{ vezes em 1 kg}$$

2º Passo: determinar as exigências vitamínicas da categoria aves poedeiras em postura na literatura:

VITAMINA	EXIGÊNCIA em UI ou mg/kg de ração
A	9000
D ₃	2400

E	12
K ₃	2,16
B ₁	1,80
B ₂	4,80
B ₆	2,10
B ₁₂	0,016
Ácido Pantotênico	12
Niacina	30
Ácido Fólico	0,60
Biotina	0,06
Colina	270

Fonte: ROSTAGNO *et al.* (2017).

3º Passo: concentrar a exigência para 1 kg de premix, logo, é necessário multiplicar cada exigência pelo fator 200, encontrado no primeiro passo. Por exemplo: Vit. A = 9000 x 200 = 1.800.000 UI, e assim por diante:

VITAMINA	EXIGÊNCIA em UI ou mg/kg de ração	Multiplicar pelo fator 200	Exigência para 1 kg de premix
A (UI)	9000	X 200 =	1.800.000
D ₃ (UI)	2400	X 200 =	480.000
E (UI)	12	X 200 =	2.400
K ₃	2,16	X 200 =	432
B ₁	1,80	X 200 =	360
B ₂	4,80	X 200 =	960
B ₆	2,10	X 200 =	420
B ₁₂	0,016	X 200 =	3,2
Ácido Pantotênico	12	X 200 =	2.400
Niacina	30	X 200 =	6.000
Ácido Fólico	0,60	X 200 =	120
Biotina	0,06	X 200 =	12

Colina 270 X 200 = 54.000

4º Passo: devido a sua estabilidade ser afetada por fatores como temperatura, pH, luz etc., é necessário aumentar a exigência para 1 kg de premix em 10%, para isso basta multiplicar cada valor para 1 kg por 1,1. Por exemplo: Vit. A = 1.800.000 x 1,1 = 1.980.000, e assim por diante:

VITAMINA	EXIGÊNCIA em UI ou mg/kg de ração	Multiplicar pelo fator 200	Exigência para 1 kg de premix	10% a mais
A (UI)	9000	X 200 =	1.800.000 x 1,1 =	1.980.000
D ₃ (UI)	2400	X 200 =	480.000 x 1,1 =	528.000
E (UI)	12	X 200 =	2.400 x 1,1 =	2.640
K ₃	2,16	X 200 =	432 x 1,1 =	475,2
B ₁	1,80	X 200 =	360 x 1,1 =	396
B ₂	4,80	X 200 =	960 x 1,1 =	1056
B ₆	2,10	X 200 =	420 x 1,1 =	462
B ₁₂	0,016	X 200 =	3,2 x 1,1 =	3,52
Ácido Pantotênico	12	X 200 =	2.400 x 1,1 =	2.640
Niacina	30	X 200 =	6.000 x 1,1 =	6.600
Ácido Fólico	0,60	X 200 =	120 x 1,1 =	132
Biotina	0,06	X 200 =	12 x 1,1 =	13,2
Colina	270	X 200 =	54.000 x 1,1 =	59.400

5º Passo: transformar os 10% a mais das vitaminas em mg/kg para grama, para isso basta dividir cada valor de 10% a mais por 1000. Por exemplo: vitamina K₃ 10% a mais = 475,2 / 1000 = 0,4752 g/kg de premix, e assim por diante:

VITAMINA	10% a mais em mg/kg de premix	Exigência para g/kg de premix
A (UI)	1.980.000	UI
D ₃ (UI)	528.000	UI
E (UI)	2.640	UI

K ₃	475,2/1000 =	0,4752
B ₁	396/1000 =	0,396
B ₂	1056/1000 =	1,056
B ₆	462/1000 =	0,462
B ₁₂	3,52/1000 =	0,00352
Ácido Pantotênico	2.640/1000 =	2,64
Niacina	6.600/1000 =	6,6
Ácido Fólico	132/1000 =	0,132
Biotina	13,2/1000 =	0,0132
Colina	59.400/1000 =	59,4

