UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

Facultad de Zootecnia y Ecología

IMPORTACIA DE LOS MINERALES EN LA NUTRICIÓN DE LOS RUMIANTES

D. Ph. Pablo Fidel Mancillas Flores.
D. Ph. Daniel Díaz Plascencia.

Contacto: **dplascencia@uach.mx**
www.lebasmx.com

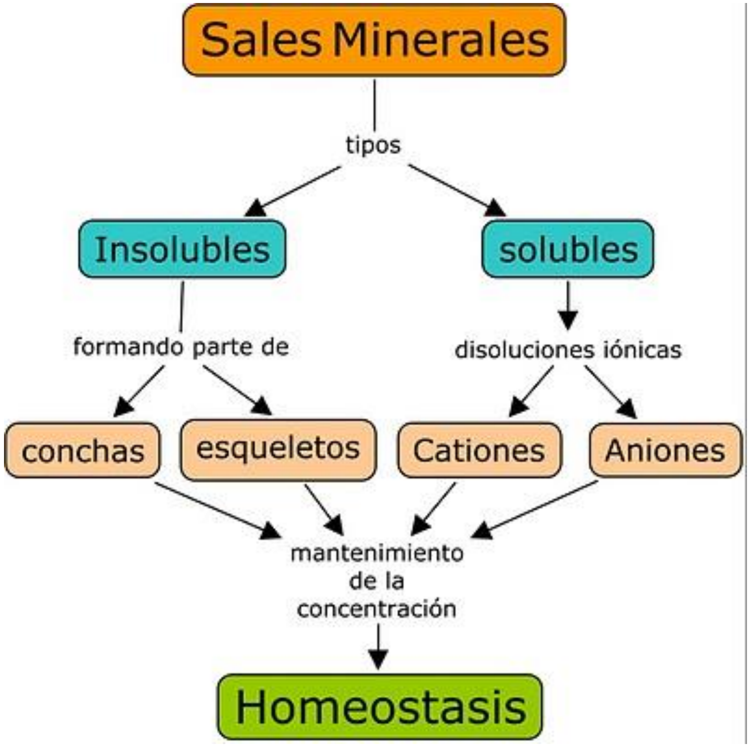
INTRODUCCIÓN

Los minerales constituyen entre 4-5% del peso vivo de los animales, y su presencia es necesaria para la vida y salud de todas las especies.

Los avances en nutrición y alimentación de animales rumiantes han permitido definir con bastante precisión los roles o funciones metabólicas de los nutrientes considerados esenciales en sus diferentes estados o condiciones productivas

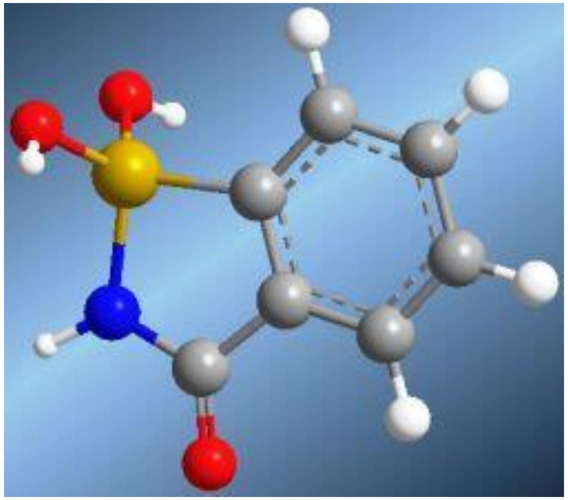
Los minerales se reflejan en la condición física de los animales y en la productividad de los mismos.

En los últimos años los minerales se han considerado nutricionalmente esenciales, a los que se les han descrito nuevas funciones metabólicas, las que principalmente están ligadas al sistema inmunitario y reproductor, lo que ha motivado un creciente interés de los nutricionistas a revalorar las funciones metabólicas de los minerales en el organismo (Egaña, 2003).


Sales Minerales
tipos
Insolubles
solubles
formando parte de
disoluciones iónicas
conchas
esqueletos
Cationes
Aniones
mantenimiento de la concentración
Homeostasis

Todas las formas de vida requieren de elementos inorgánicos, o minerales para su proceso normal de vida. Todos los tejidos animales y los alimentos contienen elementos minerales en una gran variedad y proporción. Los elementos minerales se caracterizan por ser sólidos, cristalinos, además de ser elementos químicos que no pueden ser descompuestos o sintetizados mediante reacciones químicas ordinarias (Mc Dowell, 1992).

La estructura química de las sales minerales son las responsables del papel que juegan en la nutrición animal, y que esa diferencia de estructura es lo suficientemente marcada para seguir estudiando os elementos por separado.



Las actuales tendencias en la nutrición de rumiantes con mineral van en dos líneas diferentes

- ✓ Sistema de explotación extensiva

Minimizar los aportes para evitar excreciones innecesarias, que crean un problema importante de contaminación ambiental

- ✓ Sistema de explotación intensiva

Evitar el riesgo de subnutrición en elementos minerales

Clasificación

Macrominerales, son aquellos que se requieren en grandes cantidades (g) en la dieta, dentro de ellos se encuentran:

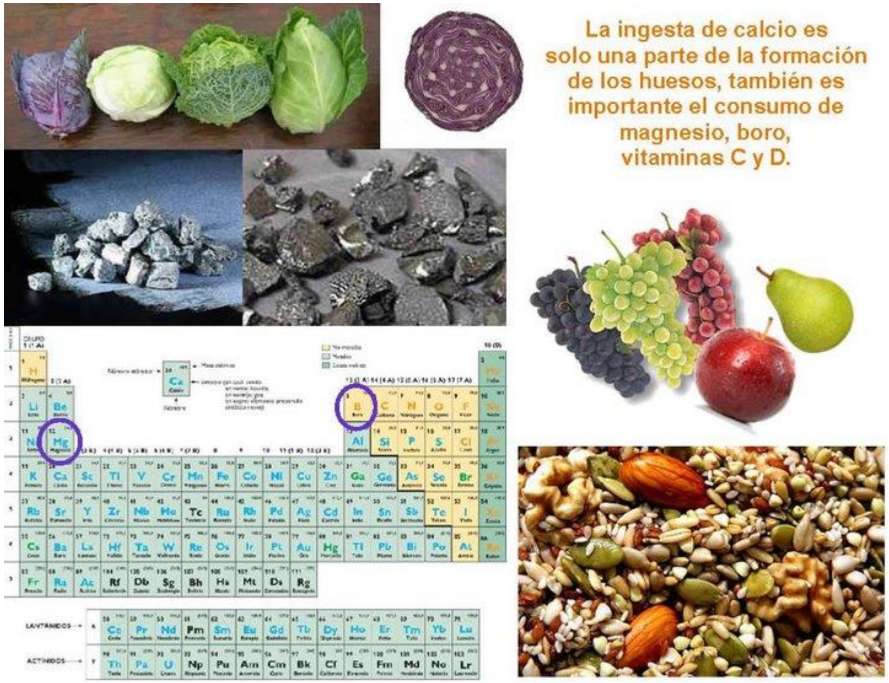
- ✓ Calcio (Ca)
- ✓ Fósforo (P)
- ✓ Sodio (Na)
- ✓ Cloro (Cl)
- ✓ Potasio (K)
- ✓ Magnesio (Mg)
- ✓ Azufre (S)

FÓSFORO
SODIO
CALCIO
AZUFRE
CLORO
POTASIO
MAGNESIO

Macrominerales

- ✓ Se caracterizan por ser componentes estructurales de los huesos y otros tejidos y sirven como constituyentes importantes de los fluidos corporales

- ✓ Juegan un papel importante en el mantenimiento del balance ácido-base, presión osmótica, potencial eléctrico de la membrana y en la transmisión nerviosa (NRC, 2001).



La ingesta de calcio es solo una parte de la formación de los huesos, también es importante el consumo de magnesio, boro, vitaminas C y D.

Microminerales

- ✓ Son aquellos que se requieren en pequeñas cantidades (miligramos o microgramos), y son conocidos como minerales traza.
- ✓ Los minerales traza se encuentran presentes en los tejidos animales en muy bajas concentraciones, y generalmente sirven como componentes de metaloenzimas, cofactores enzimáticos, componentes de hormonas del sistema endócrino (NRC, 2001).

Cobalto	Manganeso
Cobre	Molibdeno
Yodo	Selenio
Hierro	Cromo
Zinc	Flúor

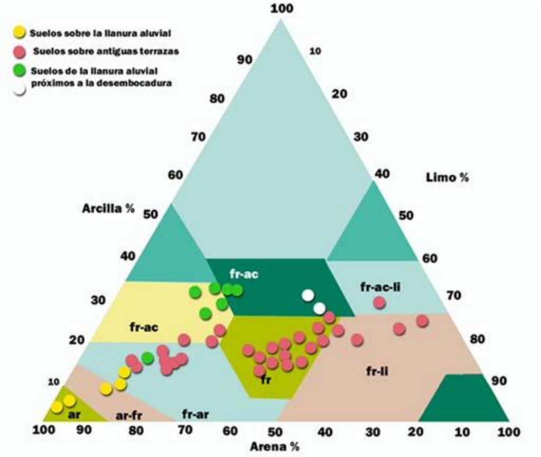
Fuentes de minerales

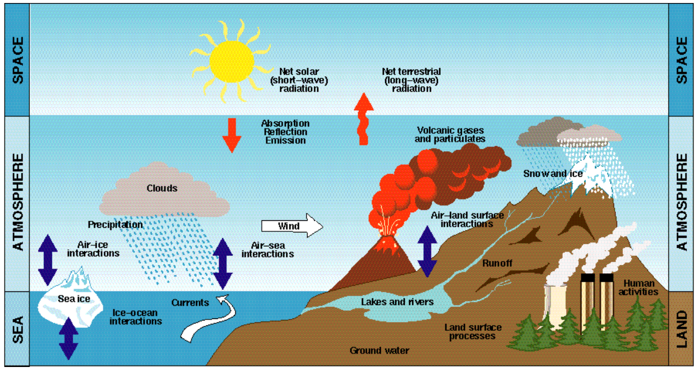
En la mayoría de las circunstancias, los animales obtienen una elevada proporción de sus nutrientes minerales de los alimentos que consumen. Por ello los factores que afectan el contenido mineral de las partes vegetativas de las plantas y sus frutos son los factores que determinan básicamente los consumos minerales de los animales de granja.

Animal Pak
#1 #2 #3 #4 #5 #6 #7 #8
#9 #10 #11
#1 B complex
#2 Lipotropic tab
#3 C Complex
#4 Vitamin E
#5 Mineral
#6 Liver
#7 Aminos
#8 Mega T
#9 Vitamin A & D
#10 Ginseng
#11 Digestive aid

La concentración de minerales en los cultivos y en las plantas forrajeras dependen básicamente de cuatro factores interdependientes:

- ✓ El género, especie o línea genética (variedad)
- ✓ Tipo de suelo donde la planta crece
- ✓ Las condiciones climáticas y estacionales durante el crecimiento
- ✓ Estado de maduración de las plantas (Underwood y Suttle, 2003).




SPACE
ATMOSPHERE
SEA
SPACE
ATMOSPHERE
LAND
Net solar (short–wave) radiation
Net terrestrial (long–wave) radiation
Absorption Reflection Emission
Volcanic gases and particulates
Snow and ice
Clouds
Precipitation
Wind
Air–land surface interactions
Air–ice interactions
Air–sea interactions
Runoff
Human activities
Sea ice
Currents
Ice–ocean interactions
Lakes and rivers
Land surface processes
Ground water

- ✓ Estos factores que afectan la concentración de un elemento mineral en los tejidos vegetales varía según el mineral y los tratamientos impuestos por el hombre para mejorar los cultivos o producciones forrajeras.

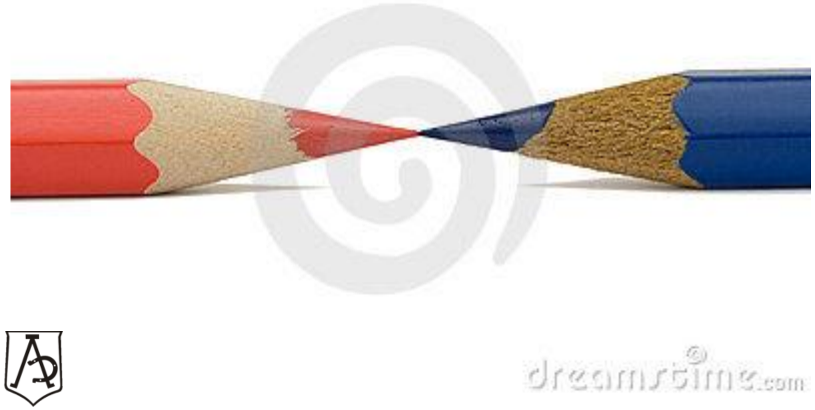
- ✓ Estos tratamientos consisten en el uso de fertilizantes, suplementos en el suelo y agua de riego, y también incluyen la selección de plantas de alta producción, que difieren significativamente respecto a la composición mineral de las cultivadas tradicionalmente (Underwood y Suttle, 2003).

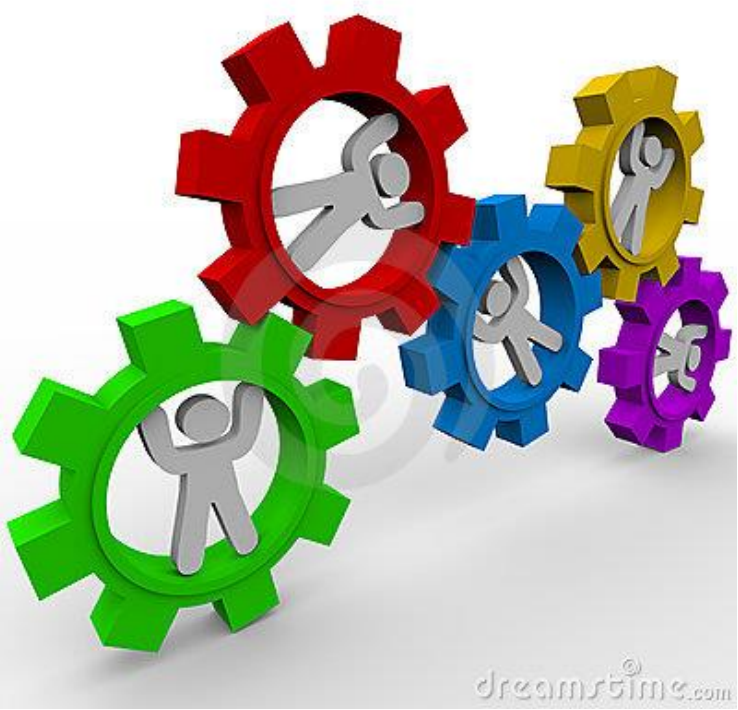
- ✓ Los compuestos inorgánicos de origen geológico o industrial se utilizan cada vez en mayor proporción para suplementar los minerales aportados por piensos y forrajes, especialmente en los animales actuales con elevado potencial genético.

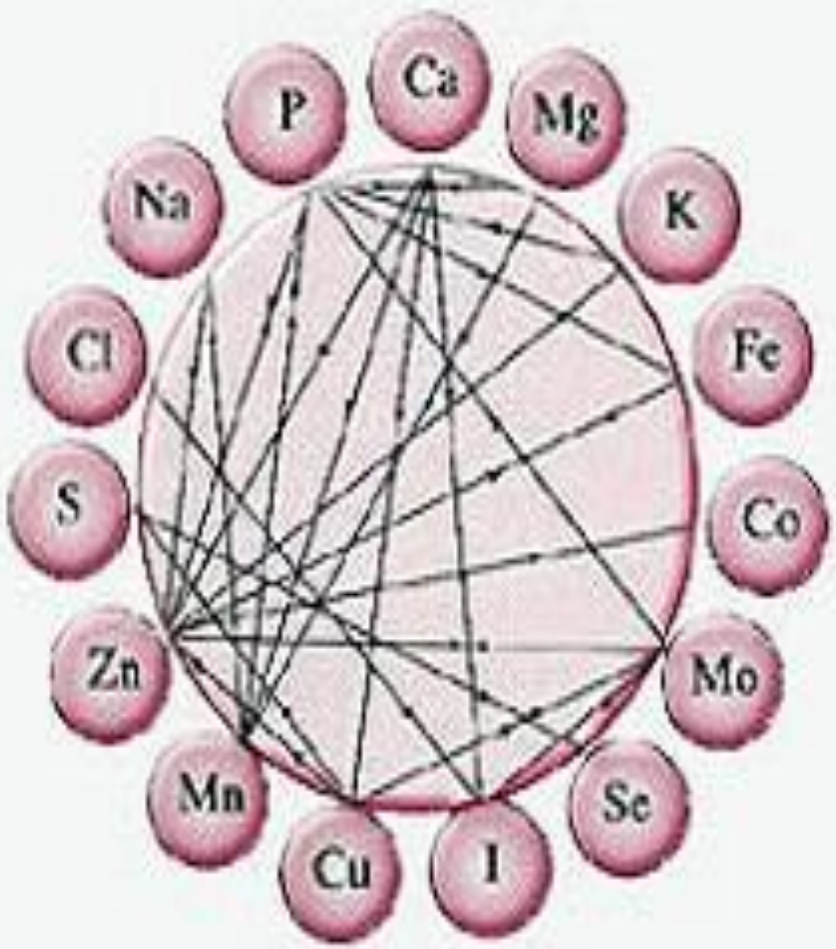
- ✓ Los suplementos alimenticios de origen animal procedentes de mamíferos y peces, generalmente subproductos de rastros y fábricas conservadoras administrados principalmente como fuente de proteína, pueden ser una fuente adicional de minerales. Independientemente de ello, los factores que gobiernan la composición mineral de las plantas son los primeros a considerar (Underwood y Suttle, 2003).

Relaciones antagónicas y sinérgicas entre minerales

Como es de suponer, el éxito de una buena alimentación animal conlleva al conocimiento acertado del rol que juega cada uno de los nutrientes que esta contiene, es por ello que a continuación se presentan las relaciones sinérgicas y antagónicas dadas por los minerales, los cuales se discutirán posteriormente.

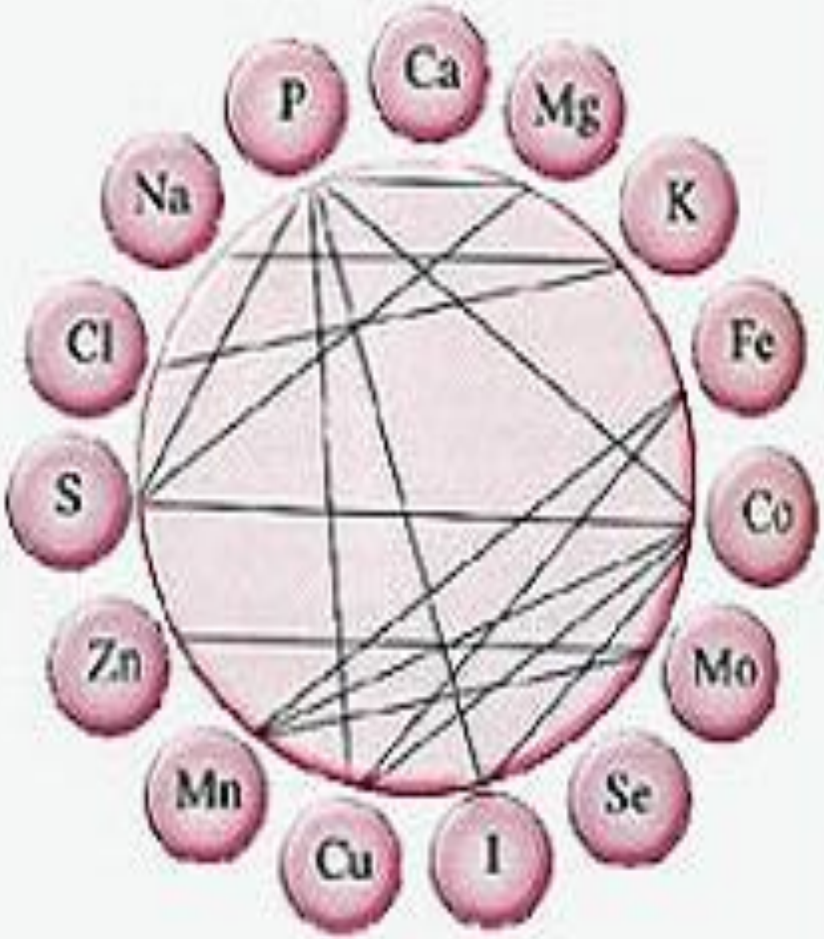

dreamstime.com


dreamstime.com



Principales relaciones antagónicas entre minerales

P
Ca
Mg
Na
K
Cl
Fe
S
Co
Zn
Mo
Mn
Se
Cu
I



Principales relaciones sinrégicas entre minerales

P
Ca
Mg
Na
K
Cl
Fe
S
Co
Zn
Mo
Mn
Se
Cu
I

Cuadro 16. Ejemplos de antagonismo entre microminerales.

Micromineral	Situación	Consecuencia	Competidores en absorción
Cu/Zn	Exceso Zn	Deficiencia de Cu	
Fe/Cu	Deficiencia Cu	Absorción Fe	
Cu/Mo/S	Interacciones en rumen		
Fe/Co	Exceso Fe	Absorción Co	
	Exceso Co	Absorción Fe	
Cu			Ca, Fe, Cd, Zn
Zn			Ca, P, Cu, Cd, Fe
Fe			Zn, P, Cd, Co, Mn

HARPO
HARPO
http://harpo.blogcindario.com

Cuadro 1. Variación de la composición mineral de algunas leguminosas.

