

Minerales

Curso Nutrición Animal 2010. M. Cristina Cabrera

1

**Macrominerales y microminerales.
Funciones y utilización de los minerales en animales de producción**

**Requerimientos
Deficiencias , toxicidad y polución**

**Minerales en los alimentos
Suplementación y suplementos**

2

Que son los minerales ?

- Los minerales dietarios son elementos químicos requeridos por los organismos vivos distintos de los 4 elementos (O;C;H;N) presentes en moléculas orgánicas .
- Nutriente mineral
- Son necesarios para funciones biológicas sistémicas y estructurales

3

Un poco de historia...macrominerales

- 23 - 79 – Virgil y Pliny recomiendan sal para la que las vacas den leche
- 1748 – Gahn descubre la presencia de fósforo en los huesos
- 1784 – Scheele descubre la presencia de azufre en las proteínas
- 1847 – Boussingault hace la primera experiencia sobre los requerimientos de sal en los bovinos
- 1930-2000 La investigación aporta elementos para comprender en parte los diversos roles de los minerales en el organismo

Un poco de historia Minerales traza

- Hasta 1950 sólo 6 elementos traza fueron identificados como nutricionalmente esenciales (Fe, I, Cu, Mn, Zn y Co).
- En 1957, el Se se agrega a la lista.
- Hasta hoy otros 8 elementos –B, Cr, Li, Mo, Ni, Si, Sn, Va- son considerados ocasionalmente benéficos ó condicionalmente esenciales.
- Seis elementos —Al, As, Cd, F, Pb, Hg- son considerados esencialmente tóxicos.
- Hay controversia si el As y F podrían ser clasificados como condicionalmente esenciales ó simplemente como tóxicos.
- Es claro que el Cu, I, Fe, Mn, Se y Zn son absolutamente esenciales para los animales domésticos y tienen la mayor significancia práctica.
- El Co es requerido por todas las especies como constituyente de la vitamina B12.

5

Esencialidad de los minerales

- La carencia en la dieta provoca perturbaciones específicas relacionadas al elemento faltante.
- La suplementación del elemento puede revertir la perturbación.
- La concentración en el plasma se mantiene constante por sistemas de regulación muy ajustados

6

Esencialidad de los minerales

- En 1981 el Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S) y el Mn, I, Fe, Co, Cu, Zn, Se, Mo, Cr, V, Sn, F, Si, Ni, As) se definen como ESENCIALES .
- Para los más nuevos la esencialidad se determinó en base a efectos observados en el crecimiento de animales de laboratorio en condiciones altamente especializadas.
- Que relación con las especies productivas??
- Para el Se ya se ha demostrado.

7

Minerales esenciales

- Ca, P, Mg, Na, K, S y Cl, se requieren en grandes cantidades (%)
- Mn, Fe, Se, Co, Cu, Mo, I, Zn se requieren en cantidades pequeñas (ppm)
- Li, B, F, Si, Va, Ni, Cr, potencialmente esenciales

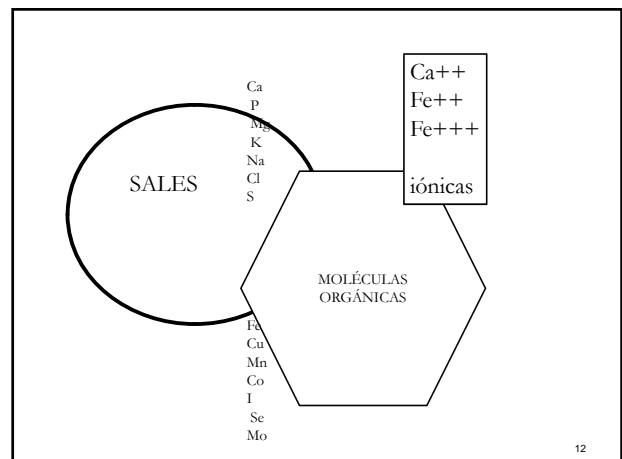
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La *	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac **	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							
Lantánidos *		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
Actinoides **		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

4 Elementos orgánicos básicos	Macro	Traza esenciales	No identificada la función biológica
-------------------------------	-------	------------------	--------------------------------------

Minerales no esenciales

- Otra categoría de elementos traza como el cadmio (Cd), mercurio (Hg), arsénico (As) y plomo (Pb) no están asociados a la fisiología normal ó a estructuras funcionales de los humanos ó animales de producción y su presencia en la cadena alimentaria presenta riesgos que comprometen la salud humana y animal.