6º Passo: determinar, através da literatura, a relação de fontes comerciais utilizadas para a fabricação dos suplementos vitamínicos e suas concentrações:

FONTES DE VITAMINAS		CONCENTRAÇÃO (UI ou %)
Vitamina	Fonte Comercial	
A	Rovimix A	500.000
D ₃	Rovimix D ₃	500.000
E	Rovimix E	500
K ₃	Menadiona Bissulfito	52
B ₁	Cloreto de Tiamina	91
B ₂	Riboflavina	97
B ₆	Cloridrato de Piridoxina	82
B ₁₂	Cianocobalamina	0,1
Ácido Pantotênico	Ácido Pantotênico	90
Niacina	Ácido Nicotínico	97
Ácido Fólico	Ácido Fólico	90
Biotina	BIOS II	2
Colina	Cloreto de Colina	52

Fonte: BERTECHINI (2012).

7º Passo: determinar quantidade de cada fonte comercial para suprir a exigência das poedeiras em postura:

Para as vitaminas em UI: Exigência de 10% a mais dividido pela concentração

Para as vitaminas em mg: 100 vezes a exigência em grama dividido pela concentração

a) Vitamina A:

$$\begin{aligned} 1 \text{ g de Rovimix A} & \text{-----} 500.000 \text{ UI} \\ X & \text{-----} 1.980.000 \text{ UI} \\ \mathbf{X = 3,96 \text{ g de Rovimix A}} \end{aligned}$$

b) Vitamina D₃:

$$\begin{aligned} 1 \text{ g de Rovimix D} & \text{-----} 500.000 \text{ UI} \\ X & \text{-----} 528.000 \text{ UI} \\ \mathbf{X = 1,06 \text{ g de Rovimix D}_3} \end{aligned}$$

c) Vitamina E:

$$\begin{aligned} 1 \text{ g de Rovimix E} & \text{-----} 500 \text{ UI} \\ X & \text{-----} 2.640 \text{ UI} \\ \mathbf{X = 5,28 \text{ g de Rovimix E}} \end{aligned}$$

d) Vitamina K₃:

$$\begin{aligned} 100 \text{ g de Menadiona B.} & \text{-----} 52 \text{ g de K}_3 \\ X & \text{-----} 0,4752 \\ \mathbf{X = 0,914 \text{ g de Menadiona Bissulfito}} \end{aligned}$$

e) Vitamina B₁:

$$\begin{aligned} 100 \text{ g de Cloreto de Tiamina} & \text{-----} 91 \text{ g de B}_1 \\ X & \text{-----} 0,396 \\ \mathbf{X = 0,44 \text{ g de Cloreto de Tiamina}} \end{aligned}$$

f) Vitamina B₂:

$$\begin{aligned} 100 \text{ g de Riboflavina} & \text{-----} 97 \text{ g de B}_2 \\ X & \text{-----} 1,056 \\ \mathbf{X = 1,09 \text{ g de Riboflavina}} \end{aligned}$$

g) Vitamina B₆:

$$\begin{aligned} 100 \text{ g de Cloridrato de P.} & \text{-----} 82 \text{ g de B}_6 \\ X & \text{-----} 0,462 \\ \mathbf{X = 0,56 \text{ g de Cloridrato de Piridoxina}} \end{aligned}$$

h) Vitamina B₁₂:

$$\begin{aligned} 100 \text{ g de Cianocobalamina} & \text{-----} 0,1 \text{ g de B}_{12} \\ X & \text{-----} 0,00352 \\ \mathbf{X = 3,52 \text{ g de Cianocobalamina}} \end{aligned}$$