Elemento	Intervalo	Max/Min
Calcio, %	0,001-2,60	261
Fósforo, %	0,07-0,74	11
Magnesio, %	0,07-0,75	11
Azufre, %	0,04-0,38	10
Manganeso, ppm	6-265	44
Hierro, ppm	10-2599	260
Cobre, ppm	2-92	46
Zinc, ppm	8-300	38

Cuadro 2. Coeficiente de variación (desviación estandar/media) x 100) del contenido de microminerales de algunas materias primas comúnmente usadas en nutrición de rumiantes.

Materia prima	Micromineral			
	Fe	Zn	Cu	Mn
Ensilado de maíz	307	155	89	119
Heno de alfalfa	93	131	144	61
Maíz	29	22	44	23
Harina de soja	85	203	40	66
Semilla de algodón	31	15	22	15

Adaptado: Berger, 1995.

Cuadro 3. Contenido en minerales de alimentos de origen vegetal (NRC, 1988).

Plantas	Ca	P	Na	Mg	K	S	Zn	Fe	Cu	Co
Leguminosas	1,18	0,3	0,024	0,24	2,55	0,26	17	200	13,4	0,09
Gramíneas	0,49	0,22	0,014	0,16	1,68	0,20	17	200	5	0,06

Unidades: macrominerales en % sobre materia seca (MS). Microminerales en mg/kg de MS o ppm.

Cuadro 4. Contenido en minerales de algunas semillas (NRC, 1988).

Semillas	Macrominerales						Microminerales				
	Ca	P	Na	Mg	K	S	Zn	Fe	Cu	Co	Mn
Maíz	0,03	0,31	0,01	0,13	0,35	0,14	21	30	3,6	0,04	6
Cebda	0,05	0,37	0,03	0,15	0,45	0,18	17	90	9,1	0,11	19

Unidades: Macrominerales en % sobre materia seca (MS). Microminerales en mg/kg de MS.

Cuadro 6. Composición mineral en alfalfa y planta de maíz, según el estado vegetativo.

Cultivo	Estado vegetativo	Ca	P	Mg	Na	K	Fe	Mn
Alfalfa	Temprano	1,80	0,35	0,26	0,22	2,21	253	45
	Óptimo	1,54	0,29	0,24	0,15	2,56	227	34
	Tardío	1,41	0,23	0,33	0,14	2,52	192	31
Silo maíz	Lechoso	0,34	0,19	0,23	-	1,41	-	-
	Pastoso	0,23	0,22	0,19	0,01	0,96	-	-

Unidades: macrominerales en % sobre materia seca (MS). Microminerales en mg/kg de MS (ppm).

Cuadro 7. Contenido en minerales del silo de maíz y del grano seco (mg/kg MS).

Cultivo	Ca	P	Na	Mg	K	S
Silo maíz	0,27	0,23	0,005	0,18	1,07	0,14
Maíz grano	0,03	0,31	0,003	0,12	0,42	0,14

Cuadro 8. Tipo de absorción de algunos elementos minerales.

Elemento	Difusión simple	Difusión facilitada	
		Quelados	Proteínas ligantes
Na, K, Cl	+		
P	+	¿?	¿?
S			
Ca	+	+	+
Mg			
F	¿?	+	+
Cu, Zn, Mn, Co, Ni, Cr, Fl, V, Mo, Sn, Si, Se, I	¿?	+	+

Cuadro 15. Deficiencias de microminerales en rumiantes (INRA).

Función	Fe	Cu	Co	I	Mn	Zn	Se
Reducción del crecimiento	X	X	X		X	XX	
Descenso de producción de leche		X	X	X		XX	
Pérdida de apetito		X	X	X		X	
Anemia		X	X				
Cojeras		X			X	X	
Deformación del casco						X	
Problemas de equilibrio					X		
Alopecia						XX	
Decoloración del pelo	X	X					
Bocio				X			
Degeneración muscular							X
Infertilidad		X	X	X	XX	XX	XX

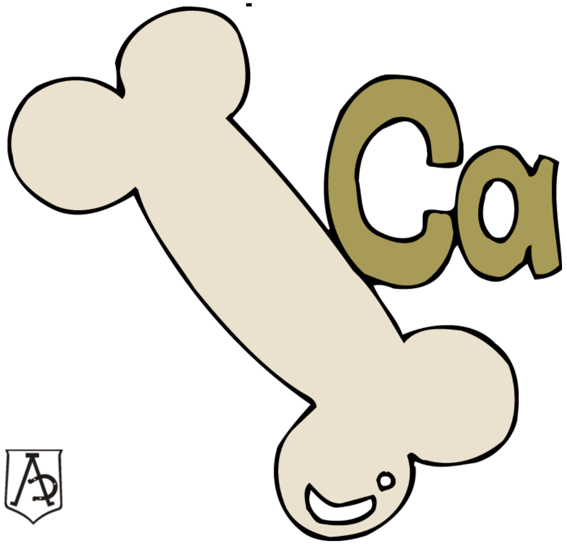
Fuente: Acedo-Rico, 1998.

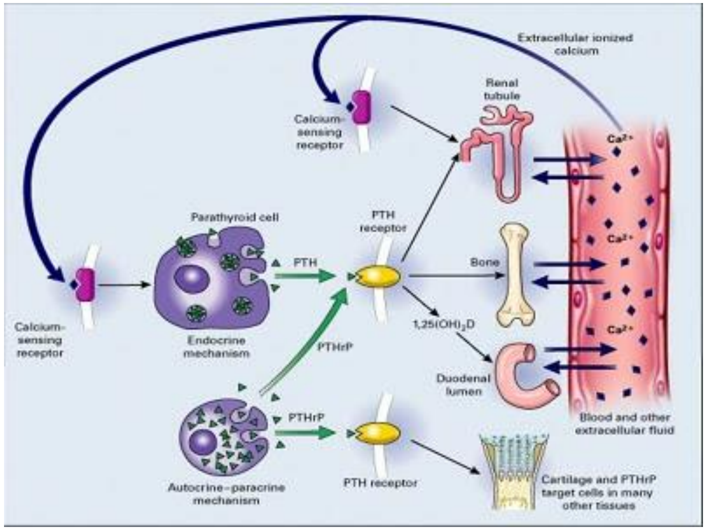
Este cuadro nos demuestra el campo de acción de algunos de los principales minerales que requiere el ganado para su adecuado funcionamiento.

Órgano blanco	Trastornos por deficiencia	Fósforo P	Calcio Ca	Magnesio Mg	Fierro Fe	Cobre Cu	Cobalto Co	Manganeso Mn	Zinc Zn	Yodo Y	Vit. A
Esqueleto	Raquitismo, osteomalacia (postración), crecimiento lento.	X	X	X		X		X			
Órgano de reproducción	Infertilidad (servicios repetidos, celo, aborto, retención de placenta)	X	X		X					X	X
Centros de hemoglobina	Anemia.				X	X	X				
Musculatura y tendones	Crecimiento deficiente y neurosis en aves.	X	X	X	X			X			
Sistema nervioso	Trastornos nerviosos.	X	X					X			
Piel y mucosas	Alta susceptibilidad a Paraqueratosis (cerdos)	X	X						X		
Ubre	Rendimiento lácteo pobre	X	X								X
Páncreas y otros	Múltiples Trastornos metabólicos.	X			X				X	X	
Aparato digestivo	Conversión deficiente de alimentos, deficiente síntesis por flora bacteriana, anemia, antioxidante de vitaminas y grasas.	X	X	X			X				X

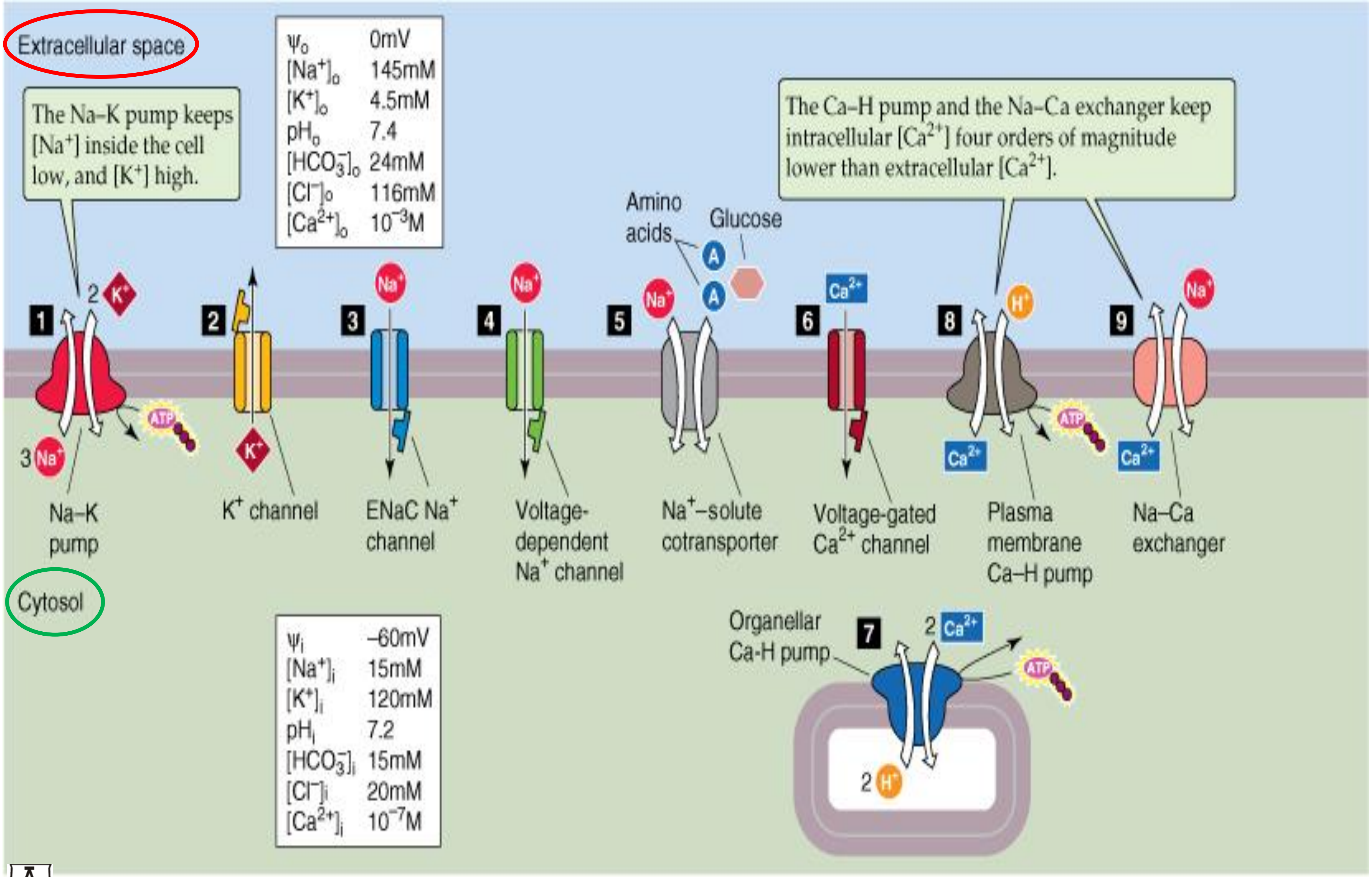
Calcio

- ✓ Mineral mas abundante en los tejidos
- ✓ Representa un componente importante de huesos y dientes (98%)
- ✓ El 2% restante se distribuye en tejidos extracelulares y tejidos blandos, implicado en funciones vitales como permeabilidad de la membrana, contracción muscular, transmisión de impulsos nerviosos, secreción de ciertas hormonas así como activación y estabilización de ciertas




Extracellular ionized calcium
Calcium-sensing receptor
Renal tubule
Ca²⁺
Parathyroid cell
PTH receptor
PTH
Bone
Calcium-sensing receptor
Endocrine mechanism
1,25(OH)₂D
PTHrP
Duodenal lumen
PTHrP
Blood and other extracellular fluid
Autocrine–paracrine mechanism
PTH receptor
Cartilage and PTHrP target cells in many other tissues

- ✓ La concentración de Ca en plasma normalmente es de 2.2-2.5 mM en la vaca adulta
- ✓ Entre el 40-45% del Ca que se encuentra en plasma, se encuentra ligado a proteínas plasmáticas, principalmente albúmina y otro 5% se encuentra ligado a otros componentes como el citrato o elementos inorgánicos
- ✓ Del 45-50% del Ca en plasma se encuentra en forma ionizada, y su concentración debe mantenerse constante de 1 a 1.25 mM para asegurar un correcto potencial de membrana y conductividad en las neuronas y miocitos. Esto a llevado a los vertebrados a establecer mecanismos eficientes para mantener una homeostasis en las concentraciones de Ca.



Extracellular space

ψ_o	0mV
$[Na^+]_o$	145mM
$[K^+]_o$	4.5mM
pH_o	7.4
$[HCO_3^-]_o$	24mM
$[Cl^-]_o$	116mM
$[Ca^{2+}]_o$	10^{-3}M

The Na–K pump keeps $[Na^+]$ inside the cell low, and $[K^+]$ high.

The Ca–H pump and the Na–Ca exchanger keep intracellular $[Ca^{2+}]$ four orders of magnitude lower than extracellular $[Ca^{2+}]$.

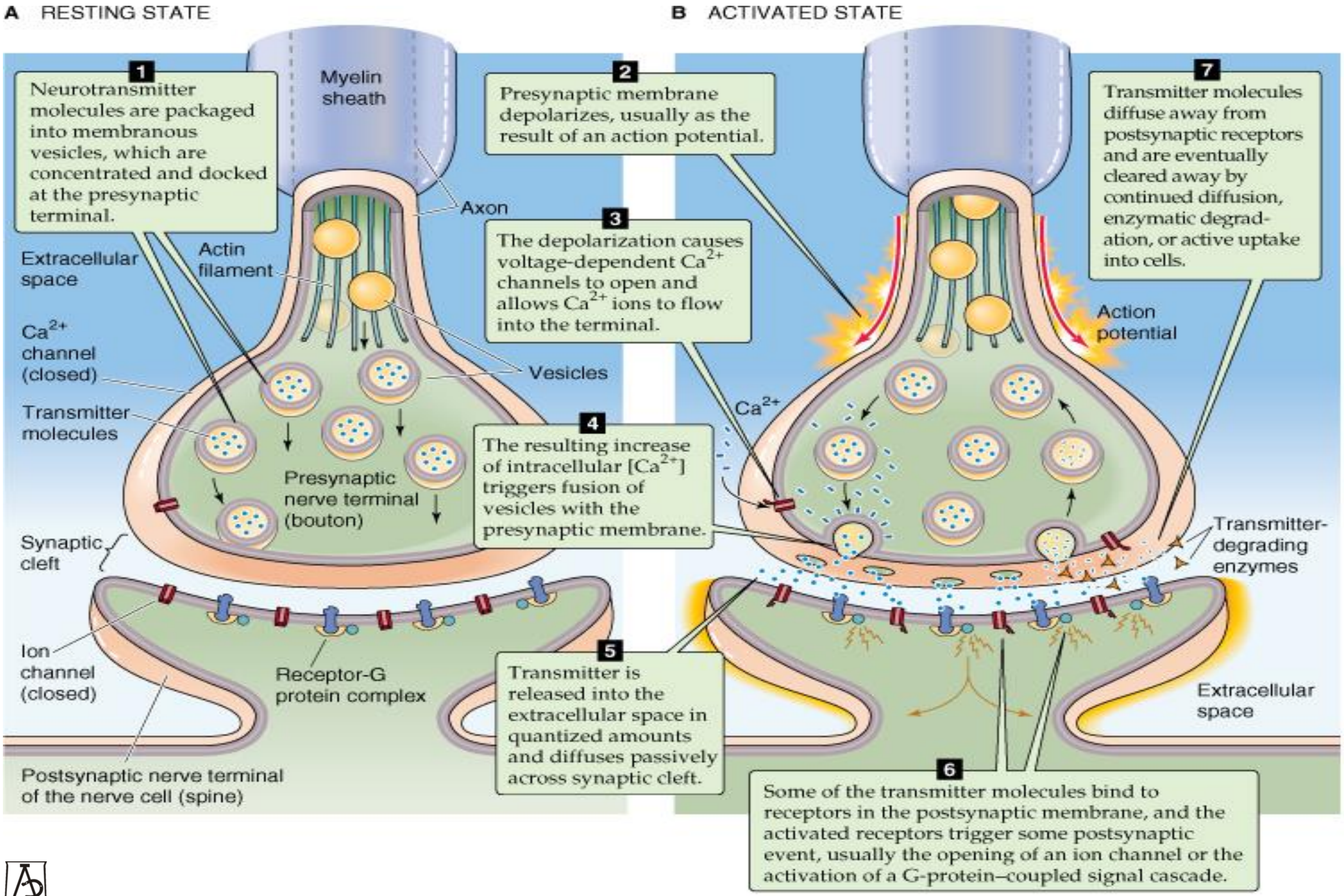
Cytosol

ψ_i	–60mV
$[Na^+]_i$	15mM
$[K^+]_i$	120mM
pH_i	7.2
$[HCO_3^-]_i$	15mM
$[Cl^-]_i$	20mM
$[Ca^{2+}]_i$	10^{-7}M

1
2 K+
3 Na+
ATP
Na–K pump
2
K+
K+ channel
3
Na+
ENaC Na+ channel
4
Na+
Voltage-dependent Na+ channel
5
Amino acids
Glucose
A
A
Na+
Na+–solute cotransporter
6
Ca2+
Voltage-gated Ca2+ channel
8
H+
Ca2+
ATP
Plasma membrane Ca–H pump
9
Na+
Ca2+
Na–Ca exchanger
Organellar Ca-H pump
7
2 Ca2+
ATP
2 H+

© Elsevier Ltd. Boron & Boulpaep: Medical Physiology, Updated Edition www.studentconsult.com

Transmisión de impulsos nerviosos


A RESTING STATE
B ACTIVATED STATE
Myelin sheath
Axon
Extracellular space
Actin filament
Ca^{2+} channel (closed)
Vesicles
Transmitter molecules
Presynaptic nerve terminal (bouton)
Synaptic cleft
Ion channel (closed)
Receptor-G protein complex
Postsynaptic nerve terminal of the nerve cell (spine)
Ca^{2+}
Action potential
Transmitter-degrading enzymes
Extracellular space

1 Neurotransmitter molecules are packaged into membranous vesicles, which are concentrated and docked at the presynaptic terminal.

2 Presynaptic membrane depolarizes, usually as the result of an action potential.

3 The depolarization causes voltage-dependent Ca^{2+} channels to open and allows Ca^{2+} ions to flow into the terminal.

4 The resulting increase of intracellular [Ca^{2+}] triggers fusion of vesicles with the presynaptic membrane.

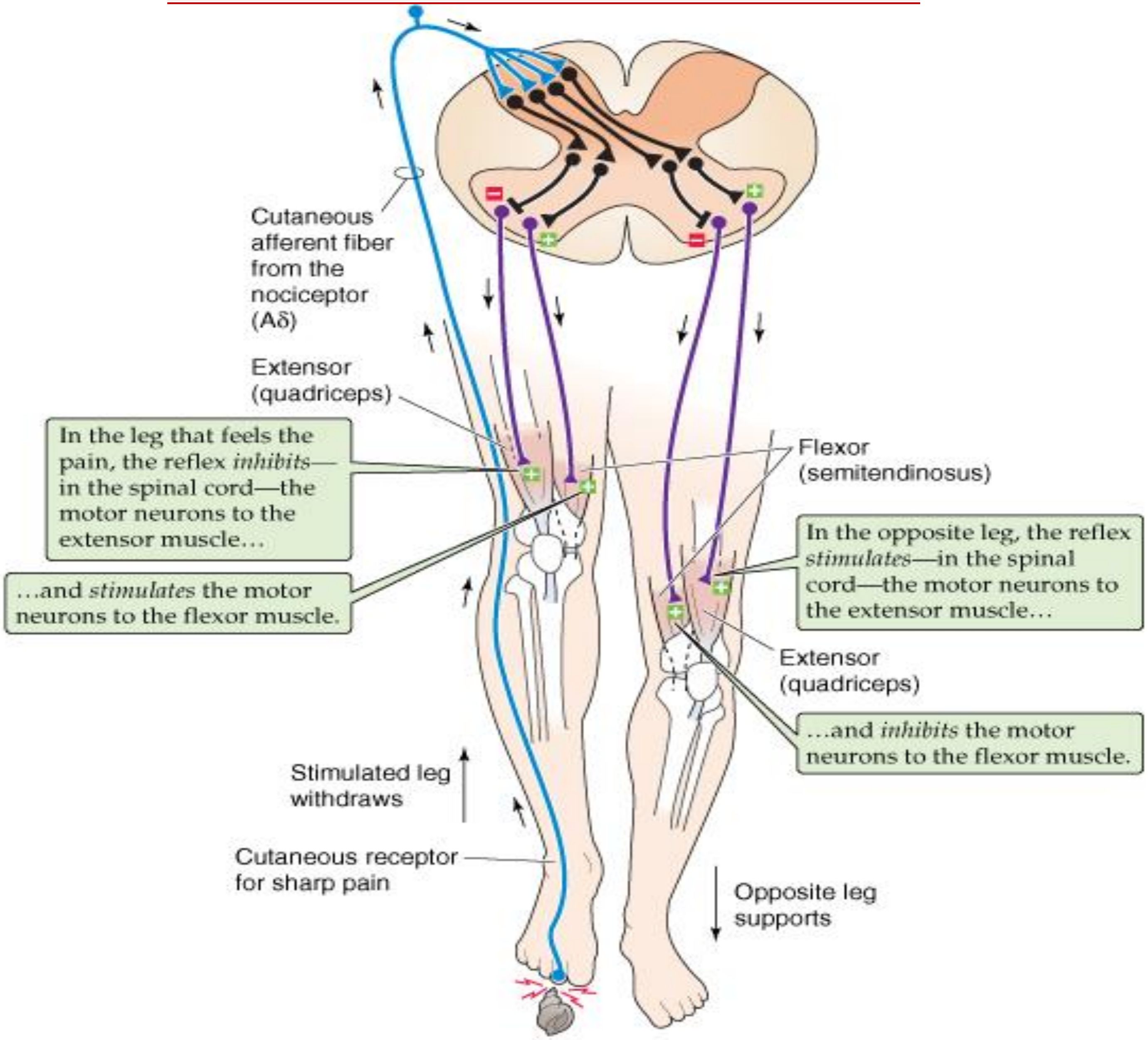
5 Transmitter is released into the extracellular space in quantized amounts and diffuses passively across synaptic cleft.