Ca, P, Mg, K, Na, Cl, S	Macrominerales Se requieren en grandes cantidades (%) Forman parte de la estructura ó son elementos ácido-base
Microminerales <0.001% en el cuerpo Requerimientos <100 mg/kg de alimento. *Se requieren en pequeñas cantidades (ppm) *Son activadores o forman parte de una enzima	Cu, Fe, Mn, Se, Zn, I, Mo, Co,
As, Cr, Mo, Si, Fl, Va	Minerales de función Pueden mejorar el crecimiento pero no son un activador enzimático requerido
Contaminantes ó elementos radioactivos (algunas regiones geográficas, residuos industriales)	Cd, Pb, Hg, As, Se, Mo,



12

Particularidades de los minerales

I. Reemplazo por intercambio molecular

Sr/Ca As/P Cs/K

II: Absorción intestinal

El Ca es absorbido en la pared intestinal, juntamente con el Sr, Cs, y con el K

III. Quelación

Ca-Mg-fitato provocan deficiencias de Zn

IV. Dilución

Cs radioactivo es removido por exceso de K

Sr radioactivo es removido por exceso de Ca

13

FUNCIONES DE LOS MINERALES

Función plástica y estructural: rol de soporte y mecánico del hueso, resistencia a la torción, resistencia al golpe y a la tensión.

Función en músculos, células sanguíneas, órganos internos y enzimas.

Función sistémica en equilibrio ácido-base. Homeostasis.

Función de hormonas, metalo enzimas, vitaminas.

14

Ciertas funciones están localizadas

A nivel tisular: Funciones metabólicas: hormona tiroidea
Funciones estructurales: huesos

A nivel de compuestos: Bioactividad de la Vitamina B12

A nivel ruminal:

- Función tampón y Presión osmótica
- Tasa de dilución (aumenta proteosíntesis bacteriana)
- Componentes celulares de microorganismos
- Activadores enzimas en microorganismos

15

Algunos tejidos, órganos y compuestos acumulan minerales específicos

Ej:

– Hueso (acumula la mayoría del Ca, P, Mg)

– Tiroides (acumula el 80% del I corporal)

– Vit B12 (contiene la mayoría del Co)

Pero se mantienen constantes en el plasma

-hay un pool mineral en plasma que debe mantenerse en límites estrechos de concentración para no afectar negativamente la salud y producción

16

Función/grupo de minerales

Estructurales (huesos, dientes): Ca, P, Mg, S,

Electrolitos:

Na/K, presión osmótica

Na, K, Clequilibrio ácido básico

Permeabilidad membrana celular: Ca,P, Mg, Na, K, Cl

Función neuromuscular: Ca, Mg

Energía: P

Transporte oxígeno: Fe en hemoglobina

17

Cofactores para enzimas:

Citocromo (Fe)

Ceruloplasmina (Cu)

Glutation peroxidasa (Se)

Superoxido dismutasa (Zn)

• Componentes de hormonas:

T3, T4 (I)

Insulina (S)

• Componentes de vitaminas:

Vit. B12 (Co)

• Componentes de aminoácidos:

Cistina, Cisteína (S)

18

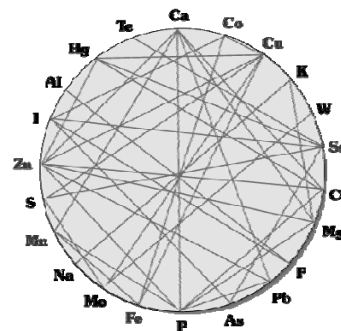
Microorganismo del rumen y flora TGI

S, K, P, Mg, Fe, Zn, Mo,
Co, Na, Cl, Ca

19

Interacción de los Minerales

Miller, 1979



Ejemplos de interacción negativa

Altos niveles de Mo y S bajan absorción del Cu;

Altos niveles de Fe bajan absorción del Zn, Cu
y Mn;

Altos niveles de Ca reducen absorción de Zn .