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

i) Ácido Pantotênico:

$$100 \text{ g de Ácido P.} - - - - - 90 \text{ g de Ácido Pantotênico}$$

$$X - - - - - 2,64$$

$$\mathbf{X = 2,93 \text{ g de Ácido Pantotênico}}$$

j) Niacina:

$$100 \text{ g de Ácido N.} - - - - - 97 \text{ g de Niacina}$$

$$X - - - - - 6,6$$

$$\mathbf{X = 6,8 \text{ g de Ácido Nicotínico}}$$

k) Ácido Fólico:

$$100 \text{ g de Ácido F.} - - - - - 90 \text{ g de Ácido Fólico}$$

$$X - - - - - 0,132$$

$$\mathbf{X = 0,15 \text{ g de Ácido Fólico}}$$

l) Biotina:

$$100 \text{ g de BIOS II} - - - - - 2 \text{ g de Biotina}$$

$$X - - - - - 0,0132$$

$$\mathbf{X = 0,66 \text{ g de BIOS II}}$$

m) Colina:

$$100 \text{ g de Cloreto de C.} - - - - - 52 \text{ g de Colina}$$

$$X - - - - - 59,4$$

$$\mathbf{X = 114,2 \text{ g de Cloreto de Colina}}$$

8º Passo: montar uma tabela com a quantidade de cada fonte, somar as fontes e encontrar a quantidade de veículo que se deve utilizar:

FORMULAÇÃO FINAL PARA 1 Kg DE PREMIX	
Produto/Ingrediente	Quantidade (gramas)
Rovimix A	3,96
Rovimix D ₃	1,06
Rovimix E	5,28
Menadiona Bissulfito	0,914
Cloreto de Tiamina	0,44
Riboflavina	1,09
Cloridrato de Piridoxina	0,56
Cianocobalamina	3,52
Ácido Pantotênico	2,93
Ácido Nicotínico	6,8

Ácido Fólico	0,15
BIOS II	0,66
Cloreto de Colina	114,2
Soma das quantidades das fontes:	141,56
Veículo	858,44
TOTAL	1000

O veículo é milho ou farelo de soja, utilizados para dar volume e quantidade para a mistura de premix, o que facilita a mistura na máquina.

Formulação de premix mineral

A formulação de premix micromineral segue os parâmetros de cálculos do vitamínico, no entanto apresenta diferenças quanto aos passos.

Deseja-se formular um suplemento vitamínico para éguas com 450 kg de PV, consumo de ração de 10 k/dia e no primeiro semestre de gestação. A concentração do premix na ração é de 0,4%.

1º Passo: determinação das exigências microminerais dos animais e das fontes comerciais de microminerais disponíveis no mercado com a concentração:

MINERAL	EXIGÊNCIA (mg/kg)	FONTE COMERCIAL	CONCENTRAÇÃO (%)
Cu	9	Sulfato de Cobre	25
Fe	36	Sulfato Ferroso	20
Mn	36	Carbamato de Manganês	46,7
Se	0,09	Selenito de Sódio	45
Zn	36	Sulfato de Zinco	22,2
I	0,315	Iodato de Cálcio	62,8

Fonte: CINTRA (2016).

Fonte: BERTECHINI (2012).

2º Passo: determinação da concentração do premix para 1 kg de suplemento:

$$100 \text{ (porcentagem completa)} / 0,4\% \text{ de concentração} = 250 \text{ vezes em } 1 \text{ kg}$$

3º Passo: calcular a exigência em mg/kg de premix. Basta multiplicar cada micromineral pelo fator 250, encontrado no passo 2:

MINERAL	EXIGÊNCIA (mg/kg)	Fator de multiplicação	EXIGÊNCIA (mg/kg de premix)
Cu	9	x 250 =	2.250
Fe	36	x 250 =	9.000
Mn	36	x 250 =	9.000
Se	0,09	x 250 =	22,5
Zn	36	x 250 =	9.000
I	0,315	x 250 =	78,75

4º Passo: transformar a exigência em mg/kg de premix para g/kg de premix dividindo mg/kg de premix por 1000:

MINERAL	EXIGÊNCIA (mg/kg de premix)	EXIGÊNCIA (g/kg de premix)
Cu	2.250/1000 =	2,25
Fe	9.000/1000 =	9
Mn	9.000/1000 =	9
Se	22,5/1000 =	0,0225
Zn	9.000/1000 =	9
I	78,75/1000 =	0,07875

5º Passo: determinar a quantidade de cada fonte comercial para suprir a exigência de microminerais da égua gestante:

100 vezes a exigência dividido pela concentração da fonte

a) Cobre:

$$100 \text{ g de Sulfato de Cu} \text{ ----- } 25 \text{ g de Cu}$$

$$X \text{ ----- } 2,25$$

$$\mathbf{X = 9 \text{ g de Sulfato de Cobre}}$$

b) Ferro:

$$100 \text{ g de Sulfato de Fe} \text{ ----- } 20 \text{ g de Fe}$$

$$X \text{ ----- } 9$$

$$\mathbf{X = 45 \text{ g de Sulfato de Fe}}$$

c) Manganês:

$$100 \text{ g de Carbamato de Mn} \text{ ----- } 46,7 \text{ g de Mn}$$



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

X ----- 9

X = 19,27 g de Carbamato de Manganês

d) Selênio:

100 g de Selenito de Na ----- 45 g de Se

X ----- 0,0225

X = 0,05 g de Selenito de Sódio

e) Zinco:

100 g de Sulfato de Zn ----- 22,2 g de Zn

X ----- 9

X = 40,54 g de Sulfato de Zinco

f) Iodo:

100 g de Iodato de Ca ----- 62,8 g de I

X ----- 0,07875

X = 0,13 g de Iodato de Cálcio

6º Passo: montar uma tabela com a quantidade de cada fonte, somar e encontrar a quantidade de veículo que se deve utilizar:

FORMULAÇÃO FINAL PARA 1 Kg DE PREMIX	
Produto/Ingrediente	Quantidade (gramas)
Sulfato de Cobre	9
Sulfato Ferroso	45
Carbamato de Manganês	19,27
Selenito de Sódio	0,05
Sulfato de Zinco	40,54
Iodato de Cálcio	0,13
Soma das quantidades das fontes:	114
Veículo	886
TOTAL	1000

O veículo é milho ou farelo de soja, utilizados para dar volume e quantidade para a mistura de premix, o que facilita a mistura na máquina.

A formulação de premix também pode contemplar as vitaminas e os minerais, sendo estes misturados na máquina juntos. Quando se calcular o premix para vitaminas e



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

microminerais juntos, lembre-se que os valores das fontes não devem exceder 1000 g ou 1 kg, devendo, portanto, haver espaço para o veículo.

Tabela 1: Principais funções vitamínicas

VITAMINAS	FUNÇÕES GERAIS
A	Mecanismo do processo de visão. Manutenção da integridade das células epiteliais. Formação óssea. Fertilidade (reprodução), metabolismo celular e imunidade.
D ₃	Regulação da absorção intestinal e metabolismo do cálcio e fósforo. Anti-raquitismo. Imunidade.
E	Atua no metabolismo dos carboidratos. Atua no metabolismo muscular. Regula as reservas de glicogênio. Desenvolvimento e função das glândulas. Estimula a formação de anticorpos. Efeito antitóxico no metabolismo celular. Antioxidante biológico. Saúde, imunidade, qualidade da carne, ovos e leite.
K ₃	Atua no mecanismo complexo de coagulação sanguínea. Carboxilação proteica.
B ₁	Atua no metabolismo dos carboidratos (coenzima). Transmissão de estímulos nervosos.
B ₂	Metabolismo energético. Atua em inúmeros sistemas enzimáticos.
B ₆	Coenzima de transaminases para o metabolismo das proteínas.
B ₁₂	Envolvida síntese da metionina. Manutenção da integridade do sistema nervoso. Produção sanguínea e metabolismo proteico.
Ácid. Pantotênico	Manutenção da pele e mucosas, pigmentação do pelo e formação de anticorpos. Metabolismo energético. Participa de metabólitos envolvendo carboidratos, proteínas e gorduras.
Niacina	Metabolismo energético. Atividade metabólica. Síntese da rodopsina. São constituintes de 2 coenzimas (NAD e NADP).
Ácid. Fólico	Síntese de purinas (adenina e guanina). Síntese proteica. Carboidratos e metabolismo de ácidos nucleicos. Fertilidade.
Biotina	Metabolismo de carboidratos e lipídios. Qualidade da pele, pelo e chifres.
Colina	Componente estrutural dos tecidos (lecitina e esfingomiélin). Transmissão de impulsos nervosos (acetilcolina). Efeito lipotrópico. A metionina doa grupos metila para síntese de colina. Lecitina – absorção e transporte de gorduras no fígado. Esfingomiélin - metabolismo nervoso.