6 Some of the transmitter molecules bind to receptors in the postsynaptic membrane, and the activated receptors trigger some postsynaptic event, usually the opening of an ion channel or the activation of a G-protein–coupled signal cascade.

7 Transmitter molecules diffuse away from postsynaptic receptors and are eventually cleared away by continued diffusion, enzymatic degradation, or active uptake into cells.

© Elsevier Ltd. Boron & Boulpaep: Medical Physiology, Updated Edition www.studentconsult.com

Contracción muscular


Cutaneous afferent fiber from the nociceptor (Aδ)
Extensor (quadriceps)
Flexor (semitendinosus)
Extensor (quadriceps)
Stimulated leg withdraws
Cutaneous receptor for sharp pain
Opposite leg supports

In the leg that feels the pain, the reflex *inhibits*—in the spinal cord—the motor neurons to the extensor muscle…

…and *stimulates* the motor neurons to the flexor muscle.

In the opposite leg, the reflex *stimulates*—in the spinal cord—the motor neurons to the extensor muscle…

…and *inhibits* the motor neurons to the flexor muscle.

© Elsevier Ltd. Boron & Boulpaep: Medical Physiology, Updated Edition www.studentconsult.com

Requerimientos

✓ Ganado de carne

Mantenimiento 15.4 mg/kg de peso corporal

✓ Ganado lechero

Mantenimiento 1.23 g/kg de leche producida.

Ganancia 7.1gr/100gr de proteína ganada.

✓ Ganado lechero:

Mantenimiento:

0.0154 gr/kg PV (vacas no lactantes); en lactancia 0.031 gr/kg PV.

Crecimiento:

$(9.83*(MW^{0.22})*(BW^{-0.22}))*WG$

Preñez:

$Ca\ (g/día) = 0.024556\ e^{(0.05581-0.0007\ t)t} - 0.02456\ e^{(0.05581-0.00007(t-1))(t-1)}$

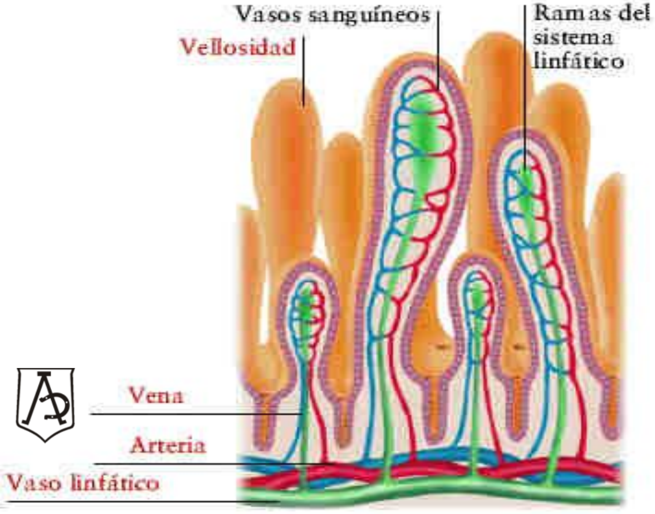
Lactancia (Ca/kg de leche producido):

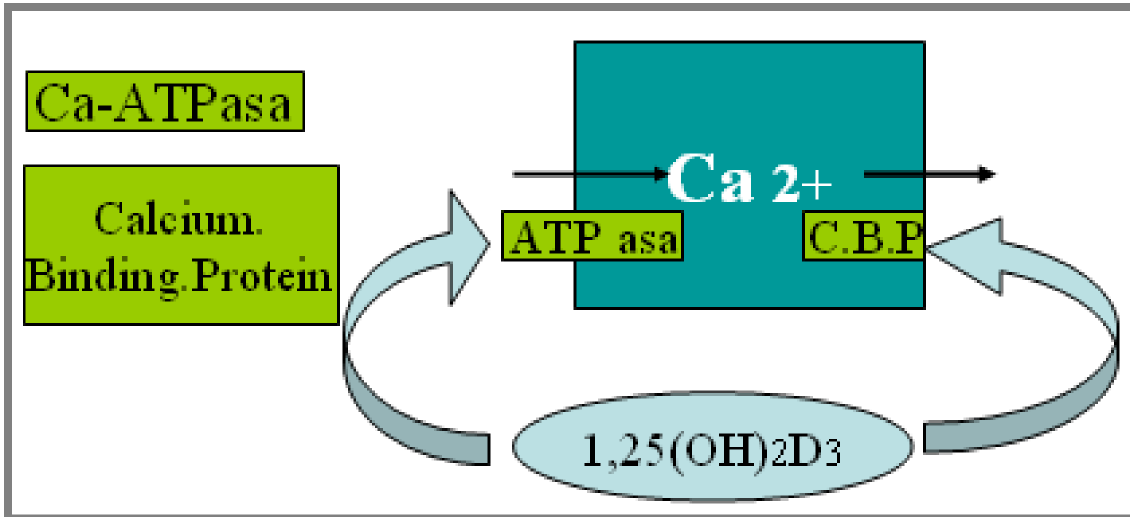
holstein: 1.22 gr, jersey: 1.45 gr, otras razas 1.37 gr.

Todas las vacas requieren de 2.1 gr para la producción de calostro.

Absorción

- ✓ Se lleva acabo principalmente en duodeno y yeyuno mediante transporte activo y difusión simple.
- ✓ La presencia de grasa en la dieta disminuye su absorción debido a la formación de micelas.
- ✓ Se requiere de vitamina D para la absorción activa de calcio.
- ✓ La cantidad de calcio absorbida se ve afectada por la forma química en la que se presenta, la fuente de calcio, la interrelación con otros nutrientes y los requerimientos.


Vasos sanguíneos
Ramas del sistema linfático
Vellosidad
Vena
Arteria
Vaso linfático



Ca-ATPasa

Calcium Binding Protein

Ca^{2+}

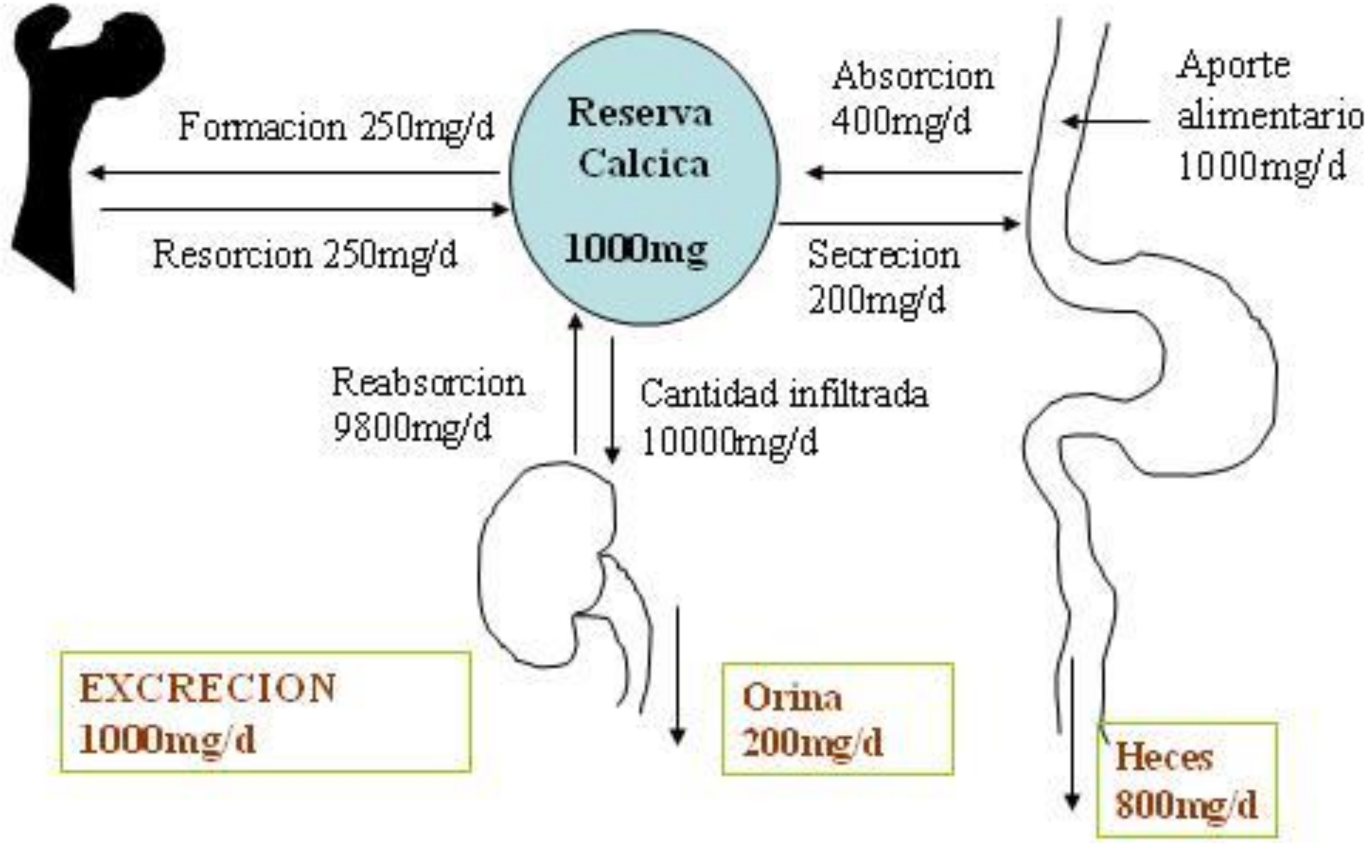
ATP asa

C.B.P

$1,25(OH)_2D_3$

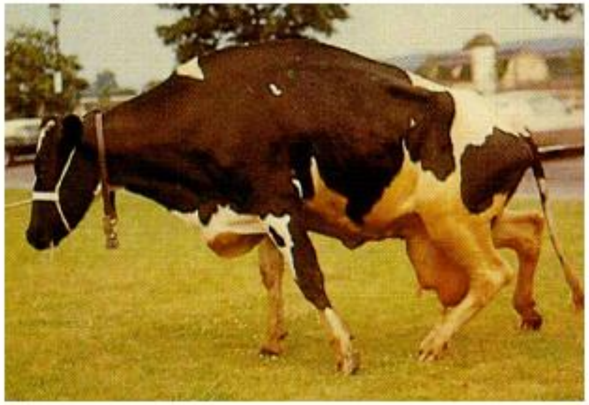
Metabolismo

- ✓ La hormona paratiroidea se incrementa al presentarse bajos niveles de calcio. Estimula la producción de 1,25-dihidroxicolecalciferol (vitamina D3) la cual incrementa la absorción de calcio del intestino, y junto con la hormona paratiroidea, incrementa la remoción de calcio del hueso.


Formacion 250mg/d
Resorcion 250mg/d
Reserva Calcica
1000mg
Absorcion 400mg/d
Aporte alimentario 1000mg/d
Secrecion 200mg/d
Reabsorcion 9800mg/d
Cantidad infiltrada 10000mg/d
EXCRECION 1000mg/d
Orina 200mg/d
Heces 800mg/d

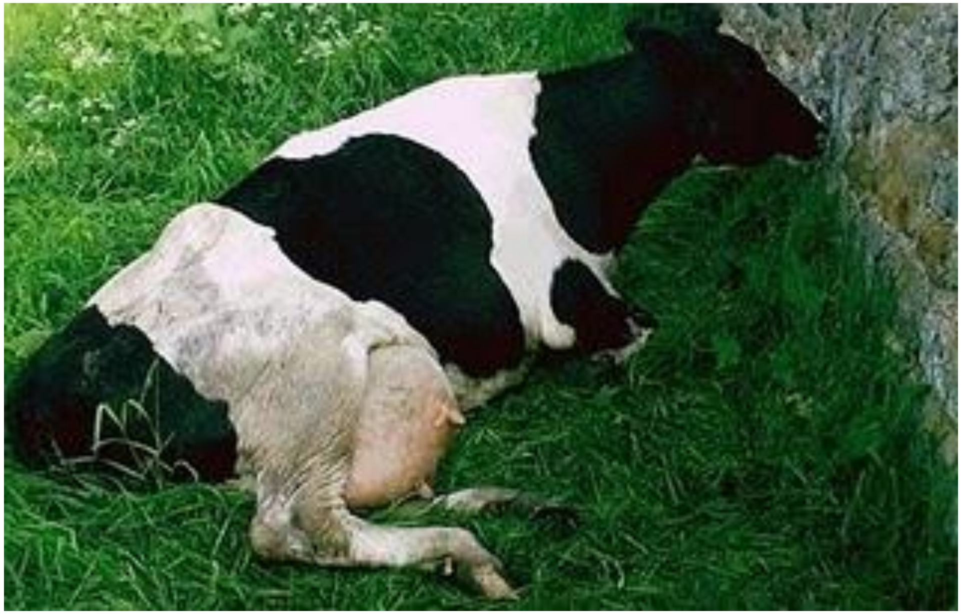
Signos de deficiencia

- ✓ Crecimiento anormal de huesos
- ✓ Crecimiento y desarrollo retardado
- ✓ Espalda arqueada
- ✓ Osteomalacia



Leucosis enzoótica bovina (muestra flexión del menudillo)

- ✓ Fiebre de leche, síndrome de la vaca caída



✓ Si las concentraciones de calcio en plasma se elevan, se produce la calcitonina y la producción de la hormona paratiroidea es inhibida; esto conlleva a reducir la absorción de calcio en el intestino y la remoción del mismo del hueso.

✓ Cuando la entrada de Ca es menor a la cantidad utilizada, la hipocalcemia puede ocurrir y traer consigo perdidas en la función muscular y nerviosa, lo que puede llevar al animal a un estado de postración y a la condición clínica conocida como fiebre de leche.

Vaca levantada, permite trabajar con ella

4

Vaca caída “alerta”

Levantarla con ayuda de un tractor

3

Fuentes de calcio

- ✓ Forrajes
- ✓ Leguminosas
- ✓ Aceites vegetales

Revivon
König

Calmadex
CALCIO, FÓSFORO Y MAGNESIO
500 ml
VECOL

Interaction of dietary calcium and supplemental fat on digestive function and growth performance in feedlot steers

R. A. Zinn and Y. Shen

J ANIM SCI 1996, 74:2303-2309.

Introducción

Se ha teorizado (Grainger *et al*., 1961) que el papel de Ca en exceso tiene efectos negativos con la suplementación de grasa sobre la digestibilidad de la dieta (particularmente fibra).

El calcio reacciona con los ácidos grasos no esterificados para formar jabones insolubles de Ca (Palmquist *et al*., 1986)

Table 1. Composition of experimental diets fed to steers (Trials 1 and 2)

Item	Treatments			
	1	2	3	4
Ingredient composition, % (DM basis)				
Alfalfa hay	8.00	8.00	8.00	8.00
Sudangrass hay	4.00	4.00	4.00	4.00
Steam-flaked barley	81.01	76.01	79.83	74.83
Yellow grease[a]		5.00		5.00
Cane molasses	5.00	5.00	5.00	5.00
Urea	.80	.80	.80	.80
Limestone	.69	.69	1.87	1.87
Trace mineral salt[b]	.50	.50	.50	.50
Nutrient composition (DM basis)				
NE, Mcal/kg[c]				
Maintenance	1.91	2.10	1.88	2.08
Gain	1.27	1.44	1.25	1.42
Crude protein, %	14.9	14.2	14.7	14.0
ADF, %	10.3	9.9	10.2	9.8
Lipid, %	2.0	6.8	1.9	6.8
Calcium, %	.45	.45	.90	.90
Phosphorus, %	.34	.33	.34	.32

[a] Yellow grease contained 92.2% total fatty acids. Fatty acid profile was: C10:0, .03%; C12:0, .12%; C14:0, .77%; C14:1, .16%; C16:0, 15.82%; C16:1, 2.05%; C18:0, 9.12%; C18:1, 49.11%; C18:2, 19.37%; C18:3, 1.84%; C:20:0, .30%; C20:1, .64%.

[b] Trace mineral salt contained: $CoSO_4$, .068%; $CuSO_4$, 1.04%; $FeSO_4$, 3.57%; ZnO, 1.24%; $MnSO_4$, 1.07%; KI, .052%; and NaCl, 92.96%.

[c] Based on tabular values for individual feed ingredients (NRC, 1984) with exception of supplemental fat which was assigned NE_m and NE_g values of 6.03 and 4.79, respectively.

Table 2. Interaction of dietary calcium and fat on characteristics of ruminal and total tract digestion (Trial 1)

	.45% Ca		.90% Ca		Main effects				
	Supplemental fat, %				Ca, %		Fat, %		
	0	5	0	5	.45	.90	0	5	SD
Replicates	4	4	4	4	8	8	8	8	
Steer weight, kg	261	261	261	261	261	261	261	261	
Intake, g/d									
DM	4,661	4,698	4,734	4,758	4,679	4,746	4,697	4,728	
OM	4,406	4,446	4,435	4,452	4,426	4,443	4,420	4,449	
NDF	1,165	1,174	1,183	1,189	1,170	1,186	1,174	1,182	
Starch	2,025	1,879	1,893	1,879	1,952	1,886	1,959	1,879	
N	94.6	95.8	101.8	104.2	95.2	103.0	98.2	100.0	
Fatty acid	85.3	240.5	72.0	239.8	162.9	155.9	78.6	240.2	
Flow to the duodenum, g/d									
OM[a]	2,497	2,942	2,384	2,937	2,720	2,661	2,441	2,940	297
NDF[b]	677	792	549	724	734	637	613	758	141
Starch	204	229	186	208	217	197	195	219	56
Fatty acid[c]	99.2	246.3	97.9	249.0	172.8	173.4	98.5	247.6	4.3
Non-ammonia N	131.6	132.4	134.7	140.5	132.0	137.6	133.1	136.5	11.6
Microbial N	74.2	71.1	78.3	74.1	72.7	76.2	76.3	72.6	6.4
Feed N	57.3	61.3	56.4	66.3	59.3	61.4	56.9	63.8	12.0
Fecal excretion, g/d									
OM[d]	916	1,163	930	1,041	1,040	985	923	1,102	76
NDF[d]	560	725	564	648	643	606	562	687	55
Starch	8.5	15.3	11.3	8.6	11.9	10.0	9.9	12.0	4.9
Fatty acid[c]	14.5	48.6	15.8	47.5	31.6	31.7	15.2	48.1	9.6
N	29.2	31.8	28.1	29.8	30.5	29.0	28.7	30.8	2.8
Ruminal digestion, %									
OM[ae]	60.2	49.8	63.9	50.7	55.0	57.3	62.0	50.2	6.7
Fat-free OM[ae]	63.6	55.3	67.3	56.3	59.5	61.8	65.4	55.8	6.7
NDF[b]	41.9	32.5	53.6	39.1	37.2	46.3	47.7	35.8	12.0
Starch	89.9	87.8	90.2	88.9	88.9	89.5	90.0	88.4	2.8
Feed N	39.4	36.0	44.5	36.3	37.7	40.4	42.0	36.2	11.4
Microbial efficiency[bd]	27.9	32.2	28.3	33.1	30.1	30.7	28.1	32.6	4.1
Postruminal digestion, %									
OM	63.3	60.5	60.4	64.3	61.9	62.3	61.8	62.4	3.8
Starch	95.3	93.0	94.1	95.4	94.2	94.8	94.7	94.2	1.9
Fatty acid	85.3	80.5	83.8	80.9	82.9	82.3	84.6	80.7 82.6	4.5
N[f]	78.0	76.3	79.4	78.8	77.2	79.1	78.7	77.6	1.5
Total tract digestion, %									
OM[c]	79.2	73.8	79.0	76.6	76.5	77.8	79.1	75.2	1.7
NDF[c]	51.9	38.2	52.3	45.5	45.1	48.9	52.1	41.8	4.7
Starch	99.6	99.2	99.4	99.5	99.4	99.5	99.5	99.4	.3
Fatty acid	83.0	79.8	78.0	80.2	81.4	79.1	80.5	80.0	4.2
N[f]	69.1	66.8	72.3	71.3	68.0	71.8	70.7	69.1	2.9

[a] Supplemental fat main effect, $P < .05$.
[b] Supplemental fat main effect, $P < .10$.
[c] Supplemental fat main effect, $P < .01$.
[d] Microbial N, g/kg OM fermented.
[e] Corrected for microbial OM contribution.
[f] Supplemental calcium main effect, $P < .05$.