Absorción de Fe requiere del Cu

21

CARENCIAS

- Ca
- P
- Mg
- Cl
- Na

ESQUELETO
FUNCIONAMIENTO ORGANISMO
NIVEL PERFORMANCE

LECHE
HUEVOS
CAMADA

22

SUBCARENCIAS oligo

BAJA CONSUMO
BAJA RESISTENCIA A ENFERMEDADES
BAJA FECUNDIDAD Y PRODUCCION
CONSECUENCIAS ECONOMICAS



23

TOXICIDAD

Cu

Se

Mo

ALTERACION ESQUELETO
BAJA ABSORCION
INTESTINO
BAJA CALIDAD DE LECHE-
CALOSTRO
MORTALIDAD

24

Calcio


Estructura:
99% huesos y dientes
Fluido extracelular e intracelular 1%

Funciones:
Contracción muscular
Impulsos nerviosos
HCl
Anhidrasa carbónica
Hormonas

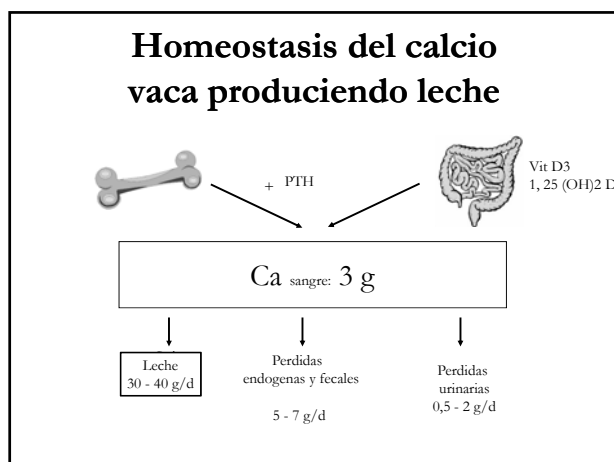
DEFICIENCIAS

Animal joven :
Fracturas espontáneas.
Articulaciones aumentadas en tamaño, blandas, aumento epifisis
Diáfisis arqueadas.
Bajo crecimiento del hueso
Miembros rígidos
Abultamientos en las articulaciones

Animal adulto:
Osteomalacia
Osteoporosis
Fiebre de la leche
Cáscara huevo fina



25



La eficiencia de absorción baja a mayor cantidad de Ca dieta

- Relación Ca:P 1-2:1
- Exceso P anula esta relación
- Exceso Mg disminuye absorción
- pH afecta intestinal o ruminal afecta la forma soluble del Ca

27

FOSFORO

Estructura
80-85% huesos y dientes
15-20 % intracelular y tejidos

Fosfolípidos
Saliva en rumiantes(tampón)
Energía (ADP, ATP)
Acido-base, PO4
Presión osmótica

Deficiencias

Común en pastoreo leguminosas (altas en Ca pobres en P)
Sequías
Importante ganado de carne
Raquitismo, osteomalacia
Pica
Baja reproducción y crecimiento
Baja producción leche

Fe, Al, Mg precipitan fosfatos insolubles en intestino.

Exceso de Cu y Mo interfieren en la absorción.

Parasitismo disminuye P del plasma (ostertagia)

28

Toxicidad animal-ambiente

Altos niveles P provoca cálculos renales

Altos niveles de P aumentan la excreción al ambiente
Eutrofización de aguas

29

Magnesio


Estructura
65-70 % hueso y dientes

Actividad neuromuscular
Enzimas
Membranas celulares

80 % absorbe en rumen con proceso activo de acople al Na+
La máxima absorción requiere energía y Na dieta

Deficiencias
Contracción muscular, temblores, estrés
Animales de alta producción
Sistemas intensivos
Con alto K y proteínas de alta degradabilidad

Tetania de las pasturas



30

Mg Pasturas ricas en K

***Mayor sitio de absorción de Mg es el rumen**

***El Mg se absorbe por diferencia de potencial aún a concentraciones muy bajas pero requiere el Mg en solución en el fluido ruminal por dos mecanismos:**

a) Mecanismo dependiente del K+

b) Mecanismo independiente del K+, transporte pasivo que funciona a alta concentración de Mg en rumen