Fonte: ARAÚJO *et al.* (2019); BERTECHINI (2012); McDOWELL (2000).

Tabela 2: Sinais de deficiência vitamínica nas espécies não ruminantes

VITAMINAS	DEFICIÊNCIAS ESPECÍFICAS POR ESPÉCIE			
	AVES	COELHOS	EQUINOS	SUÍNOS
A	Anorexia. Incoordenação motora. Enfraquecimento geral. Acúmulo de uratos nos ureteres e túbulos renais. Aumento da mortalidade. Infecções secundárias (aves adultas). Cegueira noturna. ↓ na produção de ovos.	Retardo no crescimento. Lesões neurais. Ataxia. Paralisia espasmática. Xeroftalmia. Reprodução prejudicada. Falta de apetite. Elasticidade anormal do pulmão e da aorta associada com redução do conteúdo de elastina.	Queda na resistência orgânica. Distúrbios de fertilidade (morte embrionária). Casco quebradiço com aparecimento de fendas. Afeta a formação óssea. Cegueira noturna (tardia).	Redução da resistência a doenças (trato respiratório). Incoordenação motora, podendo chegar a ataxia total. Problemas reprodutivos (porcas). Cegueira noturna.
D₃	Redução no crescimento e raquitismo. Ossos e bicos moles. Nódulos na união costela em poedeiras. Ovos sem casca ou casca mole. Poedeiras reduzem a mobilidade e a produção de ovos. Hipertrofia da glândula paratireóide. Osteodistrofia.	Calcificação óssea prejudicada. Raquitismo nos animais em crescimento.	Raquitismo. Perda de apetite. ↓ mineralização do esqueleto e troca dental retardada em potros. Osteomalácia em animais velhos	Redução do crescimento. Engrossamento e rigidez das juntas provocando paralisia em leitões. Osteomalácia (desmineralização dos ossos, com redução da resistência óssea em adultos).
E	Ataxia. Curvamento do pescoço. Hemorragias e necroses no cérebro. Incoordenação. Contrações. Relaxamento rápido das pernas. Prostração e morte. Diátese exsudativa. Formação de edemas. Coloração verde azulada no peitoral da ave. Edema peitoral. Distrofia muscular. Degeneração das fibras musculares na região do peito. Erosão da moela. Problemas reprodutivos. ↓ eclodibilidade.	Distrofia muscular e morte dos recém-nascidos. Infertilidade nos reprodutores. Degeneração do esqueleto e músculo cardíaco. Fígado gorduroso.	Distúrbios de permeabilidade das membranas. Processos degenerativos no músculo. Depressão da resposta imunitária. Lipodistrofia em potros.	Distrofia muscular. Redução do crescimento. Andar rígido. Decúbito permanente. Hepatose dietética. Microangiopatia dietética.