Table 3. Interaction of dietary calcium and fat on apparent digestion of calcium (Trial 1)

	.45% Ca		.90% Ca		Main effects				
	Supplemental fat, %				Ca, %		Fat, %		
Item	0	5	0	5	.45	.90	0	5	SD
Replicates	4	4	4	4	8	8	8	8	
Calcium, g/d									
Intake	18.0	17.6	39.5	40.3	17.8	39.9	28.8	28.9	
Flow to duodenum[abc]	23.1	23.4	36.3	44.9	23.3	40.6	29.7	34.2	3.6
Fecal excretion[a]	11.5	10.6	22.6	28.3	11.0	25.4	17.0	19.5	4.2
Apparent calcium digestion, g/d									
Ruminal[de]	–5.0	–5.9	3.3	–4.6	–5.5	–.7	–.9	–5.2	3.6
Postruminal[d]	11.6	12.9	13.7	16.6	12.2	15.1	12.7	14.7	2.3
Total tract[a]	6.6	7.0	17.0	12.0	6.8	14.5	11.8	9.5	4.2

[a] Supplemental calcium main effect, $P < .01$.
[b] Supplemental fat main effect, $P < .05$.
[c] Supplemental fat × calcium interaction, $P < .10$.
[d] Supplemental calcium main effect, $P < .05$.
[e] Supplemental fat main effect, $P < .10$.

gwp100020 [RF] © www.visualphotos.com

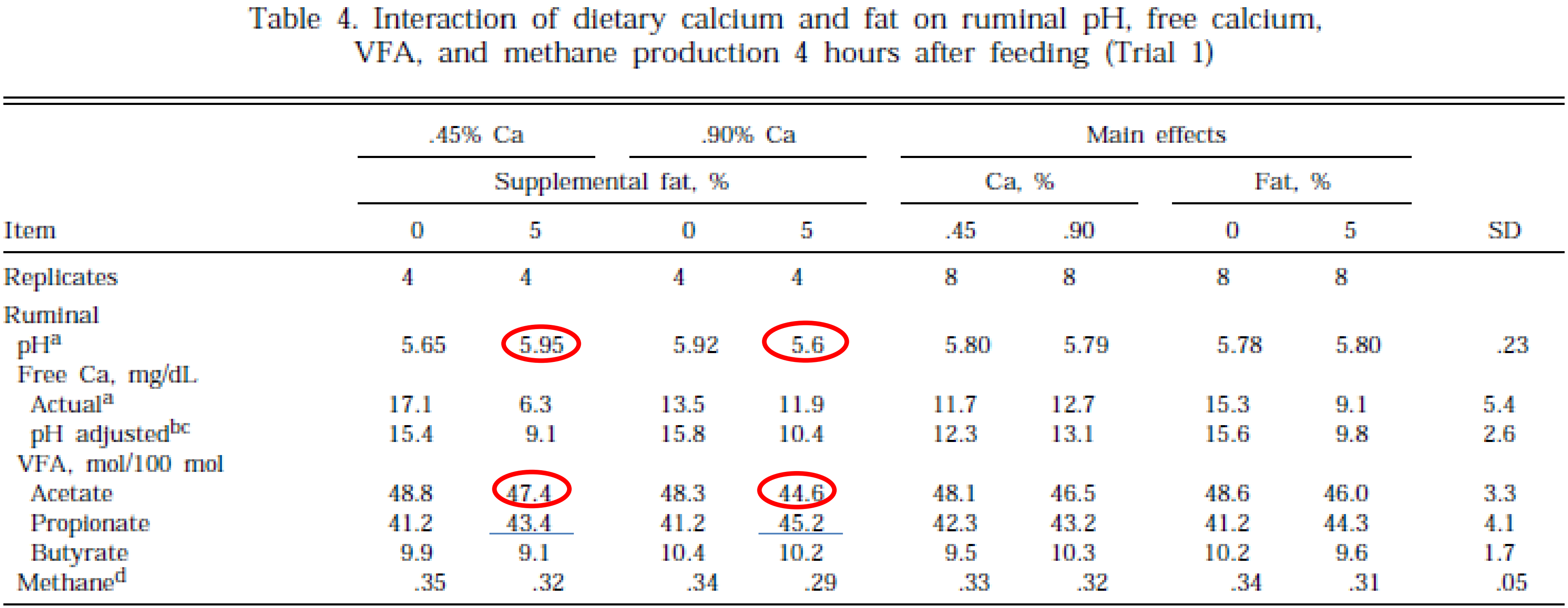


Table 4. Interaction of dietary calcium and fat on ruminal pH, free calcium, VFA, and methane production 4 hours after feeding (Trial 1)

	.45% Ca		.90% Ca		Main effects				
	Supplemental fat, %				Ca, %		Fat, %		
Item	0	5	0	5	.45	.90	0	5	SD
Replicates	4	4	4	4	8	8	8	8	
Ruminal									
pH[a]	5.65	5.95	5.92	5.6	5.80	5.79	5.78	5.80	.23
Free Ca, mg/dL									
Actual[a]	17.1	6.3	13.5	11.9	11.7	12.7	15.3	9.1	5.4
pH adjusted[bc]	15.4	9.1	15.8	10.4	12.3	13.1	15.6	9.8	2.6
VFA, mol/100 mol									
Acetate	48.8	47.4	48.3	44.6	48.1	46.5	48.6	46.0	3.3
Propionate	41.2	43.4	41.2	45.2	42.3	43.2	41.2	44.3	4.1
Butyrate	9.9	9.1	10.4	10.2	9.5	10.3	10.2	9.6	1.7
Methane[d]	.35	.32	.34	.29	.33	.32	.34	.31	.05

[a] Calcium × fat interaction, $P < .10$.

[b] Adjusted by regression against ruminal pH.

[c] Supplemental fat main effect, $P < .01$.

[d] Methane, mol/mol of glucose equivalent fermented.

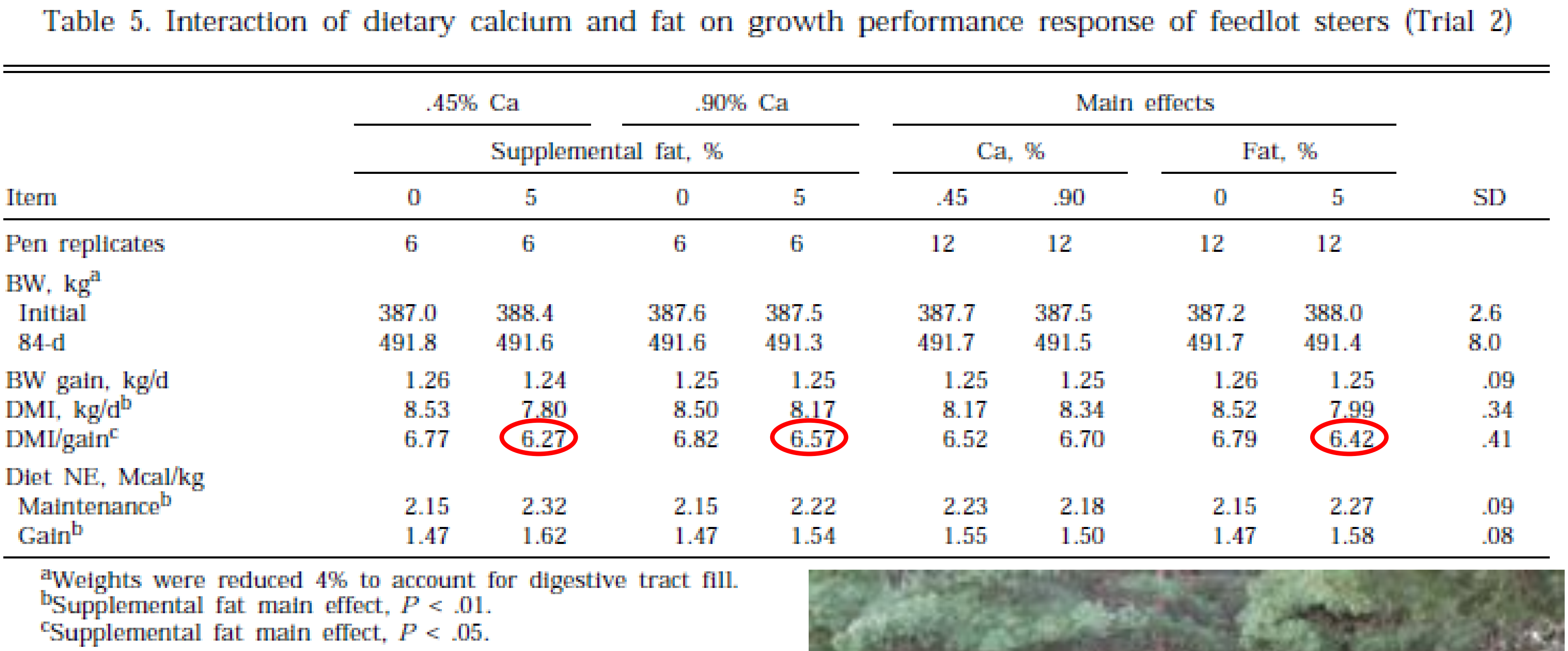


Table 5. Interaction of dietary calcium and fat on growth performance response of feedlot steers (Trial 2)

	.45% Ca		.90% Ca		Main effects				
	Supplemental fat, %				Ca, %		Fat, %		
Item	0	5	0	5	.45	.90	0	5	SD
Pen replicates	6	6	6	6	12	12	12	12	
BW, kg[a]									
Initial	387.0	388.4	387.6	387.5	387.7	387.5	387.2	388.0	2.6
84-d	491.8	491.6	491.6	491.3	491.7	491.5	491.7	491.4	8.0
BW gain, kg/d	1.26	1.24	1.25	1.25	1.25	1.25	1.26	1.25	.09
DMI, kg/d[b]	8.53	7.80	8.50	8.17	8.17	8.34	8.52	7.99	.34
DMI/gain[c]	6.77	6.27	6.82	6.57	6.52	6.70	6.79	6.42	.41
Diet NE, Mcal/kg									
Maintenance[b]	2.15	2.32	2.15	2.22	2.23	2.18	2.15	2.27	.09
Gain[b]	1.47	1.62	1.47	1.54	1.55	1.50	1.47	1.58	.08

[a] Weights were reduced 4% to account for digestive tract fill.
[b] Supplemental fat main effect, $P < .01$.
[c] Supplemental fat main effect, $P < .05$.

Conclusión

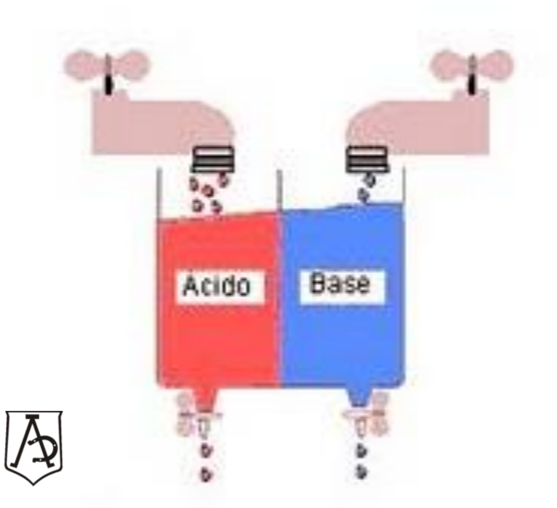
- ✓ Incremento del Ca en la dieta de 0.45 a 0.90% de la materia seca no afecta el valor alimenticio comparativo de la grasa amarilla
- ✓ Altos niveles de suplementación con grasa podría no tener un efecto detrimental sobre la absorción aparente de Ca.

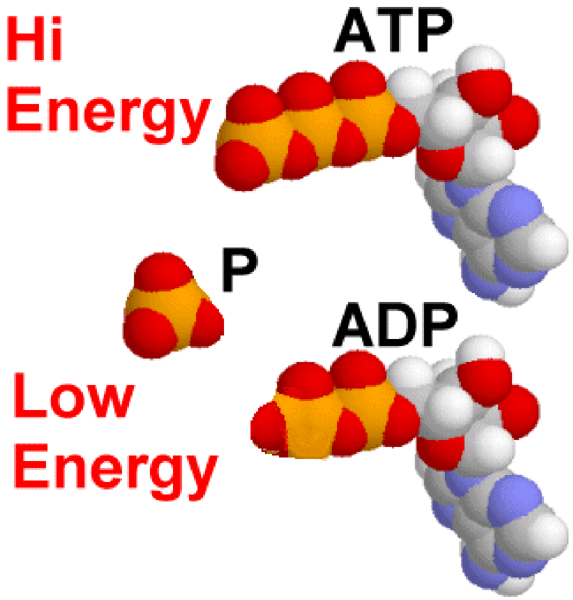
Fósforo

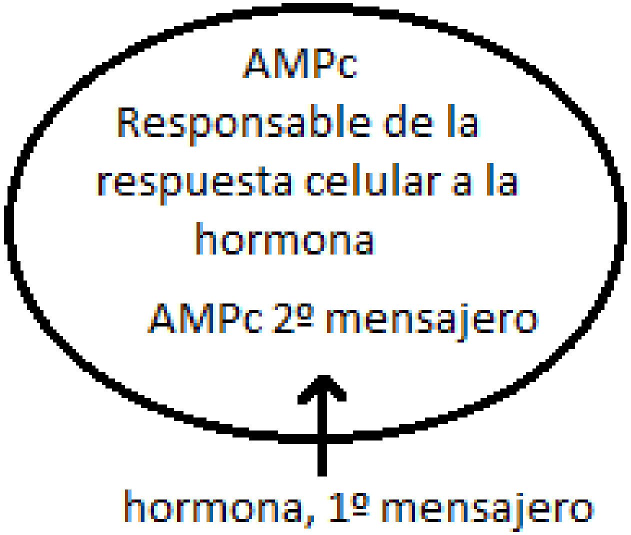
- ✓ Segundo mineral mas importante en el organismo animal
- ✓ Formación y mineralización de la matriz orgánica ósea
- ✓ Componente de los ácidos desoxi y ribonucleicos
- ✓ Contribuye a la fluidez e integridad de la membrana celular

✓ Ayuda a mantener el equilibrio osmótico y el balance ácido-base

✓ Importante en la utilización y transporte de energía (AMP, ADP y ATP) que intervienen en la gluconeogénesis, transporte de ácidos grasos, síntesis de aminoácidos, proteínas y en la actividad de la bomba de sodio y potasio





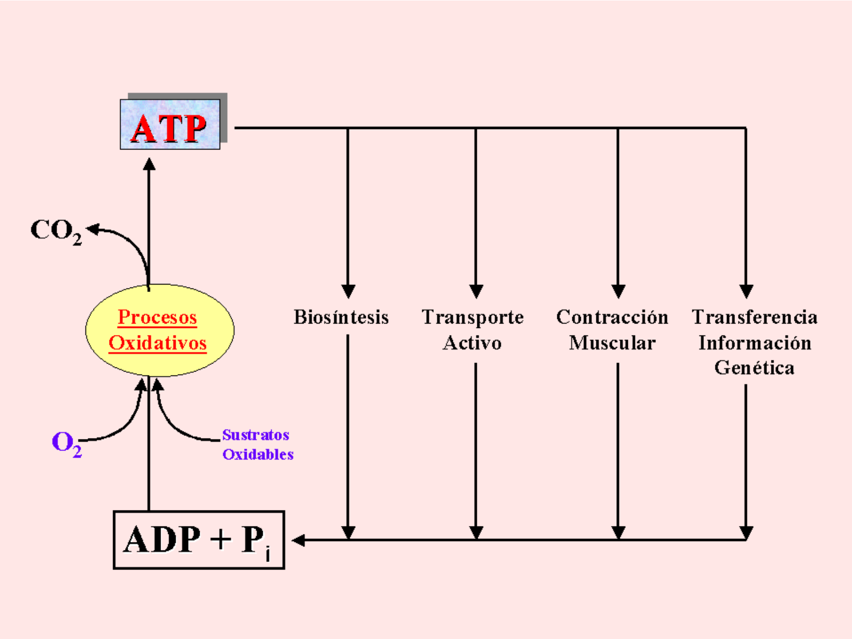


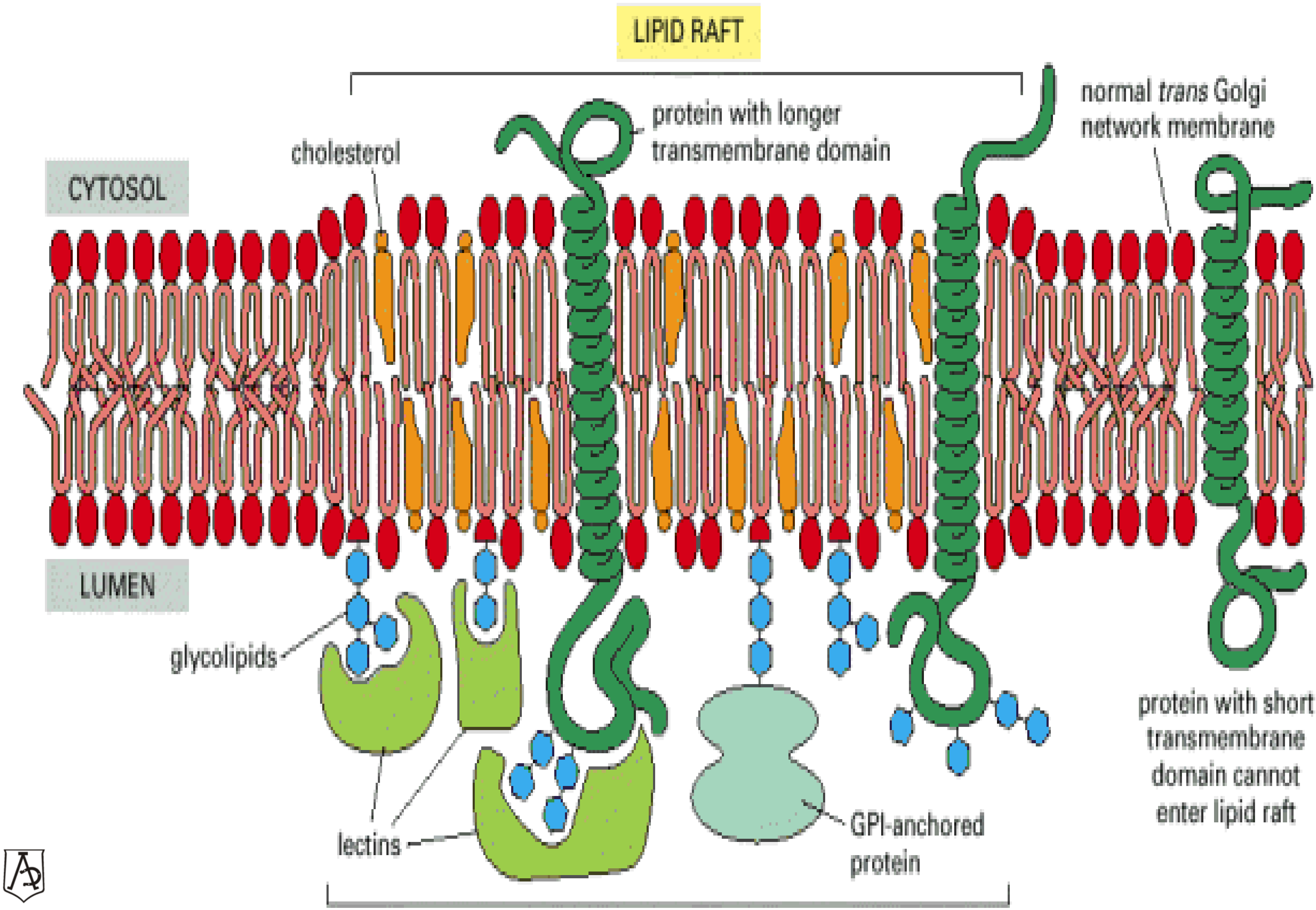
AMPc
Responsable de la respuesta celular a la hormona

AMPc 2º mensajero

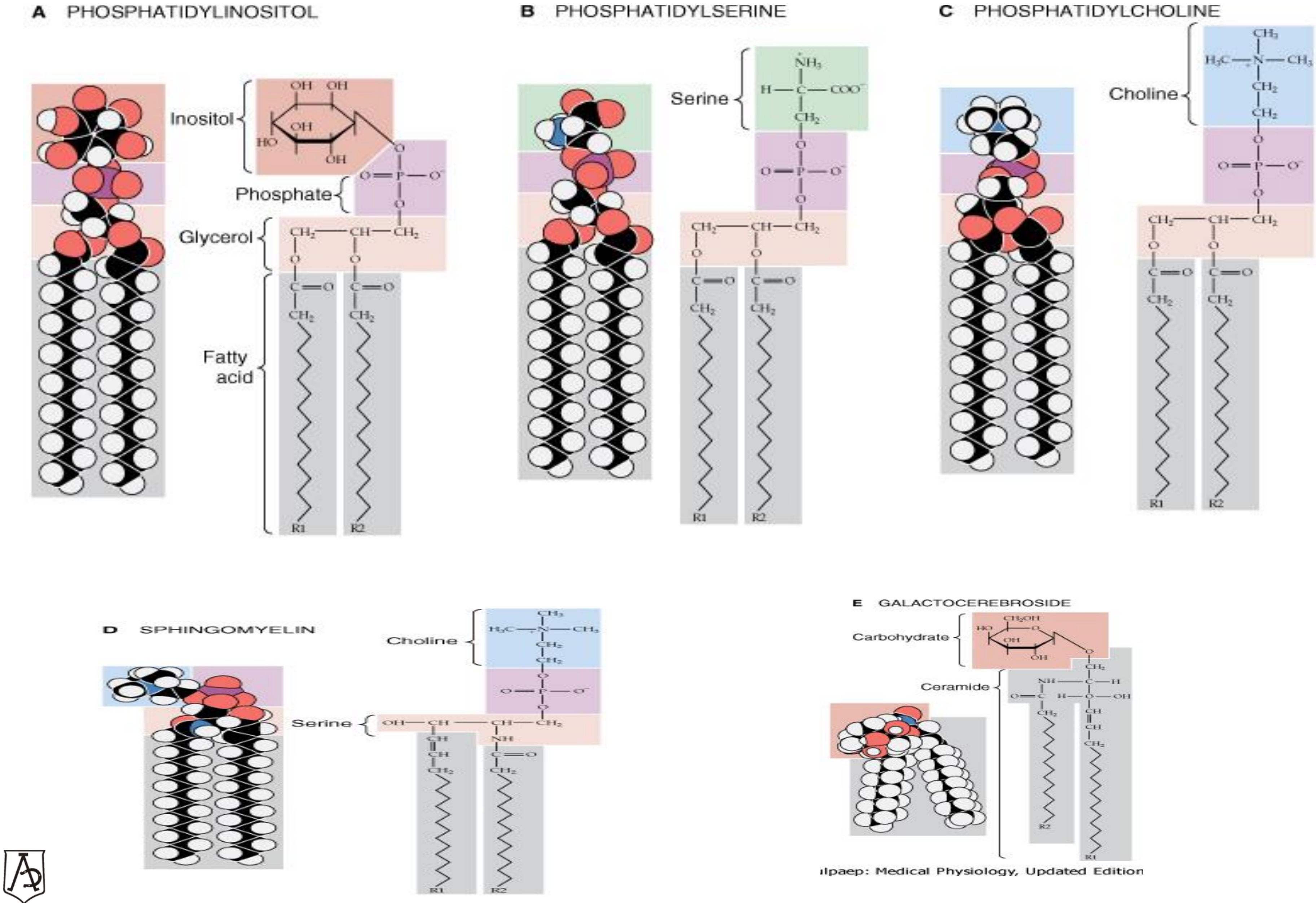
hormona, 1º mensajero

- ✓ En los rumiantes son muy importantes las necesidades del rumen y de la microflora del colon y ciego, por ello en raciones pobres en fósforo la síntesis de proteína microbiana puede verse perjudicada
- ✓ Interviene en el control del apetito aunque se desconoce el mecanismo que utiliza
- ✓ Probablemente es el mineral mas importante