El K de la pastura depolariza la membrana apical del epitelio ruminal reduciendo el gradiente eléctrico que permite conducir el Mg a través de la pared, afecta mecanismo a)

Martens and Kasebieter 1983

Agregando Mg a la dieta actúa sobre el mecanismo b

0.35 - 0.4 % Mg de la dieta

31

POTASIO

Acido-base

Catión intracelular

Excitabilidad nerviosa y muscular

Metabolismo carbohidratos

Absorción rumen e Intestino delgado

Deficiencias

Forrajes con alto contenido de K
Dietas altas en energía
Granos oleaginosas

Letargia con coma y muerte

A pastoreo no es necesario suplementar
En feed lot si

32

Na y Cl

Equilibrio hídrico
Presión osmótica
Acido-base
Na+: catión Bomba de sodio
Absorción de azúcares y aminoácidos
Cl- : anión secreción HCl

Mineral más suplementado

Varia entre especies

Aves: 0.3 %

Cerdos: 0.25-0.5 %

Caballos: altos requerimientos por la transpiración

Deficiencias

Apetito específico sal
Emaciación

Toxicidad

Monogástricos a > 8 %

33

Azufre

Estructuras de función

Proteínas con azufre

Biotina, tiamina

Insulina

Cartílagos

Huesos

Tendones

Deficiencias

Reducción microorganismos rumen
Síntesis proteína microbiana reducida.
Predominan los que no utilizan lactatos.
Aumentan lactatos (semeja acidosis).
Apetito reducido.
Pérdida de peso.
Debilidad.
Salivación excesiva.
Lagrimo.
Emaciación.
Baja producción láctea.
Fertilidad disminuida.

34

Requerimientos especiales de S

Requerimientos de S es de unos 10 g/día

Agua bebida vacas toleran hasta 4 g/l de sulfato

Novillos hasta 2,5 g/l sin mucho calor.

Ca atenúa efecto sulfatos. (1 Ca:1,5 sulfato)

Con urea: N 10:S 1 (3 g S en polvo cada 100 g urea)

Importante cuando se usan fuentes de N no proteicas

Feedlot

35

Cobre

- Metabolismo del hierro.
- Respiración celular.
- Integración del tejido conectivo.
- Formación del sistema nervioso.
- Reproducción.
- Sistema inmune
- Síntesis de Hemoglobina

Deficiencias

Por alto contenidos de Mo ó S

Lesiones en hígado ovinos
Despigmentación pelo
Pérdida de lana
Parálisis de cuarto trasero cerdos
Baja performance reproductores

36

Toxicidad

Especie

Rumiantes más sensibles
ovino>caprino>bovino

Raza

Ovina : Suffolk y Texel
Perros : Bedlington terrier

Edad

Jóvenes más sensibles

Estado nutricional

Carencias Fe, Ca, Zn, Mo

Salud

Parasitismo

Toxicidad

Cuadro 5.- Concentraciones máximas legales y tóxicas de microminerales con riesgo de inducir toxicidad en rumiantes.

	Máximo límite legal	Concentraciones tóxicas
E1 Fe	750 ppm	500-1000 ppm
E2 I	10 ppm	8-50 ppm
E3 Co	2 ppm	30 ppm
E4 Cu	Ovinos: 15 ppm	Bovinos: 40-100 ppm
	Bovinos: 25 ppm	Terneros: 30 ppm
	prerumiantes: 15 ppm	Ovino: 8 ppm ya puede ser tóxico
	Otras especies: 25 ppm	Corderos son más sensibles: 38-40 mg/d durante 16-20 semanas pueden ser tóxicas.
E5 Mn	150 ppm	Bovinos: 500-1000 ppm
E6 Zn	150 ppm	Bovinos: 300-1000 ppm
		Terneros: 250 ppm
E7 Mo	2,5 ppm	Bovinos: 3-10 ppm
E8 Se	0,5 ppm	Bovinos
		Crónica: 3-40 ppm Aguda: 20 mg/kg peso vivo