K₃	<p>↓ densidade mineral óssea. Fraturas ósseas. Hemorragias gerais. Mortalidade embrionária aos 18 dias. Hemorragia intramuscular e subcutânea.</p>	<p>Abortos e hemorragias, embora não seja comum a deficiência.</p>	<p>↓ do tempo de coagulação. perda Aumento de sangramento pós-cirúrgico. Epistaxe. Hematomas subcutâneos. Hemorragias articulares. Sangramento renal e gastrointestinal e, eventualmente, hemorragia interna.</p>	<p>Suínos recém-pálidos com sangue pelo cordão umbilical. Morte súbita subsequente à ingestão de dicumarina. Aumento do tempo de protrombina. Aumento do tempo de coagulação. Sangramento interno. Anemia causada pela perda de sangue.</p>
B₁	<p>Atraso no crescimento. Polineurites. Baixa taxa respiratória.</p>	<p>Anorexia. Falta de apetite. Paralisia muscular.</p>	<p>Paralisia alimentar. Animal nervoso (assustado). Incoordenação motora e manqueira. Coprofagia.</p>	<p>Baixo crescimento. Cianose (cor azulada por má oxigenação). Coração dilatado. Temperatura subnormal</p>
B₂	<p>Diarreias. Baixo crescimento. Paralisia dos dedos curvos. Pico de mortalidade no meio do período de incubação.</p>	<p>Pior conversão alimentar. Baixo crescimento.</p>	<p>Conjuntivite. Lacrimejamento. Baixa conversão alimentar. Retardo no crescimento. Pelos ásperos e secos. Dermatite. Fraqueza muscular dos membros posteriores. Anemia. Diarreia. Anestro. Mortalidade embrionária precoce. Hipoplasia testicular.</p>	<p>Baixo crescimento. Problemas reprodutivos. Distúrbios no TGI. Dermatite seca e escamosa. Visão danificada (cataratas e opacidade do cristalino).</p>
B₆	<p>Baixo peso. Baixo crescimento. Convulsões. Edema nas pálpebras. Erosão da moela.</p>	<p>Dermatite. Sinais neurológicos.</p>	<p>Redução da taxa de crescimento. Fraqueza muscular. Alopecia. Dermatite. Anemia. Redução da imunidade.</p>	<p>Baixo crescimento. Convulsões. Distúrbios no TGI. Dermatite em volta dos olhos e focinho.</p>

B₁₂	Baixo crescimento. Baixa eficiência. Queda na fertilidade dos ovos. Perose. Encurtamento do bico.	Anemia perniciosa.	Não se constatou ainda nenhuma ocorrência clínica de deficiência de B ₁₂ em equinos.	Baixo crescimento. Pelos eriçados. Anemia. Redução do tamanho e peso dos leitões.
Ácid. Pantotênico	↓ crescimento. Lesões no bico, pálpebras e pés. Hemorragia subcutânea. Empenamento anormal. ↓ eclosão dos ovos.	Carência raramente demonstrada.	Retardo no crescimento. Dermatite. Pelame áspero. Neurite. Úlceras gastrintestinais, com vômitos e diarreia. Mau desempenho reprodutivo e do sistema imune.	Passo de Ganso. Exsudato de cor castanha em volta dos olhos. Distúrbios no aparelho digestivo. Problemas reprodutivos. Distúrbios na glândula adrenal. Anemia.
Niacina	Baixo crescimento. Rigidez das juntas. Curvamento das pernas semelhante a perose (sem deslocamento do tendão). Inflamações à nível do bico.	Redução no consumo. Perda de peso. Diarreia.	Perda de apetite. Redução no crescimento. Fraqueza muscular. Pelame áspero. Vômito. Diarreia. Dermatite. Anemia. Paralisia posterior. Irritabilidade e emaciação.	Baixo crescimento. Dermatite. Problemas digestivos.
Ácid. Fólico	↓ crescimento . Perose. Anemia. Empenamento anormal. Alta mortalidade no final do período de incubação.	-	Prejudica a síntese de DNA na formação celular. Leucopenia. Anemia. ↓ taxa de crescimento. Diarreia.	↓ crescimento. Anemia. Problemas reprodutivos. ↓ síntese e secreção do leite nas porcas em lactação.
Biotina	Dermatite. Deformação óssea das pernas e crânio. Membrana entre os dedos dos pés.	Dermatite. Perda de peso.	↓ taxa de crescimento. Dermatose não pruriginosa descamativa. Fraqueza. Depressão. Queda do desempenho reprodutivo. Diarreia. Anorexia. Perda de peso. Cascos moles. Anemia.	Dermatite nas orelhas, pescoço e dorso. Lesões dérmicas. Perda de pelos. Fissuras nas patas. ↓ crescimento. Falhas na reprodução. Espasmos nas pernas traseiras. Pododermatites e claudicação.