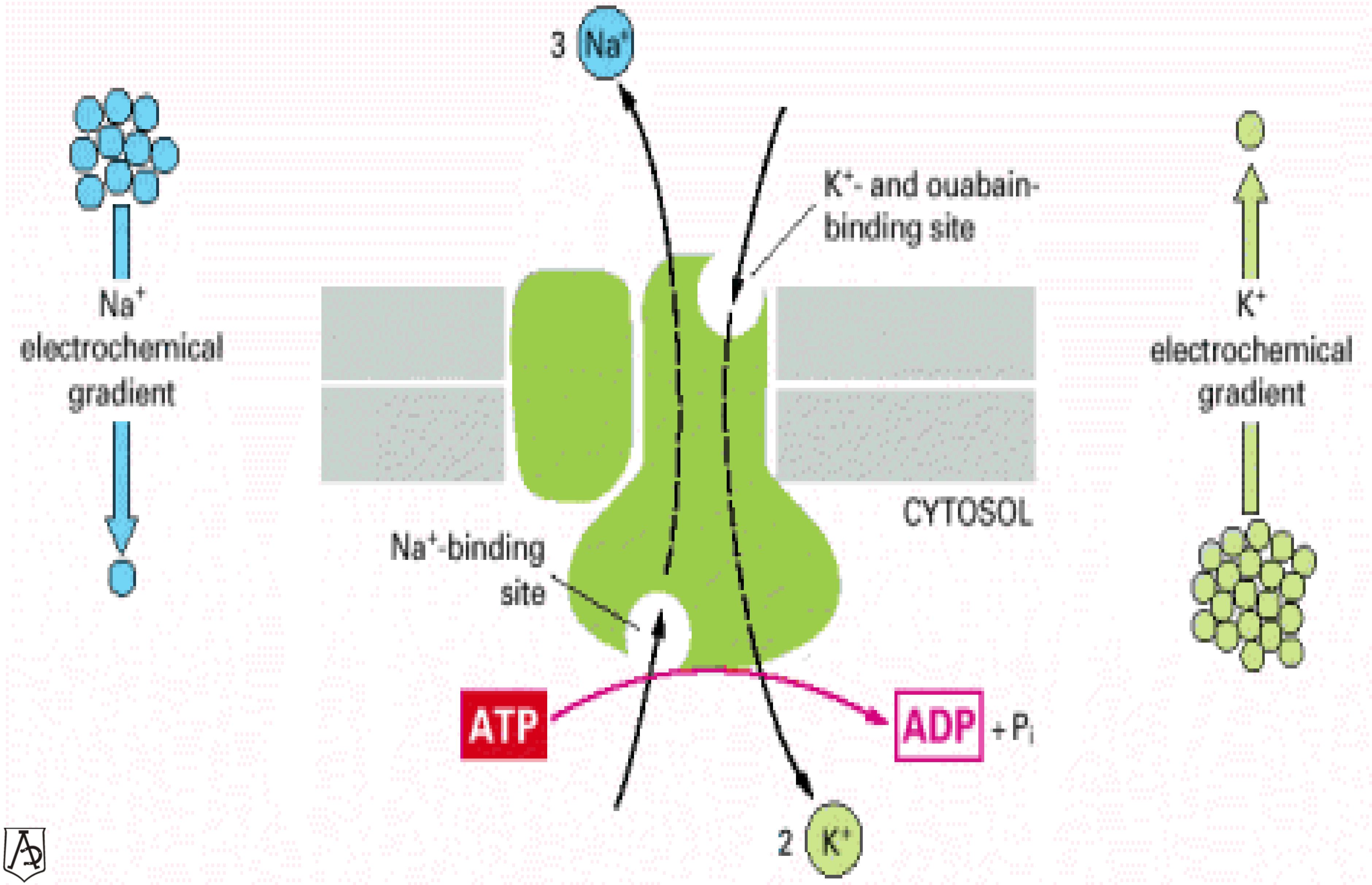

ATP
CO_2
Procesos Oxidativos
O_2
Sustratos Oxidables
$ADP + P_i$
Biosíntesis
Transporte Activo
Contracción Muscular
Transferencia Información Genética


LIPID RAFT
CYTOSOL
cholesterol
protein with longer transmembrane domain
normal *trans* Golgi network membrane
LUMEN
glycolipids
lectins
GPI-anchored protein
protein with short transmembrane domain cannot enter lipid raft

Lípidos de membranas comunes

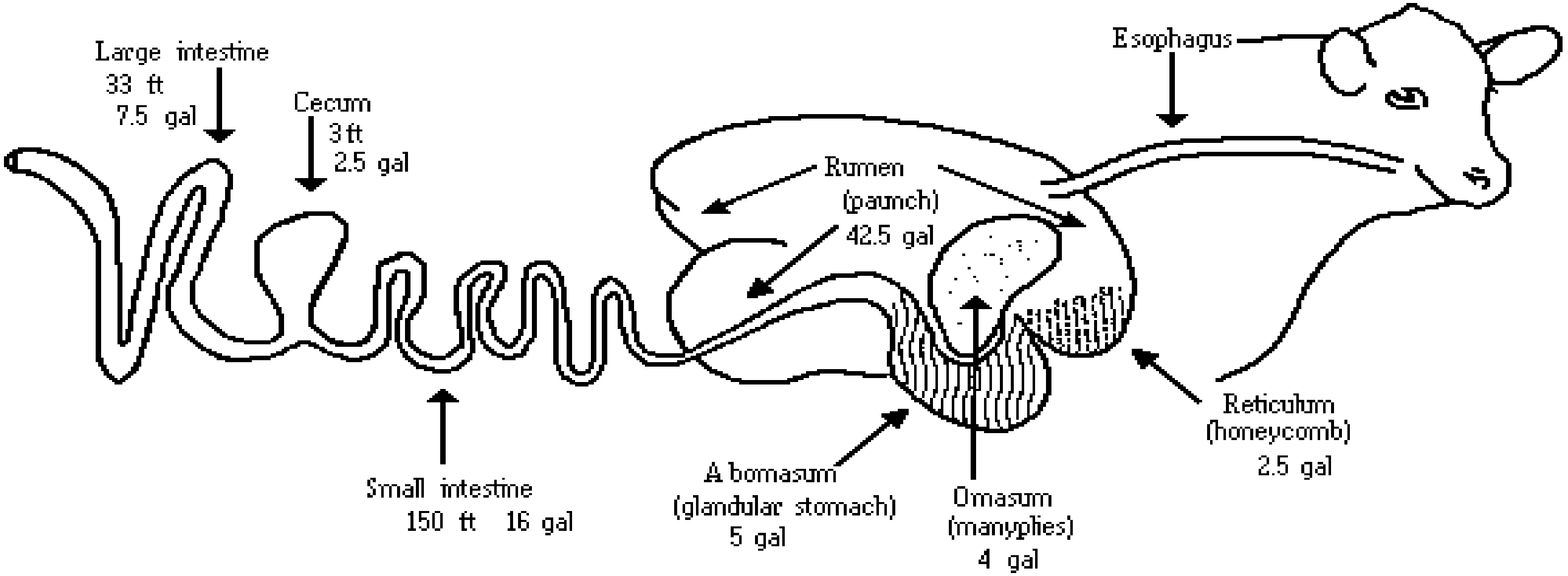

A PHOSPHATIDYLINOSITOL
Inositol
Phosphate
Glycerol
Fatty acid
OH
HO
$O=P-O^-$
$CH_2-CH-CH_2$
$C=O$
CH_2
R1
R2
B PHOSPHATIDYLSERINE
Serine
$\overset{+}{N}H_3$
$H-C-COO^-$
CH_2
C PHOSPHATIDYLCHOLINE
Choline
CH_3
$H_3C-\overset{+}{N}-CH_3$
D SPHINGOMYELIN
Choline
Serine
$OH-CH-CH-CH_2$
CH
NH
E GALACTOCEREBROSIDE
Carbohydrate
Ceramide
CH_2OH
NH
H
OH

lpaep: Medical Physiology, Updated Edition


3 Na⁺
K⁺- and ouabain-binding site
Na⁺ electrochemical gradient
K⁺ electrochemical gradient
CYTOSOL
Na⁺-binding site
ATP
ADP + Pᵢ
2 K⁺

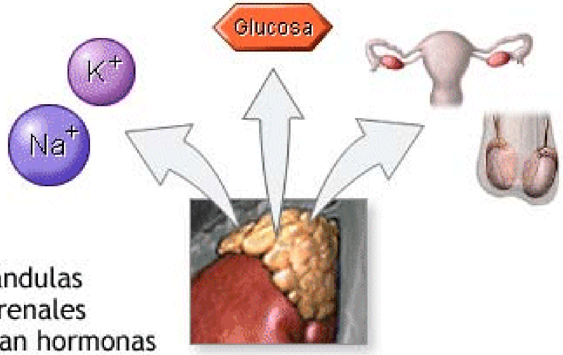
Absorción

- ✓ Absorbido en grandes cantidades como todos los aniones en la ración
- ✓ La absorción de fósforo ocurre en el Intestino Delgado. El porcentaje absorbido no se ve fuertemente afectado por la cantidad de fósforo ingerido


Large intestine
33 ft
7.5 gal
Cecum
3 ft
2.5 gal
Esophagus
Rumen
(paunch)
42.5 gal
Small intestine
150 ft 16 gal
Abomasum
(glandular stomach)
5 gal
Omasum
(manyplies)
4 gal
Reticulum
(honeycomb)
2.5 gal

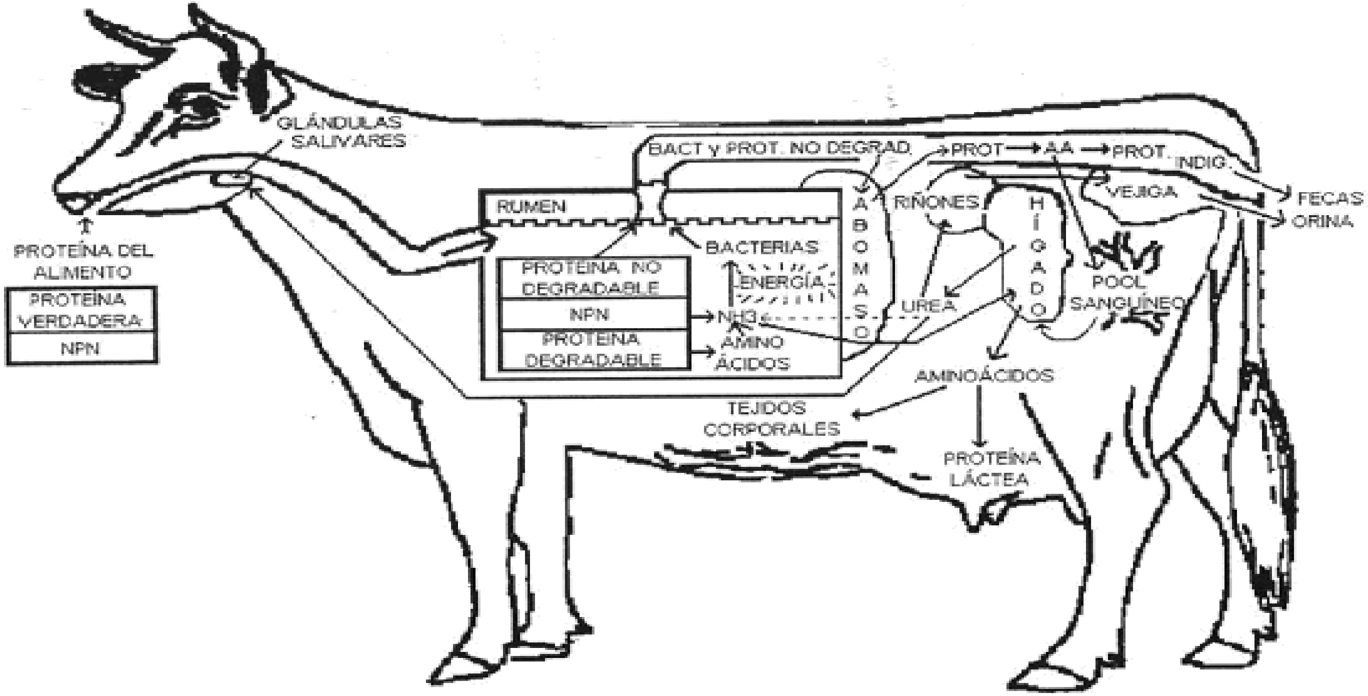
Excreción

- ✓ La variación en la excreción endógena fecal es un importante mecanismo homeostático para controlar los niveles de fósforo en el ganado
- ✓ En raciones que promueven una baja salivación (raciones granuladas y concentrados) el riñón es la principal vía de excreción
- ✓ El riñón y el tracto digestivo son las rutas utilizadas para excretar el excedente



Las glándulas suprarrenales segregan hormonas que ayudan a regular el balance químico y el metabolismo y complementan otras glándulas

- ✓ El tracto digestivo mediante la saliva, es la ruta de excreción mas importante en rumiantes en pastoreo o en aquellos alimentados con forrajes
- ✓ Las concentraciones sanguíneas y séricas de fósforo inorgánico no tienen ningún control hormonal estricto, y sus valores en animales sanos oscilan por debajo y por encima del umbral renal de 2 – 3 mmol/l.


GLÁNDULAS SALIVARES
BACT y PROT. NO DEGRAD.
PROT → AA → PROT. INDIG.
FECAS
ORINA
VEJIGA
RUMEN
ABOMASO
RIÑONES
HÍGADO
BACTERIAS
PROTEÍNA NO DEGRADABLE
NPN
PROTEÍNA DEGRADABLE
ENERGÍA
NH3
AMINO ÁCIDOS
UREA
POOL SANGUÍNEO
AMINOÁCIDOS
TEJIDOS CORPORALES
PROTEÍNA LÁCTEA
PROTEÍNA DEL ALIMENTO
PROTEÍNA VERDADERA
NPN

Requerimientos

- ✓ Ganado de carne:

Mantenimiento: 16 mg/kgPV.

Ganancia: 2.9 g/100g proteína ganada.

Lactancia: además del necesario para mantenimiento; 0.95 g/kg de leche producido.

Gestación: 7.6 g/kg peso fetal; estos requerimientos se distribuyen en los últimos tres meses de gestación.

- ✓ Ganado lechero:

Crecimiento (g/d): $(1.2 + (4.635{*}MW^{0.22})(BW^{-0.22})))*WG$

Gestación(g/d): $0.02743\ e^{(0.05527+0.000075t)t} - 0.02743e^{(0.05527+0.000075(t-1))(t-1)}$

Lactancia: el requerimiento de fósforo (g/d) es equivalente a multiplicar la producción diaria de leche por el porcentaje de fósforo en leche (0.09%).

Deficiencias

- ✓ En ganado en pastoreo, la deficiencia de fósforo se ha descrito como una de las deficiencias con mayor prevalencia a nivel mundial.
- ✓ Su deficiencia se traduce en crecimiento reducido y baja eficiencia alimenticia, disminución en el apetito, bajos índices reproductivos, baja producción de leche así como huesos frágiles.

Animal management to reduce phosphorus losses to the environment

K. F. Knowlton, J. S. Radcliffe, C. L. Novak and D. A. Emmerson

J ANIM SCI 2004, 82:E173-E195.

Introducción

Ganado lechero

- ✓ Requerido por el ganado lechero para el crecimiento o mineralización del hueso, secreción de leche, metabolismo de energía, transporte de ácidos grasos, síntesis de fosfolípidos, metabolismo de aminoácidos y síntesis de proteína
- ✓ Componente de ácidos nucleicos involucrado en el metabolismo celular, sistemas enzimáticos y bufer
- ✓ Regulación del balance de fosforo (fosfato), involucra la absorción en intestino delgado, movilización del hueso y la secreción en saliva

Table 1. Phosphorus requirements for Holstein cows (600 kg BW) with varying DMI and milk yield (NRC, 2001)

	Milk yield, kg/d						Milk yield, kg/d					
DMI, kg/d	30	32	34	36	38	40	30	32	34	36	38	40
	Absorbed P requirement, g/d						Dietary P requirement, % of diet DM[a]					
21.8	49	51	52	54	56	58	**0.35**	0.36	0.37	0.39	0.40	0.41
22.5	49	51	53	55	57	58	0.33	**0.34**	0.35	0.37	0.38	0.39
23.2	50	52	54	56	57	59	0.32	0.34	**0.35**	0.36	0.37	0.38
23.9	51	53	54	56	58	60	0.32	0.33	0.34	**0.35**	0.36	0.38
24.6	52	53	55	57	59	61	0.31	0.32	0.34	0.35	**0.36**	0.37
25.3	52	54	56	58	60	61	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	**0.36**

[a] Boldface data indicate dietary P concentrations based on NRC-predicted DMI for the specified level of milk yield.

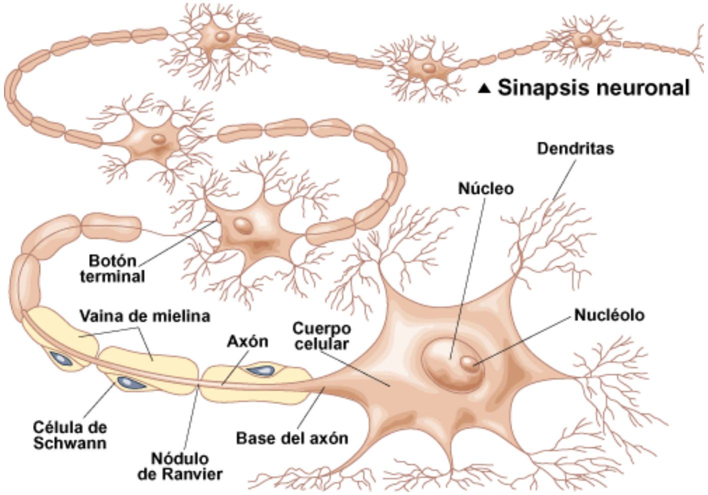
Tel: 01508 482455
erseys Pedigree Holsteins

Table 2. Phosphorus requirements for growing and finishing Angus cattle of varying body weight and average daily gain (NRC, 1996)

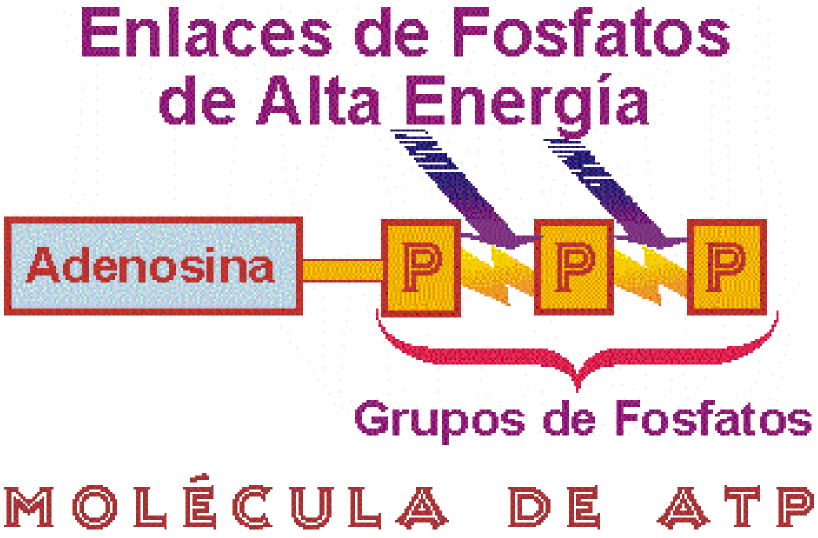
	Body weight, kg					
ADG, kg/d	200	250	300	350	400	450
	Dietary P requirement, g/d					
0.5	11	11	12	12	14	15
1.0	16	16	16	16	18	18
1.5	21	21	20	20	21	21
2.0	26	25	25	24	25	24
2.5	31	30	29	27	27	26

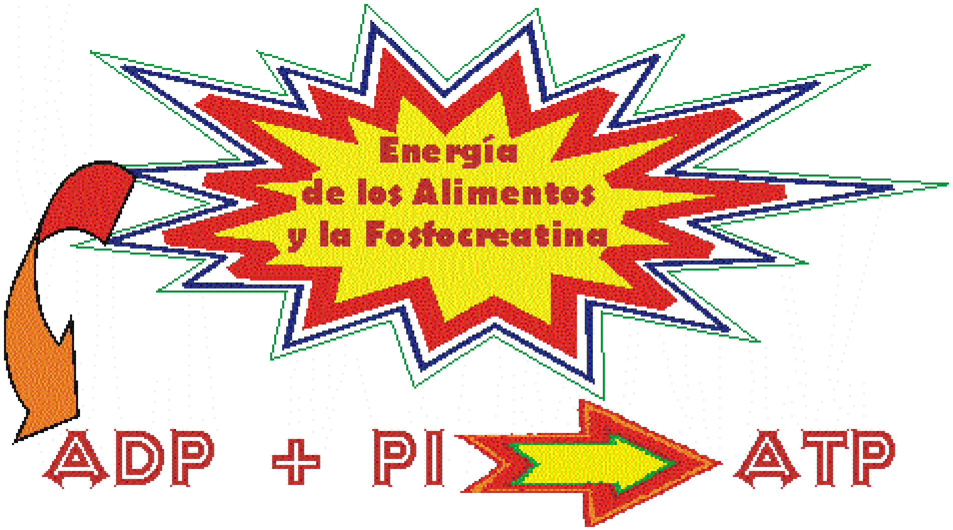
Magnesio

- ✓ Cuarto catión más abundante en el organismo y el segundo catión más abundante en el compartimiento intracelular
- ✓ Necesario como cofactor para reacciones enzimáticas para la mayoría de las reacciones metabólicas
- ✓ El magnesio extracelular es vital para la conducción del impulso nervioso, función muscular, ya que se encuentra relacionado en el mantenimiento del potencial eléctrico de miocitos y neuronas; además de la formación del hueso.