Origen del Cu en la dieta

Complementos minerales / vitamínicos

Producto bovino ó porcino dado a ovinos

Aliment0 completo bovino dado a ovinos

Pastura contaminada ó crecida en campos tratados con efluentes de cerdos o aves

Pastura contaminada fungicidas

CuSO₄

Suelos viñas convertidos a praderas ovejas

Selenio

GPx

Vitamina E

Estado de salud

Calidad del calostro

Calidad de carne

Deficiencias

Músculo blanco

- Distrofia muscular nutricional
- Músculo blanco por depósito de sales de Ca-P
- Dificultad para contraer sus musculos
- Alta mortandad



40

Requerimientos especiales Se

- Calostro: la composición es dependiente del Se y GPx
- Carne : formación del músculo en ganado de masa muscular desarrollada

41

Esencialidad vs toxicidad Se

- Deficiencias pueden aparecer a menos de 0.1 ppm MS
- Toxicidad tiene un margen superior de 0.5 ppm MS
- 5 ppm es alta toxicidad
- Pezuñas y cascos alargados, pérdida de la cola y crin caballo, dificultad de caminar, terneros nacen con pezuñas deformadas

42

Contenido en pasturas

Valores normales en forrajes 0.1 ppm

Pasturas seleníferas tienen más de 5 a 20 ppm

Límite máximo tolerable: 2 mg/kg MS

43

Requerimientos minerales

Método factorial:

Suma de los requerimientos estimados para las actividades fisiológicas, dividida por el coeficiente de absorción:

Σ (Mantenimiento basado en peso vivo + Crecimiento + Preñez + Producción de leche + (contenido en la leche) + Pérdidas endógenas + en heces y orina + Requerimientos de población microbiana) / Coef. Absorción

44

REQUERIMIENTOS MINERALES

Ejemplo para el P

Cantidad de P en leche y ganancia de peso puede determinarse con alto grado de precisión

Requerimientos de mantenimiento y coeficientes de absorción usados en el modelo son potenciales fuentes de error

45

Calculo de Requerimiento de P NRC (2001)

354 kg novillo ganando 1.89 kg/d
9.65 kg MS /d

P requerido 0.26% de la dieta	o 22.8 g/d
	P requerimiento g/d
Mantenimiento (354 kg x 16mg P/kg PV)	5.7
Crecimiento (3.9g P/100g protein gain)	9.8
Requerimiento de P Absorbido	15.5
Requerimiento P diario (15.5 ÷ 0.68 Coef Abs Verd P)	22.8

46

Requerimientos P ganado de leche NRC (2001)

- Mantenimiento
1.0 g P/kg MS I (Endogeno fecal) + 0.002 g P/kg PV (orina)
 - Crecimiento
8.3 g P/kg ganado a 100 kg PV
6.2 g P/kg ganado a 500 kg PV
 - Gestación 1.9 g/d a 190 días gestación
5.4 g/d a 280 días gestación
 - Lactación 0.90 g P/kg leche
- Absorción 64% forrajes
70% concentrado

47

Minerales en alimentos Suplementación y suplementos

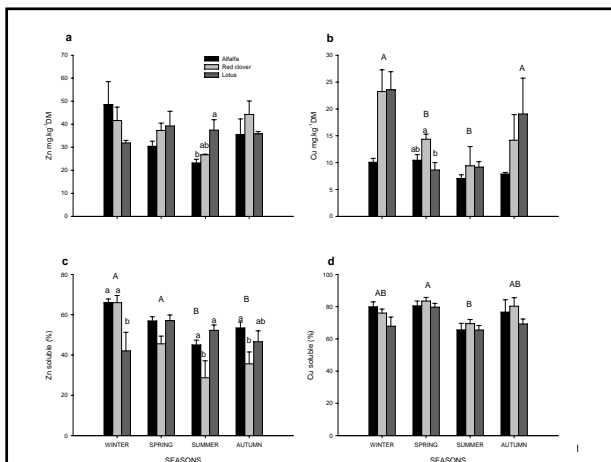
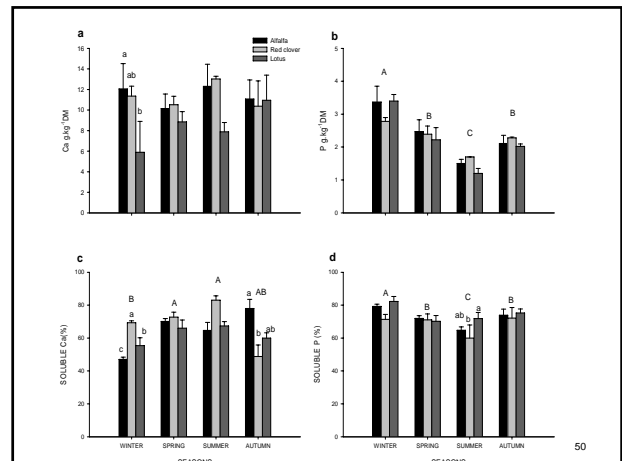
48