Colina	↓ crescimento. Fígado gorduroso. Perose. Pontos hemorrágicos.	Baixo crescimento. Degeneração da gordura no fígado. Cirrose. Distrofia muscular.	Fígado gorduroso. Cirrose hepática. Atrofia do timo. ↓ taxa de crescimento. ↓ taxa de reprodução. Lesões renais hemorrágicas.	↓ crescimento. Membros traseiro abertos. Infiltração de gordura no fígado. Rigidez das juntas. ↓ sobrevivência dos leitões. Peso anormal à desmama.
---------------	---	---	---	---

Fonte: BERTECHINI (2012); CHEEKE (1987); CINTRA (2016); McDOWELL (2000); NRC (2007).

Tabela 3: Principais funções e deficiências de microminerais nos animais não ruminantes

MICROMINERAL	FUNÇÕES GERAIS	SINAIS DE DEFICIÊNCIAS GERAIS E ESPECÍFICOS DA ESPÉCIE
Cu	Participa indiretamente na síntese da hemoglobina, através da ativação da ferroxidase, mantendo os níveis de ferro no plasma. Participa na respiração celular. Essencial na formação óssea. Essencial na manutenção da mielina do SNC. Envolvido na síntese de queratina, principal componente do pelo. É componente de diversas enzimas que desempenham funções oxidativas. Fundamental para a manutenção da musculatura cardíaca.	Anemia. Crescimento retardado do osso, afetando a calcificação dos ossos (osteoblastos). Despigmentação do pelo e peles. Ataxia enzoótica em suínos (dorso curvado), devido à desmielinização da área do dorso (membro posterior fica paralisado). Poedeiras reduzem a produção de ovos e sua eclodibilidade. Em coelhos sua deficiência causa anemia, redução da quantidade de pelos (alopecia) e degeneração da pele. Em éguas pode levar a ruptura da artéria uterina no pré-parto. Em equinos pode causar diarreias. Em suínos também pode haver hipertrofia cardíaca.
Fe	Na molécula de hemoglobina (confere a cor vermelha ao sangue). Mioglobina → transporte de O ₂ (respiração). Participa de coenzimas e enzimas - Participa de produtos (ovo = 1 a 1,5 mg de Fe; leite = 1 a 1,2 mg/L). O Fe é um componente essencial de proteínas e enzimas envolvidas no transporte e armazenamento de O ₂ , transporte de elétrons e geração de energia, funções antioxidantes e pró-oxidantes benéficas e síntese de DNA.	Anemia hipocrômica microcítica – hipocrômica em função do índice de cor (concentração de hemoglobina) e microcítica em função do tamanho da hemácia. Diarreia. Aumento dos movimentos respiratórios. Taquicardia. Em coelhos a anemia não é frequente. Os leitões podem morrer devido a baixa reserva corporal de Fe se não houver suplementação logo na 1ª semana. Crescimento deficiente. Pelagem áspera. Palidez. Anóxia. Coração e baço aumentados. Fígado gorduroso aumentado. Ascite. Aglomeração de células eritroblásticas na medula óssea.
I	Integrante dos hormônios da tireóide, que controlam o metabolismo. A tiroxina regula o hipotálamo e a hipófise. Atua no crescimento, no desenvolvimento e na maturação física e	Bócio – hipertrofia da glândula tireóide, para manter os níveis de tiroxina no sangue. Leitões – ausência de cerdas, edema, pele grossa e pescoço intumescido. Em coelhos causa transtornos