▲ Sinapsis neuronal
Dendritas
Núcleo
Botón terminal
Vaina de mielina
Nucléolo
Axón
Cuerpo celular
Célula de Schwann
Base del axón
Nódulo de Ranvier

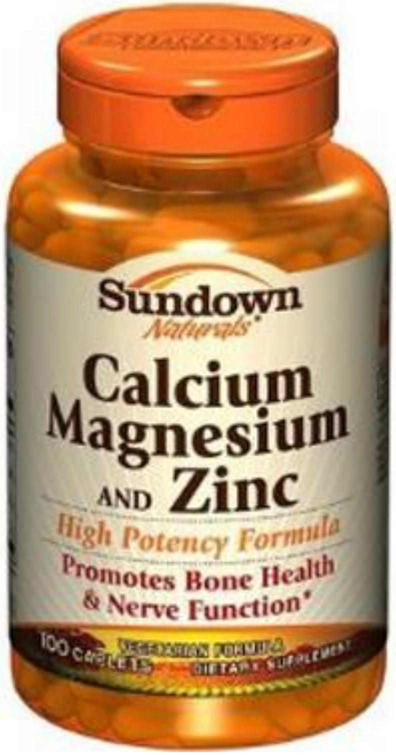
- ✓ Se conocen mas de 300 enzimas que son activadas por el magnesio
- ✓ Mg se considera esencial, dado el complejo Mg-ATP, para todos los procesos biosintéticos incluyendo a la glucólisis, transporte transmembranal dependiente de energía, formación de AMPc y transmisión del código genético
- ✓ Concentración en plasma: 0.75-1.0 mmol/L en vacas.


Enlaces de Fosfatos de Alta Energía
Adenosina
P
P
P
Grupos de Fosfatos
MOLÉCULA DE ATP


Energía de los Alimentos y la Fosfocreatina
ADP + PI
ATP

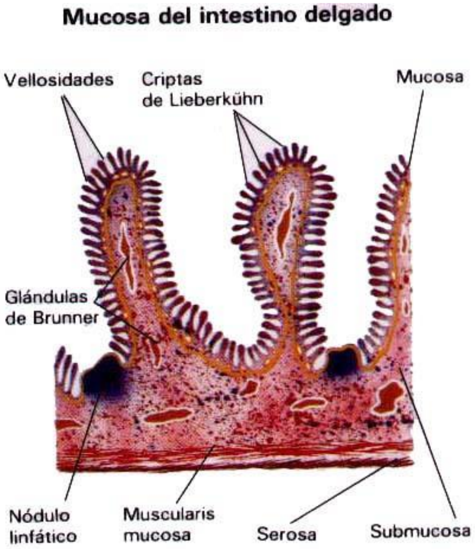
✓ Hueso no es una fuente significante de magnesio que pueda ser utilizado en condiciones de déficit, como ocurre con el calcio

✓ Niveles normales de mantenimiento dependen de la absorción del mineral.

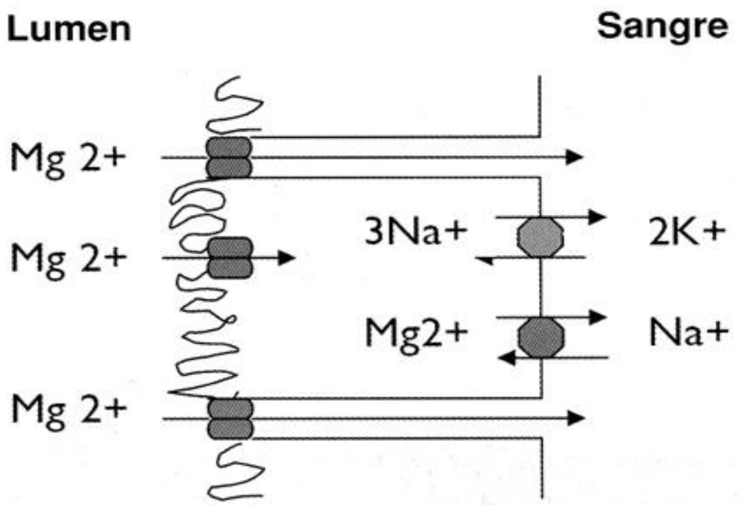

Sundown Naturals
Calcium
Magnesium
AND Zinc
High Potency Formula
Promotes Bone Health
& Nerve Function*
100 CAPLETS
VEGETARIAN FORMULA
DIETARY SUPPLEMENT

Absorción

- ✓ Mg es absorbido principalmente en el intestino delgado en rumiantes jóvenes
- ✓ Conforme el rumen-retículo se desarrollan representan el principal sitio de absorción del magnesio
- ✓ A través de la pared ruminal se da mediante transporte activo y pasivo
- ✓ El sistema de transporte para el magnesio es un sistema asociado al transporte activo de sodio.

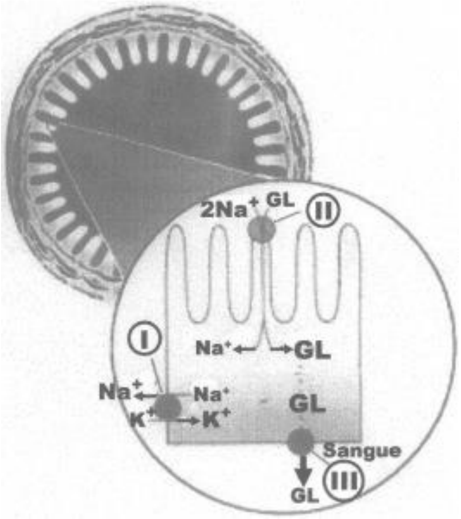

Mucosa del intestino delgado
Vellosidades
Criptas de Lieberkühn
Mucosa
Glándulas de Brunner
Nódulo linfático
Muscularis mucosa
Serosa
Submucosa

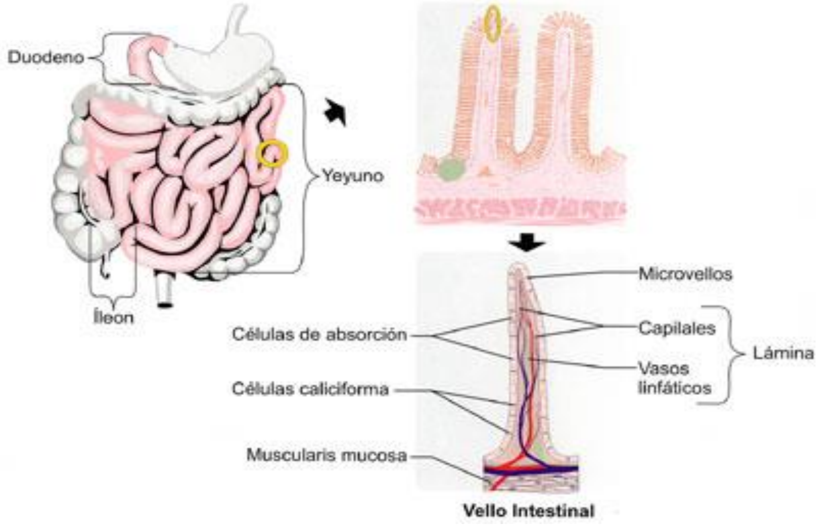
- ✓ Hay dos vías para la absorción de Mg, la ruta paracelular y transcelular
- ✓ La ruta paracelular consiste de cruces apretados y espacio intracelular entre las células epiteliales, la cual depende de la fuerza de manejo pasiva y la permeabilidad de esta ruta para el Mg
- ✓ La ruta transcelular consiste en la afluencia a través de la membrana apical de las células epiteliales y de la afluencia a través de la membrana basolateral.



- ✓ La concentración intracelular de Mg ionizado se registró entre 0.5 y 1.0 mM en células epiteliales de bovinos y entre 0.4 ovinos. Además, la concentración de magnesio ionizado es de 0.4 a 0.6 mM en la sangre.

- ✓ Por lo tanto, la concentración intracelular de Mg ionizado es generalmente considerada mas baja que su concentración luminal y esta cercana a su concentración en la sangre. La entrada de Mg ionizado a las células epiteliales no requiere energía pero el flujo es dependiente de energía.


2Na+ GL
II
I
Na+
GL
Na+
K+
Na+
K+
GL
Sangue
GL
III


Duodeno
Yeyuno
Íleon
Microvellos
Células de absorción
Capilales
Lámina
Vasos linfáticos
Células caliciforma
Muscularis mucosa
Vello Intestinal

- ✓ La absorción de magnesio aumenta con incrementar carbohidratos fermentables en las dietas. La ingestión de carbohidratos fermentables aumenta rápidamente la concentración de ácidos grasos volátiles y CO_2/HCO_3 en el rumen, lo cual estimula directamente la absorción de Mg por las células epiteliales.

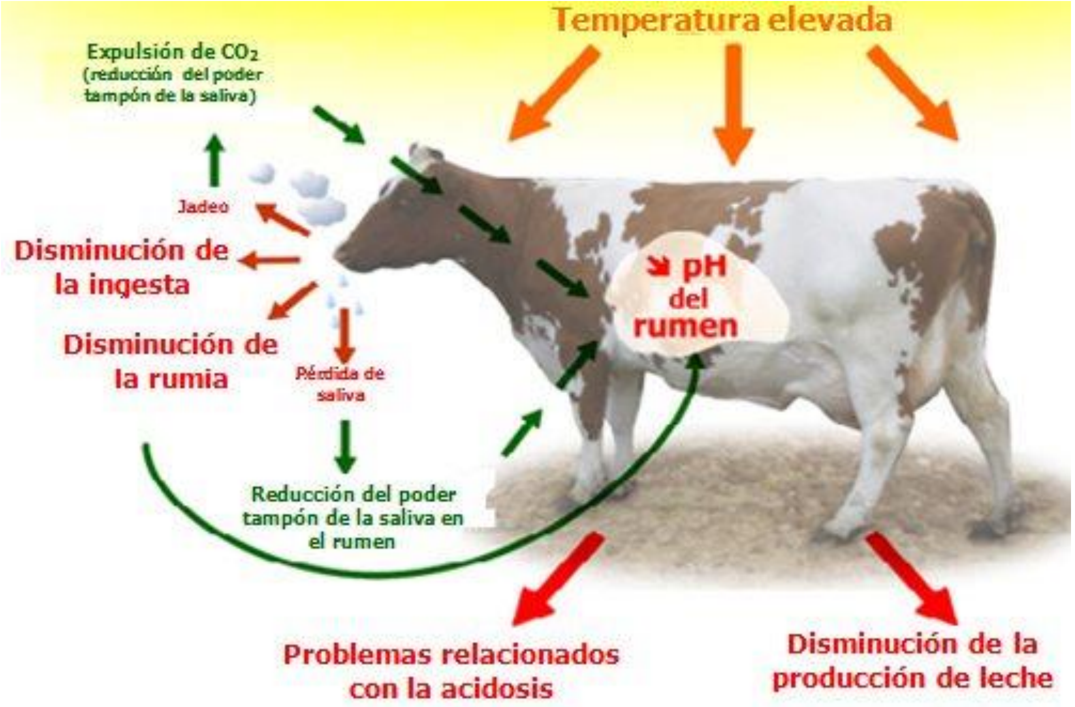
Penny Bowie

SoloStocks

- ✓ El alto consumo de sustancias nitrogenadas incrementa la concentración de amoniaco ruminal a través de la fermentación debido a que la degradación de la proteína alimenticia es mas alta que la síntesis de la proteína microbial en esta condición, la cual reduce pasajeramente la absorción de Mg.

✓ Además la reducción de pH ruminal incrementa la absorción de Mg al incrementar su solubilidad. Las concentraciones de ácidos grasos volátiles y amoniaco afectan la absorción de pH y Mg ruminal.

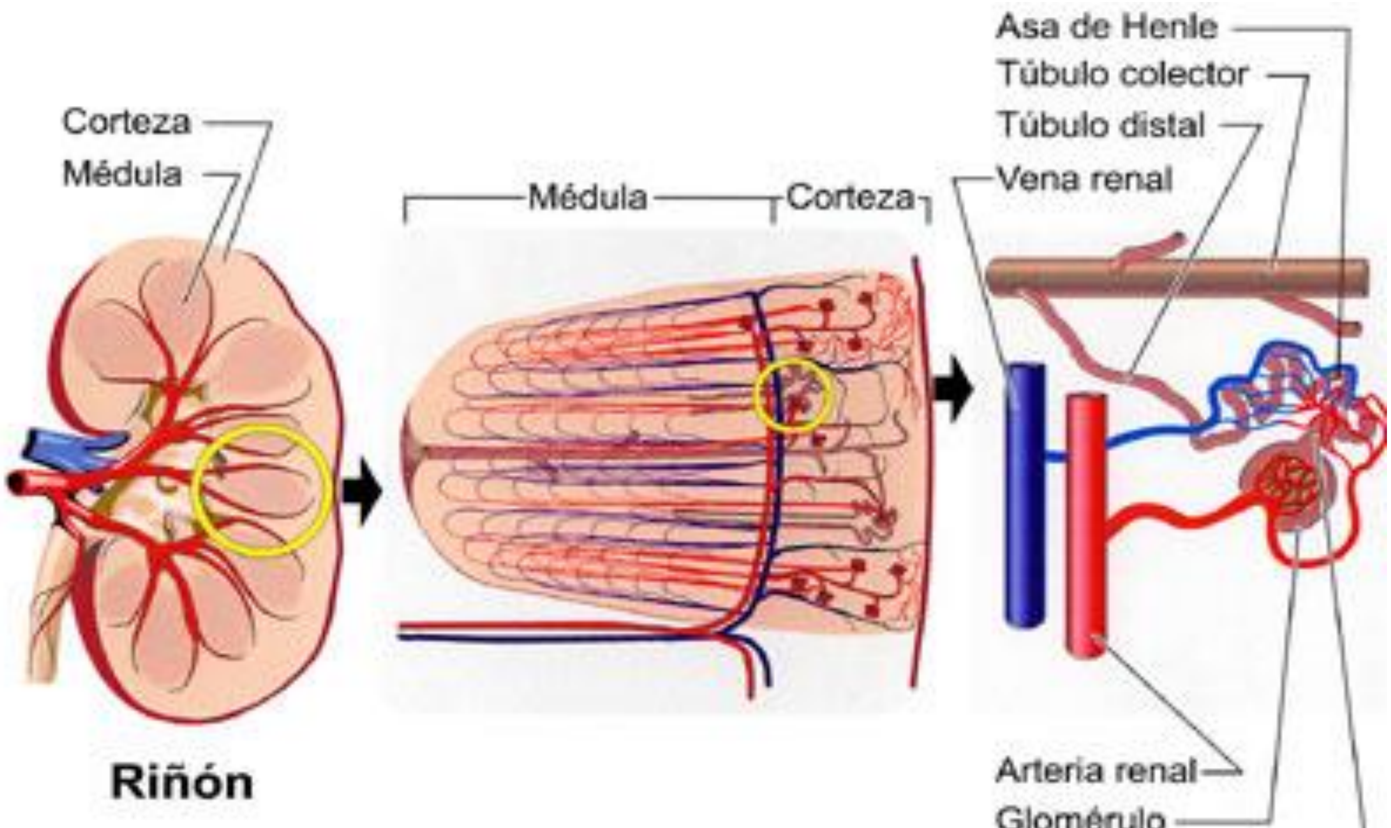
✓ Alta concentración de potasio (K) en el rumen suprime en gran parte y directamente la absorción de Mg por las células epiteliales.


Temperatura elevada
Expulsión de CO_2 (reducción del poder tampón de la saliva)
Jadeo
Disminución de la ingesta
Disminución de la rumia
Pérdida de saliva
Reducción del poder tampón de la saliva en el rumen
↘ pH del rumen
Problemas relacionados con la acidosis
Disminución de la producción de leche

- ✓ La concentración de Mg en la leche de vaca es de aproximadamente 5 mM. Una vaca que produce 30 kg de leche perdería 150 mmol de mg/día en la leche, la cual corresponde aproximadamente a la mitad del Mg absorbido.
- ✓ La concentración de Mg en la leche estaba relativamente estable en vacas con deficiencia de Mg pero la producción de leche disminuyo.

Excreción

- ✓ Mg es endógenamente excretado tanto en orina como en heces. La excreción urinaria de magnesio fue mucho más grande que la excreción fecal endógena en ovejas que les fue dado Mg a los niveles requeridos.


Corteza
Médula
Riñón
Médula
Corteza
Asa de Henle
Túbulo colector
Túbulo distal
Vena renal
Arteria renal
Glomérulo
Túbulo proximal

Deficiencia

- ✓ Principal manifestación de deficiencia de Mg induce un crecimiento retardado, hiperirritabilidad y tetania, vasodilatación periférica, anorexia, descoordinación muscular y convulsión

- ✓ Aunque la concentración de Mg en forrajes satisface generalmente los requerimientos de los rumiantes, la concentración de Mg varía en gran parte con las especies de plantas, madurez, suelo y clima en la cual se desarrollan las mismas.

- ✓ El Mg en forrajes es ocasionalmente bajo y se observa hipomagnesemia en bovinos de pastoreo. La hipomagnesemia (tetania de los pastos) en rumiantes se clasifica en un tipo de desarrollo rápido y un tipo de desarrollo lento.

- ✓ El comienzo de la tetania de los pastos esta más cercanamente asociada con la concentración de Mg en el fluido cerebroespinal (CSF) que con el Mg sanguíneo. La concentración de Mg en el CSF era mas baja en vacas afectadas clínicamente que en vacas sin tetania pero la concentración de Mg en el plasma era casi similar entre ellas.

- ✓ La baja concentración de Mg en el CSF estaba asociada con alteraciones en la concentración monoamina en el sistema nervioso central que jugo un importante papel en ambas funciones motoras voluntaria e involuntaria. Por lo tanto, se considero que la alteración de la concentración monoamina juega un papel en la etiología de la tetania hipomagnesémica.

- ✓ La concentración de Mg es mas alta en el CSF que en el plasma y la diferencia de la concentración de Mg es generada por su transporte activo.

- ✓ El inicio del pastoreo al comienzo de la primavera tensiona a los animales por rápidos cambios en el ambiente.
- ✓ Una reacción al estrés que envuelve al axis adrenal-glucorticoidal, incrementa la concentración de K circulante y reduce el transporte de Mg al otro lado del plexo Coroidal, lo cual es una de las causas de esta enfermedad.
- ✓ Así, factores ambientales y alimenticios desarrollan sinérgicamente tetania de pasto.

- ✓ La hipomagnesemia sub-clínica es observada en el ganado por muchos meses específicamente durante el invierno.

- ✓ Cuando la concentración de Mg en el plasma llega a niveles críticamente bajos, esta acompañada por síntomas clínicos tales como, incoordinación moderada, tetania e hiperirritabilidad.

- ✓ Tetania en invierno se desarrolla por baja cantidad de Mg en la dieta, baja calidad de los alimentos y tensión ambiental tales como frío extremo y clima mojado.

- ✓ La reducción de consumo de energía suprime la fermentación ruminal, la cual disminuye los ácidos grasos volátiles y concentraciones de CO_2 y eleva la concentración amoniacal en el rumen.
- ✓ Además, la reducción del consumo de energía incrementa el pH ruminal debido a una alta concentración de amoniaco y baja concentración de acido graso volátil en el rumen. Estos cambios disminuyen la absorción de Mg en el rumen.

Exceso

- ✓ La toxicosis de Magnesio no ha sido reportada y no aparece en muchos animales a los cuales se les da alimentos naturales pero es más posible que ocurra al utilizar un exceso en la suplementación con Mg. Por otra parte, el exceso de Mg puede inducir urolitiasis de rumiantes

Requerimientos

Ganado lechero:

- ✓ Vaquillas: 0.45 g/Kg de peso vivo ganado
- ✓ Gestación temprana y media: 0.181 gr/día
- ✓ Último tercio de gestación: 0.33 g/día.

Ganado de carne:

- ✓ Crecimiento y finalización: 0.1%
- ✓ Vacas gestantes: 0.12%
- ✓ Vacas lactantes: 0.2%

Estimados para reemplazar pérdida endógena de: 3 mg/kg PV

- ✓ Crecimiento: 0.12 g/kg ganado
- ✓ Lactancia: 0.12 g/kg de leche
- ✓ Preñez: 0.12, 0.21 y 0.33 g/día en el primer, segundo y tercer tercio respectivamente.