CONTENIDOS MINERALES

TIPO PLANTA

SUELO Y FERTILIZACION

ESTACION AÑO



Algunos factores que afectan la biodisponibilidad

Solubilidad del mineral

- * forma química
- * pH intestinal
- * iones presentes

Componentes de la dieta

- * fitatos
- * fibras

Procesamiento del alimento

Biodisponibilidad fuentes minerales

Elemento	Sulfato	Oxido	Carbonato	Cloruro	Quelatos
Zinc	100	37 - 108	58 - 100	42 - 99	150 - 206
Manganeso	100	25 - 103	23 - 98	93 - 102	148 - 174
Cobre	100	0 - 15	66 - 68	100 - 110	116 - 120
Hierro	100	0 - 15	0 - 75	44 - 78	183

la bio disponibilidad va ser afectada por los diferentes antagonismo en las dietas complejas y el nivel de stress del animal

Sulfato es designado como un nivel 100 y los otros valores son determinado por ecuación de regresión; el valor 100 es relativo y no indica 100% de absorción

Suplementos de calcio y fósforo

Fuentes de calcio

Características químicas

- No menos de 95-98 % de carbonato de calcio
- No más del 2 % de carbonato de magnesio
- Libre de sustancias tóxicas

55

Biodisponibilidad del calcio en los suplementos

- El calcio de las harinas de hueso y harinas de carne y hueso es de alta biodisponibilidad, teniendo en cuenta que la partícula gruesa presenta mayor interés para la utilización digestiva del calcio en la ponedora.
- El calcio de las dolomitas se absorbe mal por la presencia de Mg en exceso.

56

Calcitas

- En el Uruguay hay varios yacimientos de piedra calcítica con aptitud para ser utilizada como suplemento mineral en monogástricos, sin embargo, la calidad nutricional es diferente dependiendo de la composición de la roca original y puede contener otros minerales traza que pueden afectar el balance mineral del animal

57

Calcitas del Uruguay

- Dependiendo del origen pueden presentar de 80 a 95 % de carbonato de calcio y de 33-38 % de calcio.
- Se presenta comercialmente en polvo fino o partículas gruesas de 1-2 mm.
- El color puede variar de gris a blancuzco dependiendo del origen.
- No tiene una composición química estándar.

58

Conchillas del Uruguay

- Las conchillas es un material de origen sedimentario que proviene de caparzones de moluscos de río ó mar. Las mismas se muelen en distintos tamaños de partículas, 4 mm para aves o fino para otras especies.
- La biodisponibilidad del calcio es mayor en estas fuentes y mejor aún cuando la partícula es mayor.

59

Calidad nutricional de las calcitas (origen Fraile Muerto, Laguna del Sauce y Paysandú) y conchillas (origen Conchillas) del Uruguay
A y B= partidas anuales del mismo origen

Cabrera et al (2007). Journal of animal nutrition

	Fraile Muerto		Laguna del Sauce		Paysandu		Conchillas	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Ca CO ₃ , g.kg ⁻¹	718	831	808	713	801	790	952	965
Ca, g.kg ⁻¹	356 ± 15	347 ± 13	323 ± 12	285 ± 03	347 ± 28	337 ± 29	278 ± 17	272 ± 19
Mg, g.kg ⁻¹	4.5 ± 0.3	2.0 ± 0.6	13.7 ± 0.1	14.2 ± 0.7	9.4 ± 0.1	6.7 ± 0.1	0.1 ± 0.01	0.1 ± 0.01
Na, g.kg ⁻¹	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.52 ± 0.1	0.52 ± 0.1	2.9 ± 0.1	2.8 ± 0.1
K, g.kg ⁻¹	0.20 ± 0.02	0.20 ± 0.02	0.1 ± 0.01	0.1 ± 0.01	0.22 ± 0.02	0.22 ± 0.02	1.0 ± 0.1	0.8 ± 0.1
Al, mg.kg ⁻¹	2650 ± 60	3869 ± 56	2400 ± 91	2590 ± 50	3103 ± 54	3208 ± 42	3556 ± 91	5858 ± 53
Fe, mg.kg ⁻¹	2038 ± 102	956 ± 5	963 ± 73	952 ± 52	2970 ± 70	2200 ± 31	835 ± 22	926 ± 27
Mn, mg.kg ⁻¹	120 ± 5	44 ± 1	47 ± 1	49 ± 2	140 ± 21	87 ± 17	147 ± 23	126 ± 22