	<p>mental do indivíduo; na manutenção do metabolismo basal e na produção de calor pelo indivíduo; estimula o crescimento e o desenvolvimento do esqueleto por meio do estímulo à produção de hormônio do crescimento.</p>	<p>reprodutivos. Pode ainda causar pelame opaco, alopecia, espessamento cutâneo, diminuição do crescimento, problemas de calcificação óssea, letargia, inapetência, intolerância ao frio e hipotermia.</p>
Mn	<p>Essencial para o desenvolvimento da matriz orgânica óssea. Ativador de várias enzimas (arginase, fosfatase, tiaminase, desoxiribonuclease, enolase, glicosiltransferase). Essencial para a reprodução e funcionamento normal do SNC. Participa no metabolismo de proteínas, lipídeos e carboidratos e está envolvido na gliconeogênese. É indispensável à fertilidade, e sua deficiência leva a casos de aborto e redução da fertilidade.</p>	<p>Perose em aves. Encurtamento e má formação dos ossos das pernas, provocando arqueamento e rigidez óssea. Os suínos ficam com patas curtas e curvas. Em poedeiras e matrizes reprodutoras reduz a produção de ovos e eclodibilidade. Problemas na fertilidade de éguas e garanhões. Claudicação em suínos em crescimento. Aumento do depósito de gordura em marrãs gestantes, com nascimento de leitões fracos com falta de equilíbrio.</p>
Se	<p>Está associado à vitamina E, que tem a função orgânica de evitar a oxidação dos tecidos, mantendo a integridade da parede celular. O Se através da ativação da glutathione peroxidase, destrói os peróxidos formados, recuperando as membranas. Com os eritrócitos, reduz o risco de hemólise. Nos capilares, evita as micro-hemorragias e os edemas. Nos músculos, contribui para evitar a degeneração muscular no caso de estresse oxidativo.</p>	<p>Distrofia muscular (degeneração dos músculos), sendo nas aves associada a diátese exudativa, especialmente os músculos peitorais. Problemas reprodutivos. Pode causar miopatias com degradação da musculatura lisa, cardíaca e esquelética. Em equinos pode haver diminuição da imunidade, diminuição do crescimento, inquietação, rigidez muscular, dificuldade de amamentação, dispneia, edema pulmonar e elevação das frequências cardíaca e respiratória.</p>
Zn	<p>Participa de vários sistemas enzimáticos (anidrase carbônica, desidrogenases, peptidases, fosfatases). Envolvido em todo o processo de multiplicação celular. Possui papel vital na biossíntese de ácidos nucleicos, polimerases de RNA e DNA, metabolismo hormonal, resposta imune e estabilização de ribossomos e membranas. Participa do processo de metabolismo das proteínas e carboidratos e está intimamente ligado à integridade dos tegumentos. Atua no processo de calcificação dos ossos e age na síntese da vitamina A, mobilizando--a do fígado para a corrente sanguínea. É constituinte da insulina, beneficiando sua ação hipoglicêmica.</p>	<p>Paraqueratose (suínos) - hiperqueratinização que se inicia ao redor dos olhos e extremidades das patas, que atinge estágios de rachaduras na pele e cascos, debilitando os animais. Problemas reprodutivos. Baixo desempenho. Emplumagem pobre. Letargia. Diarreia. Em coelhos pode causar infertilidade, problemas tegumentares e de pelame e perda de apetite. Em equinos causa diminuição do consumo alimentar, com conseqüente queda de desempenho, e a diminuição do crescimento em potros.</p>

Fonte: ARAÚJO *et al.* (2019); CINTRA (2016); SUTTLE (2022).

Referências bibliográficas

ARAÚJO, L. F. *et al.* Vitaminas na nutrição animal. *In.* ARAÚJO, L. F.; ZANETTI, M. A. (Eds.). **Nutrição animal**. 1 ed. Barueri: Manole, 2019.

BRASIL. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 01 dez. 2004.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 2 ed. Lavras: Editora UFLA, 2012.

CINTRA, A. G. **Alimentação equina**. 1 ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016.

DA SILVA, E. I. C. **Formulação de premix vitamínico e mineral**. 3tres3. Disponível em: <https://www.3tres3.com.br/formulação-premix-vitaminico-mineral-emanuel>. Acesso em: 14 de maio de 2023.

CHEEKE, P. R. **Rabbit feeding and nutrition**. 1 ed. Londres: Academic Press, 1987.

McDOWELL, L. R. **Vitamins in animal and human nutrition**. 2 ed. Ames: Iowa State University Press, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of horses**. 6 ed. rev. Washington. D. C.: National Academy Press, 2007.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4 ed. Viçosa: UFV, 2017.

SUTTLE, N. F. **Mineral nutrition of livestock**. 5 ed. Boston: CAB International, 2022.