Quantitative Prediction of Magnesium Absorption in Dairy Cows

J. T. Schonewille,*1 H. Everts,* S. Jittakhot,† and A. C. Beynen*

J. Dairy Sci. 91:271–278
doi:10.3168/jds.2007-0304
© American Dairy Science Association, 2008.

Introducción

- ✓ Mg juega un rol esencial en el metabolismo porque influye en más de 300 enzimas celulares que están involucradas en el metabolismo de energía y síntesis de proteína (Ryan, 1991)
- ✓ Vacas con hipomagnesemia clínica (Mg en plasma <0.4 mmol/L) presentan tetania de los pastos
- ✓ Hipomagnesemia subclínica (Mg en plasma 0.4 a 0.8 mmol/L)
- ✓ Asociado con fiebre de la leche (hipocalcemia ó peresia puerperal)

Table 1 (Continued). Data used for regression analysis

							True Mg absorption[1]		
Reference	BW (kg)	DMI (kg/d)	K (g/kg of DM)	Mg (g/kg of DM)	Mg intake (g/d)	K intake (g/d)	(g/d)	(% of intake)	n[2]
Jittakhot et al. (2004c)	790	7.1	20.5	5.80	41.1	145	8.36	20.3	6
		7.5	48.2	5.47	41.0	361	8.46	20.6	6
		8.0	75.6	5.02	40.0	602	3.96	9.9	6
		7.1	20.9	9.69	68.9	149	15.96	23.2	6
		7.5	47.8	9.25	69.6	360	12.06	17.3	6
		8.0	75.5	8.55	68.7	607	7.96	11.6	6

[1] True Mg absorption (g/d) was calculated as Mg intake (g/d) – fecal Mg excretion (g/d) + 0.004 × BW.

[2] Number of cows on each ration.

[3] Data from individual cows fed similar diets were pooled.

Table 3. Descriptive statistics for the data set (n = 68 treatment means from 15 studies) used to generate the equations[1]

Item	Mean	SD	Minimum	Maximum
BW, kg	624	275.9	350	790
DMI, kg/d	8.8	8.39	4.4	18.6
Mg content, g/kg of DM	4.48	7.450	0.45	17.3
K content, g/kg of DM	30.3	29.19	6.9	75.6
Mg intake, g/d	37.7	59.59	2.3	124.3
K intake, g/d	258	288.6	55	607
Apparent Mg absorption[2]				
g/d	6.1	12.11	0.3	22.0
% of intake	14.7	14.73	1.9	30.0
True Mg absorption				
g/d	8.6	12.40	1.7	24.8
% of intake	26.2	21.83	9.9	73.7

[1] Means and standard deviations (SD) are corrected for the number of animals per treatment.

[2] Data not shown in Table 1.

$$\text{Mg absorption (g/d)} = 3.6\ (\pm 0.67) + 0.20\ (\pm 0.01) \times \text{Mg intake (g/d)} - 0.08\ (\pm 0.014) \times \text{dietary K (g/kg of DM)}.$$

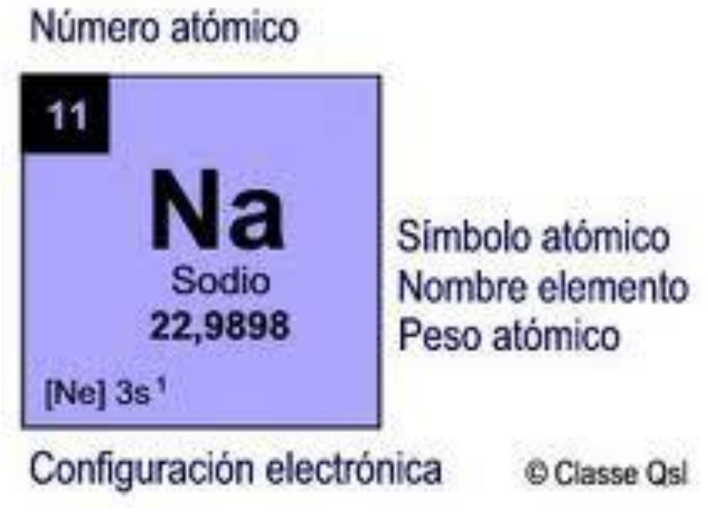
Conclusión

- ✓ Raciones basadas en forrajes asociadas en concentraciones de Mg y K en la dieta, tienen una absorción verdadera de Mg alrededor del 20% del consumo
- ✓ Efecto inhibitorio de la absorción de Mg sobre el K de la dieta, es de 0.31 % (unidades/g de K en la materia seca)
- ✓ Cantidad de Mg absorbido se mantiene cuando el contenido de K en la dieta se incrementa en 10 g/kg de materia seca, por lo tanto, el consumo de Mg debe incrementarse 4 g/d.

Sodio

- Necesidades de sodio en los rumiantes son altas, por ello el organismo a desarrollado una tenaz habilidad para conservarlo, ello mediante el riñón y una eficiente absorción del intestino tanto delgado como grueso.

- Ganado lechero utiliza el sodio de la dieta de manera bastante eficiente, pero solo pequeñas cantidades se almacenan en una forma que se encuentre realmente disponible para el metabolismo.


Número atómico
11
Na
Sodio
22,9898
[Ne] 3s 1
Símbolo atómico
Nombre elemento
Peso atómico
Configuración electrónica
© Classe Qsl

- ✓ Proporcionar sodio en exceso resulta en un incremento en la excreción, lo que contribuirá a un exceso en el medio ambiente y con ello salinidad del agua y suelo, y por lo tanto en la toxicidad de las plantas.

Silo de Maíz

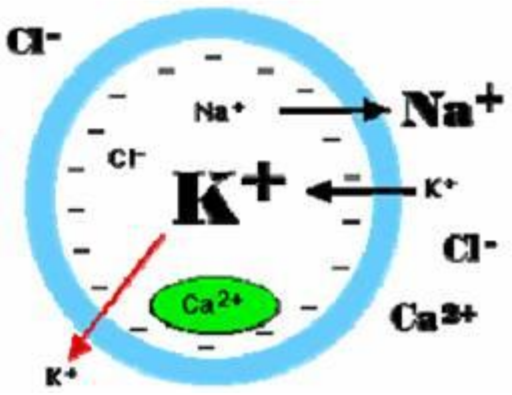
Importancia fisiológica

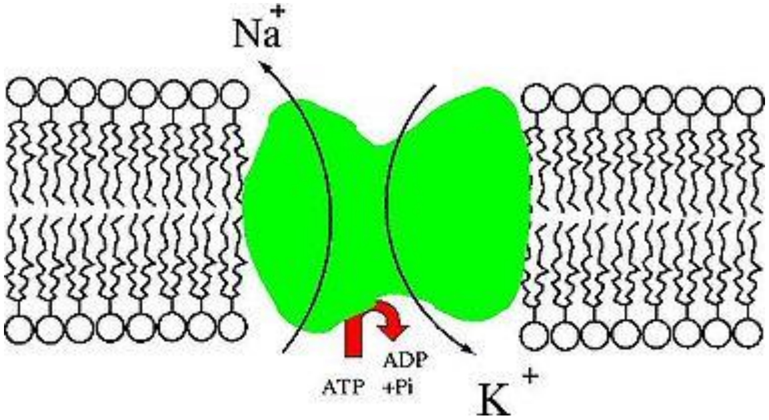
- ✓ Principal catión extracelular

- ✓ 30 – 50% del total del sodio en el cuerpo de los rumiantes es una fracción no intercambiable de la estructura cristalina del hueso

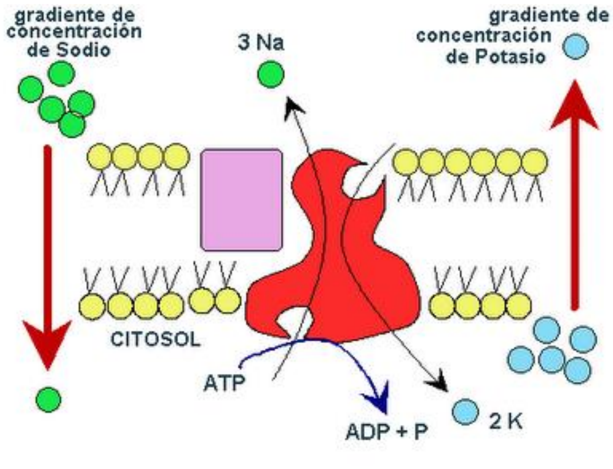
- ✓ Fracción intercambiable del sodio modula el volumen del fluido extracelular y el equilibrio ácido – base

- ✓ De la misma manera, la función cardiaca y la transmisión y conducción del impulso nervioso son dependientes del balance adecuado de sodio y potasio.



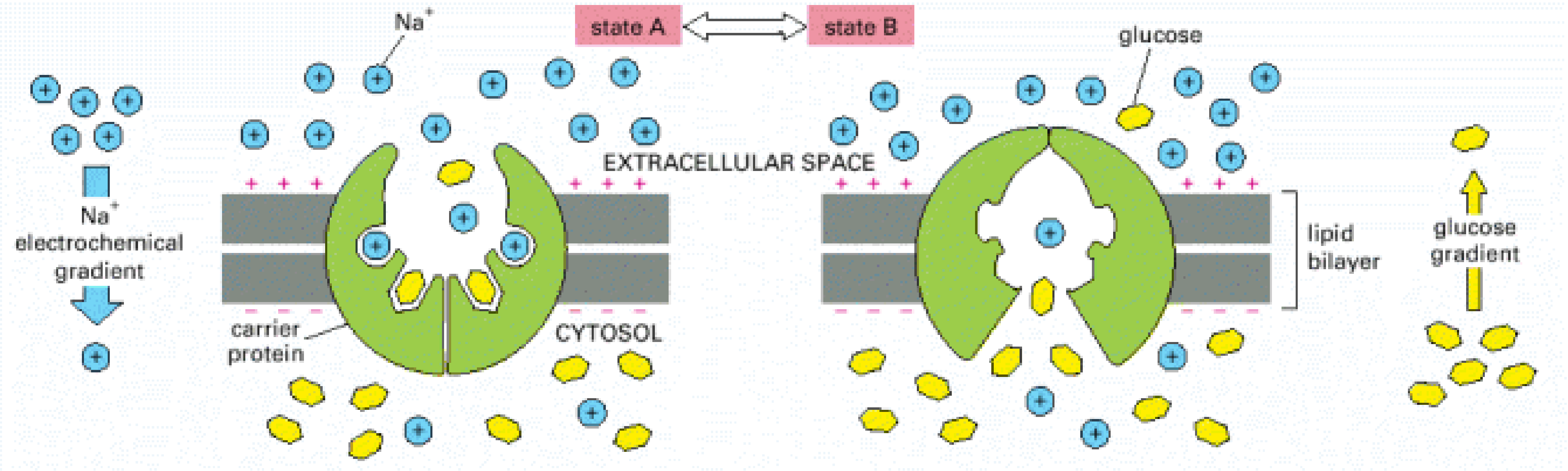


- ✓ Sodio igualmente juega un papel importante en la formación de la enzima Na – K ATPasa, responsable de crear los gradientes eléctricos para el transporte de nutrientes
- ✓ La bomba de Na – K es esencial para todas las células eucarióticas, transportando glucosa y aminoácidos además de iones fosfato dentro de la célula; e hidrógeno, calcio, bicarbonato, potasio y cloro fuera de ella.
- ✓ Además de ello es el mayor componente mineral de la saliva lo cual sirve como buffer en la fermentación ruminal.


gradiente de concentración de Sodio
3 Na
gradiente de concentración de Potasio
CITOSOL
ATP
ADP + P
2 K

Transporte mediado por el gradiente de concentración de Na^+

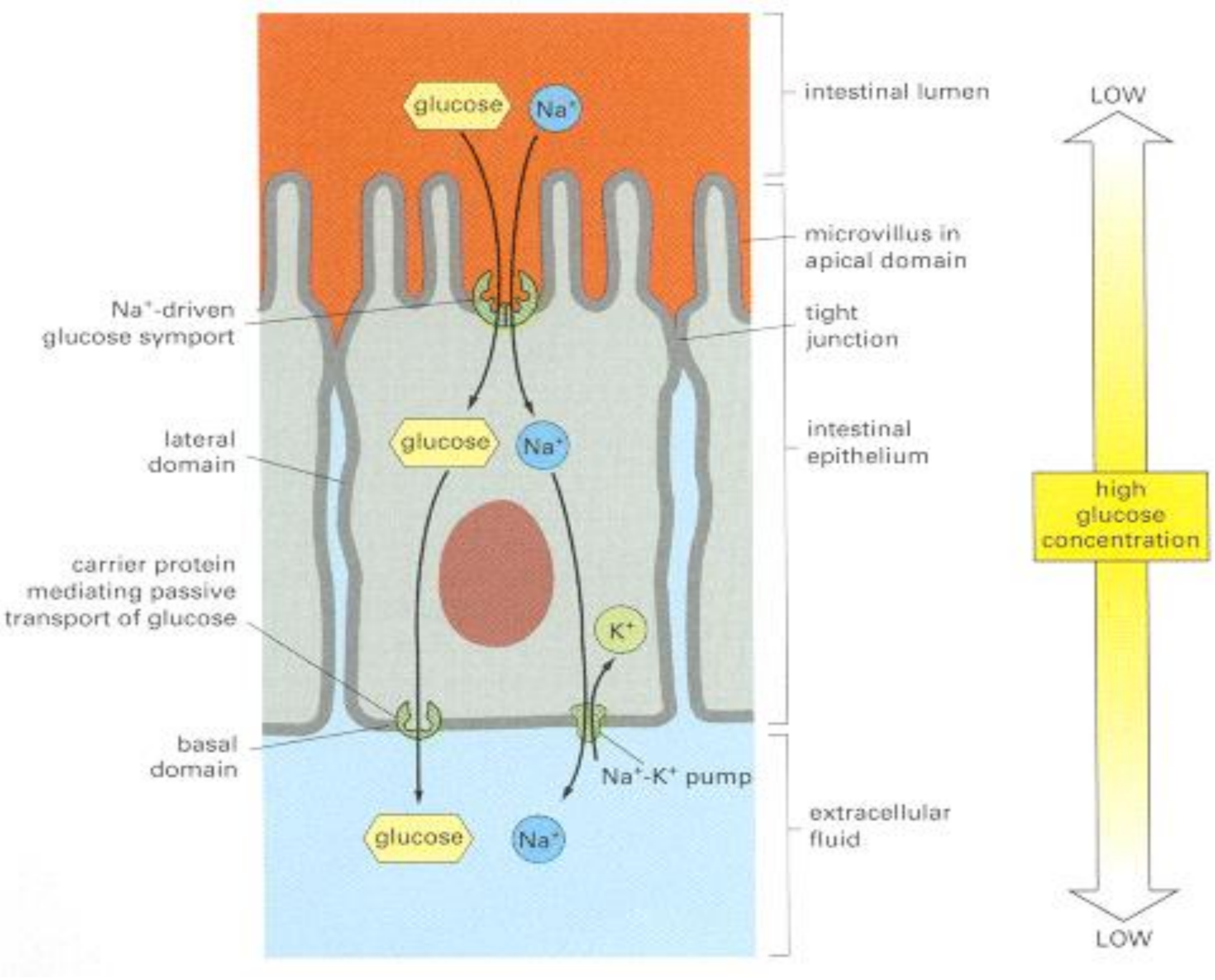
Membrana de la célula animal es común encontrar que el gradiente electroquímico de Na^+ sea la fuerza motriz para el transporte de otras células



Na+
state A
state B
glucose
EXTRACELLULAR SPACE
Na+ electrochemical gradient
carrier protein
CYTOSOL
lipid bilayer
glucose gradient

Células epiteliales del intestino y riñón

Transporte transcelular

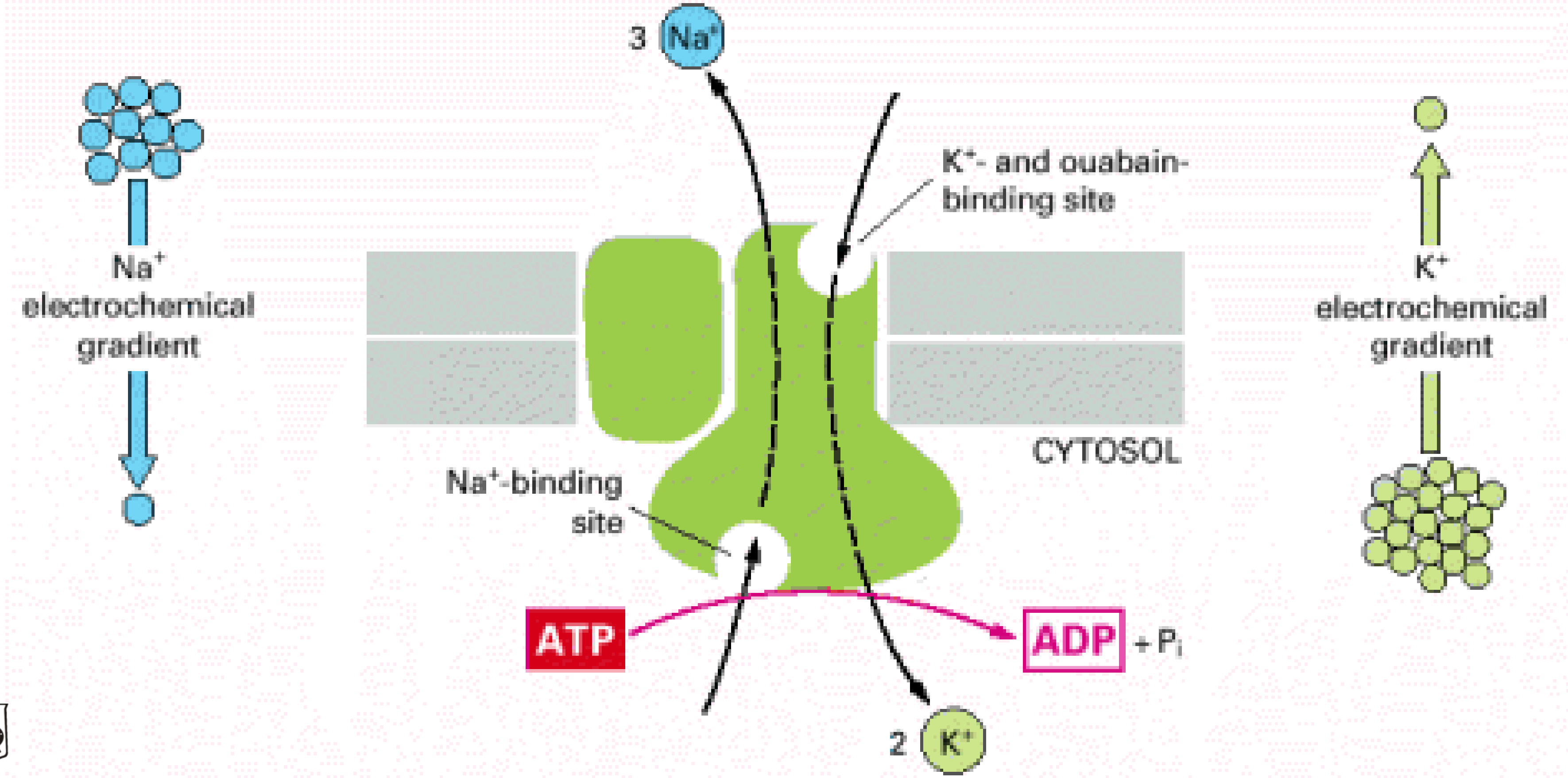


glucose
Na⁺
intestinal lumen
LOW
microvillus in apical domain
Na⁺-driven glucose symport
tight junction
lateral domain
glucose
Na⁺
intestinal epithelium
high glucose concentration
carrier protein mediating passive transport of glucose
K⁺
basal domain
Na⁺-K⁺ pump
extracellular fluid
glucose
Na⁺
LOW

Bomba de Na^+-K^+

✓Antiporter, bombea Na^+ hacia el exterior de la célula y K^+ hacia el interior, en contra de sus gradientes de concentración

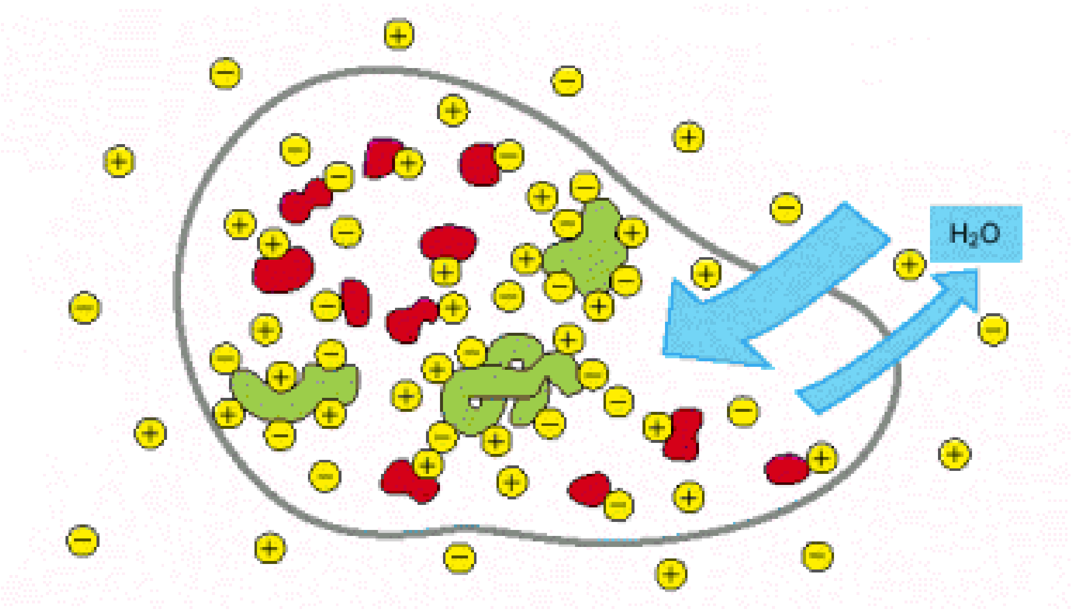
✓Hidroliza ATP en un proceso de auto fosforilación (ATPasas trasportadoras tipo P)