Biodisponibilidad del calcio de las calcitas y conchillas del Uruguay.

Cabrera et al 2007

Fuente de calcio	Ca bioutilizable (%)
Calcita Fraile Muerto	70,3
Calcita Laguna del Sauce	68,5
Calcita Paysandu	70,0
Conchilla de Conchillas	81,2
Carbonato de Calcio, USP referencia	85,7

61

Fuentes de fósforo

Características químicas

- Al menos 90 % del P tiene que ser P disponible
 - Menos del 0.2 % fluorina
- Presencia de Vanadio sobre todo en fosfato de roca y harinas animales
- Las formas animales son de mejor biodisponibilidad para el P pero dependiendo del tamaño de partícula (Cabrera.pdf)
- Las formas inorgánicas minerales varían en calidad nutricional y es necesario siempre informarse de su calidad

62

Harinas animales

- Harina de pescado, harina de carne y harina de carne y hueso son excelentes fuentes de fósforo de alta biodisponibilidad pero su problema lo constituye :
 - la variabilidad en composición de las partidas
 - El tamaño de la partícula
 - La cocción excesiva que puede formar pirofosfatos no biodisponibles

63

Fósforo vegetal

- Baja disponibilidad para monogástricos aunque esto es muy variable
- Rumen tiene fitasas
 - Maíz.... 14 % del P es disponible
 - Harina de soja.... 21%
 - Afrechillo.....34 %
 - Se promueve el uso de fitasas para aprovechar mejor el P vegetal.

64

Fosfatos

- Los fosfatos provienen de la roca fosfórica y se produce con más o menos grado de extracción diferentes clases de fosfatos :
 - Monocálcicos
 - Bicálcicos
 - Monobicálcicos
 - Fosfatos de roca desfluorinado

65

Calidad de los fosfatos

- De los fosfatos monocálcicos y bicálcicos que llegan a Uruguay la mayoría no llena los requisitos nutricionales de calidad:
- Solubilidad en agua mayor al 80 % para los fosfatos monocálcicos : este requisito sólo lo llenan el 20 % de los fosfatos importados, esto es indicativo de que son mezclas de mono y bicálcicos.
- pH: los mono tienen pH bajo y los bi tienen pH más alcalinos lo cual los hace reaccionar más en las mezclas de sales minerales para bovinos disminuyendo la utilización de los otros minerales.
- Se observó en los bicálcicos presencia de mezclas de fosfatos insolubles como desfluorinado y tricálcico.

66

Biodisponibilidad del P en los fosfatos

- La utilización biológica del P del fosfato monocálcico es 2 veces la del fosfato bicálcicos en los fosfatos comercializados en Uruguay.
- Además los tenores de Cd y Pb son algo mayores a los recomendado

67

factores que afectan la absorción de Ca y P

FUENTE

- inorgánicas
- formas fíticas
- formas coloidales

pH INTESTINAL

pH > 6.5 disminuye absorción de P y Ca
se forman insolubles
se forman quelatos

RELACION Ca/P DE 2:1

CONTENIDO DE VIT D3 DIETA

ALTO FIBRA NO DIGESTIBLE EN LA DIETA,
ATRAPA CATIONES

68

Interacciones entre minerales

- Este es el aspecto más importante cuando se maneja suplementación mineral en animales de producción, ya que utilizando una fuente mineral poco adecuada podemos interferir en la absorción de otro mineral.
- Ejemplo de los fosfatos bicálcicos y de la quelación del Zn, que provocaría deficiencia de Zn como respuesta inmediata.

69