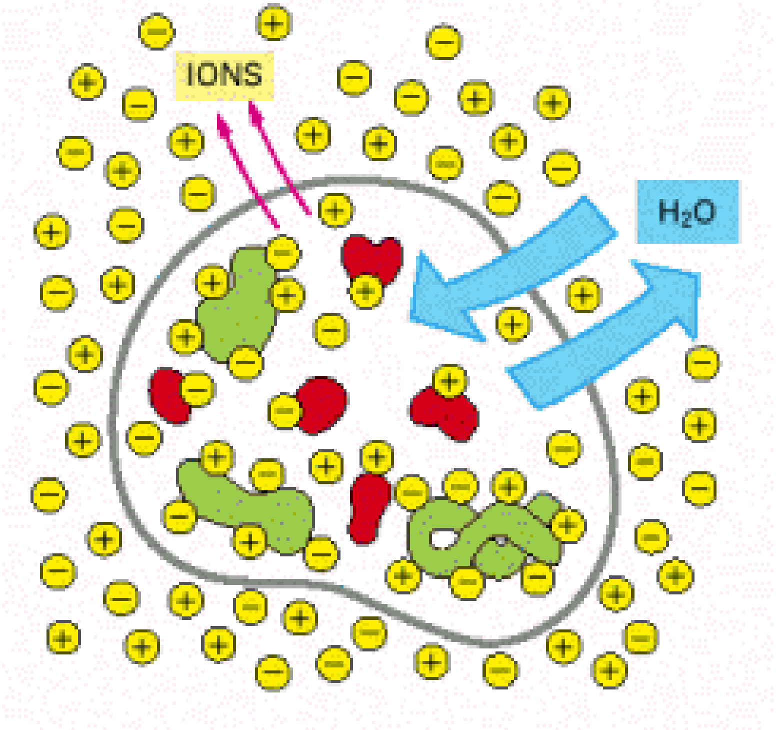

3 Na⁺
K⁺- and ouabain-binding site
Na⁺ electrochemical gradient
K⁺ electrochemical gradient
CYTOSOL
Na⁺-binding site
ATP
ADP + Pᵢ
2 K⁺

Concentración de iones en el cytosol y en el espacio extracellular

Componente	Concentración intracelular (mM)	Concentración extracelular (mM)
Cationes		
Na^+	5-15	145
K^+	140	5
Mg^{2+}	0.5	1-2
Ca^{2+}	10^{-4}	1-2
H^+	7x10^{-5} ($10^{-7.2}$ M o pH 7.2)	4x10^{-2} ($10^{-7.4}$ M o pH 7.4)
Aniones		
Cl^-	5-15	110

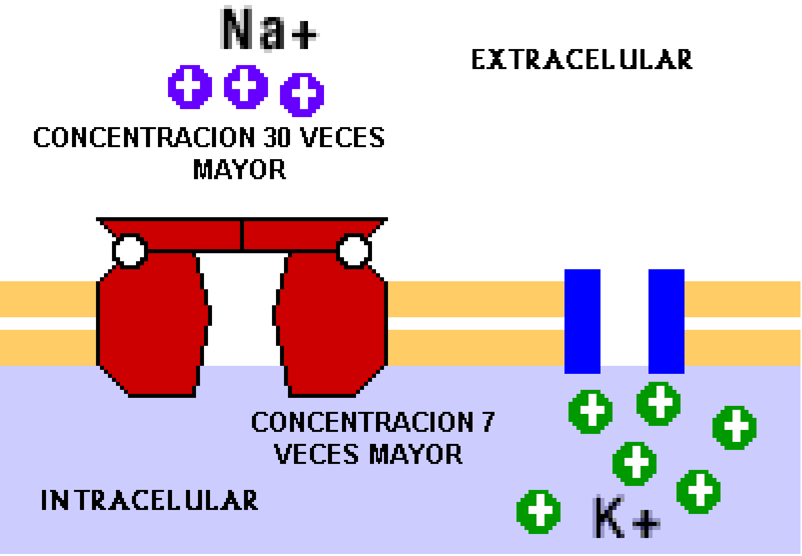
La bomba de Na^+- K^+ mantiene el balance osmótico bombeando Na^+ fuera de la célula

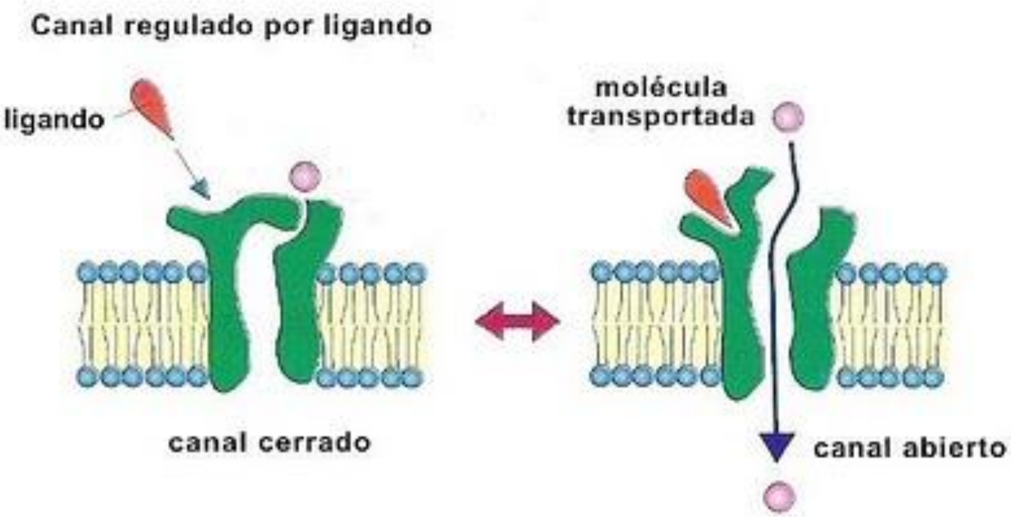




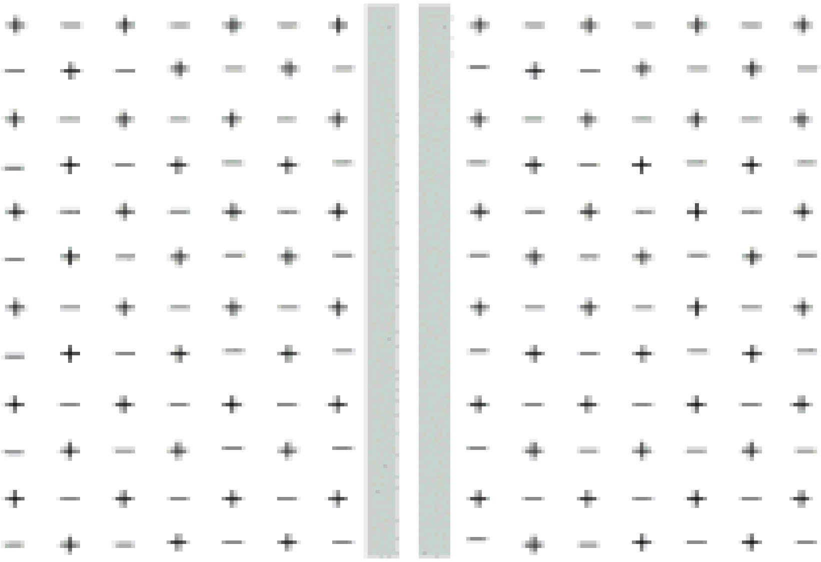
Canales iónicos y propiedades eléctricas de las membranas

- ✓ Poros hidrofílicos a través de la membrana
- ✓ Alta eficiencia en el transporte
- ✓ Hasta 100 millones de iones/segundo
- ✓ 10^5 veces mas rápido que cualquier proteína transportadora
- ✓ Transportadores pasivos para iones inorgánicos
- ✓ Na^+, K^+, Ca^{++}, Cl^-

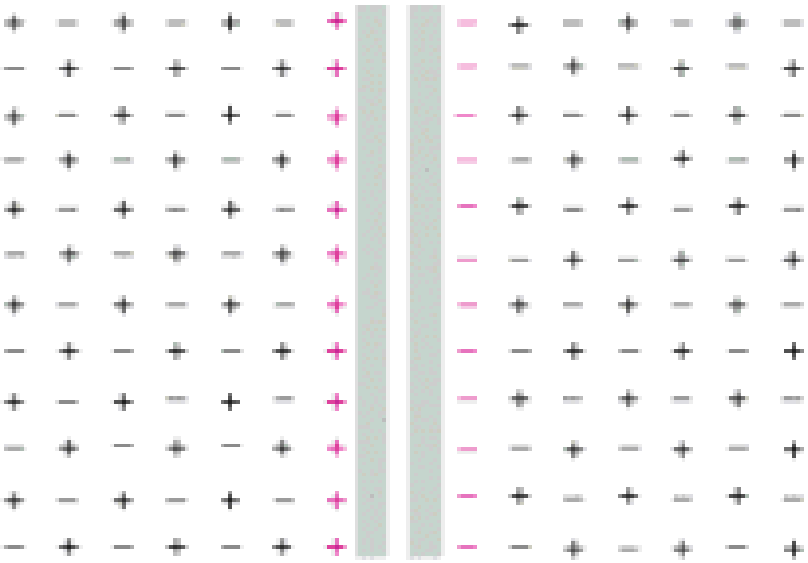

Na+
EXTRACELULAR
CONCENTRACION 30 VECES MAYOR
CONCENTRACION 7 VECES MAYOR
INTRACELULAR
K+


Canal regulado por ligando
ligando
molécula transportada
canal cerrado
canal abierto

Los potenciales de membrana se originan cuando se da una diferencia en la carga eléctrica entre los dos lados de la membrana



exact balance of charges on each side of the membrane; membrane potential = 0

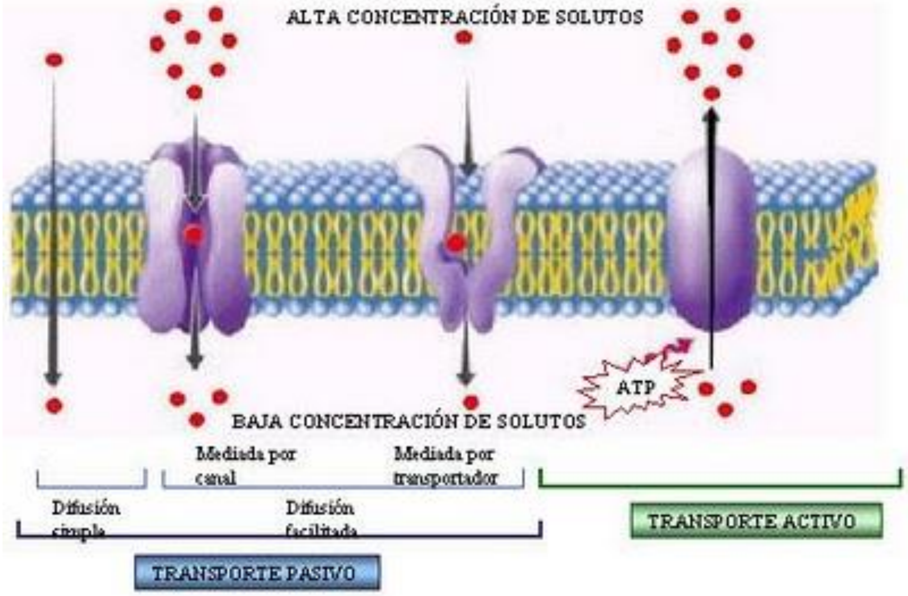


a few of the positive ions *(red)* cross the membrane from right to left, leaving their negative counterions *(red)* behind; this sets up a nonzero membrane potential

- El numero de iones que deben moverse a través de la membrana para establecer su potencial es mínimo
- El potencial de membrana se debe entonces a dos componentes

  Bomba de Na$^+$- K$^+$

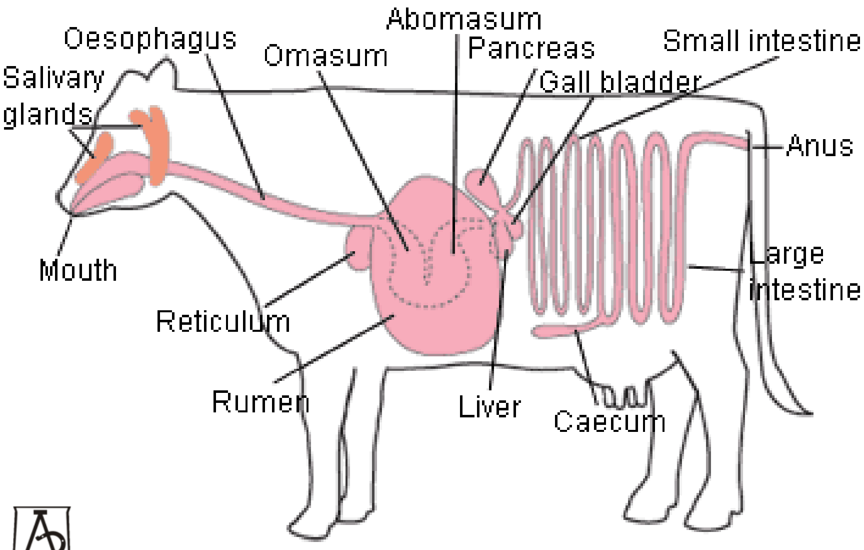
  Difusión pasiva de iones K$^+$ a través de canales específicos en la membrana

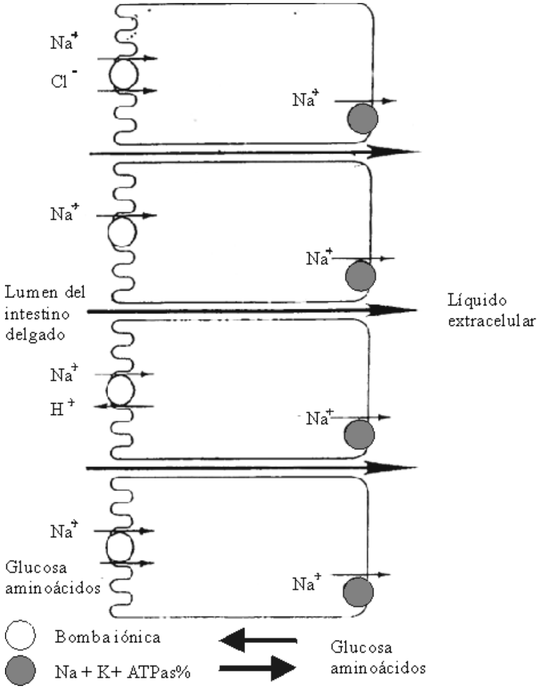

ALTA CONCENTRACIÓN DE SOLUTOS
ATP
BAJA CONCENTRACIÓN DE SOLUTOS
Mediada por canal
Mediada por transportador
Difusión simple
Difusión facilitada
TRANSPORTE ACTIVO
TRANSPORTE PASIVO

Absorción

- ✓ Ocurre a lo largo de todo el tracto digestivo, y se comenta que todo el sodio contenido en la dieta es disponible para el animal.

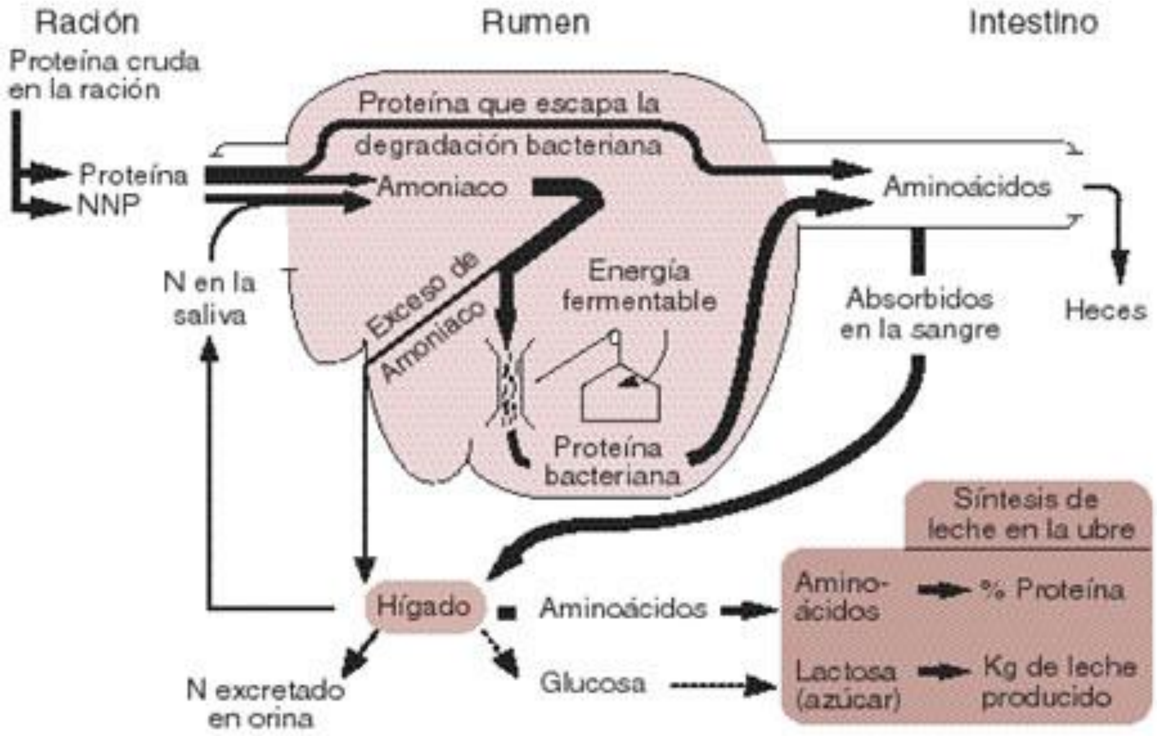
- ✓ Su absorción se da mediante transporte activo en el retículo, rumen, omaso, abomaso y duodeno. En las otras porciones del ID e IG se da mediante transporte pasivo, por lo que es común encontrar concentraciones similares en fluidos intestinales y fecales.


Abomasum
Oesophagus
Omasum
Pancreas
Small intestine
Salivary glands
Gall bladder
Anus
Mouth
Large intestine
Reticulum
Rumen
Liver
Caecum


Na^+
Cl^-
Na^+
Na^+
Na^+
Lumen del intestino delgado
Líquido extracelular
Na^+
H^+
Na^+
Na^+
Glucosa aminoácidos
Na^+
○ Bomba iónica
● Na + K+ ATPas%
Glucosa aminoácidos

- ✓ Sin embargo, también se da transporte activo en el ID e IG cuando se presenta un gradiente de concentración elevado a diferencia de las concentraciones tisulares de éstas porciones del tracto digestivo

- ✓ Concentraciones excretadas en heces son pequeñas incluso en animales alimentados con déficit de este material.


Ración
Rumen
Intestino
Proteína cruda en la ración
Proteína
NNP
Proteína que escapa la degradación bacteriana
Amoniaco
Aminoácidos
N en la saliva
Exceso de Amoniaco
Energía fermentable
Absorbidos en la sangre
Heces
Proteína bacteriana
Síntesis de leche en la ubre
Hígado
Aminoácidos
Amino-ácidos
% Proteína
N excretado en orina
Glucosa
Lactosa (azúcar)
Kg de leche producido

- ✓ Este mecanismo permite asegurar a los rumiantes la subsistencia aun cuando éstos son alimentados con dietas bajas en sodio durante prolongados periodos de tiempo.
- ✓ Las concentraciones de sodio en plasma y tejidos se mantienen constantes debido principalmente a la reabsorción y excreción llevada acabo por el riñón.

Deficiencias

- ✓ Disminuye CMS, producción
- ✓ Pica, consumo de tierra
- ✓ Mordisqueo de objetos
- ✓ Consumo de orina de otros animales
- ✓ Pelo hirsuto, apariencia débil de los animales, ojos hundidos
- ✓ Signos clínicos severos pueden provocar incoordinación, deshidratación, deambuleo, arritmia a la muerte.

Requerimientos

Ganado lechero:

- ✓ *Vacas secas:* 1.5 gr/100 kg PV
- ✓ *Vacas lactantes:* 0.038 gr/kg PV
- ✓ *Crecimiento:* 1.4 gr/kg P
- ✓ *Preñez:* 1.39 gr/d de los 190 – 270 d de gestación.

Ganado de carne:

- ✓ *Crecimiento y Finalización:* 0.06 – 0.08%
- ✓ *Gestación:* 0.06 – 0.08%
- ✓ *Lactancia:* 0.10%

Anionic salts in the prepartum diet and addition of sodium bicarbonate to colostrum replacer, and their effects on immunoglobulin G absorption in the neonate

K. M. Morrill ,*[2] S. P. Marston ,* N. L. Whitehouse ,* M. E. Van Amburgh ,† C. G. Schwab ,* D. M. Haines ,‡ and P. S. Erickson *[3]

* Department of Biological Sciences, University of New Hampshire, Durham 03824
† Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY 14853
‡ Department of Veterinary Microbiology, Western College of Veterinary Medicine, Saskatoon, SK, Canada

J. Dairy Sci. 93 :2067–2075
doi: 10.3168/jds.2009-2622
© American Dairy Science Association®, 2010 .

Introducción

✓ Último tercio de gestación se incrementa la demanda de nutrientes en el feto

Alimentación de vacas en transición están en un balance entre:

✓ Proveer nutrientes adecuados para las necesidades metabólicas y de crecimiento del feto

✓ Mantener un balance energético positivo en la vaca

✓ Prevenir desordenes metabólicos después del parto

CULTURA EMPRESARIAL GANADERA
CATTLE ENTERPRISE CULTURE
17 2 2008

- ✓ Sales aniónicas son a menudo ofrecidas en el último tercio de gestación y son benéficas en reducir problemas metabólicos en vacas después del parto
- ✓ Sin embargo, pueden reducir la absorción de IgG del calostro por los terneros
- ✓ Mortalidad, diarrea y problemas respiratorios etc.
- ✓ Bicarbonato de sodio a sido utilizado como un método amortiguador de la fermentación y acidificación del calostro

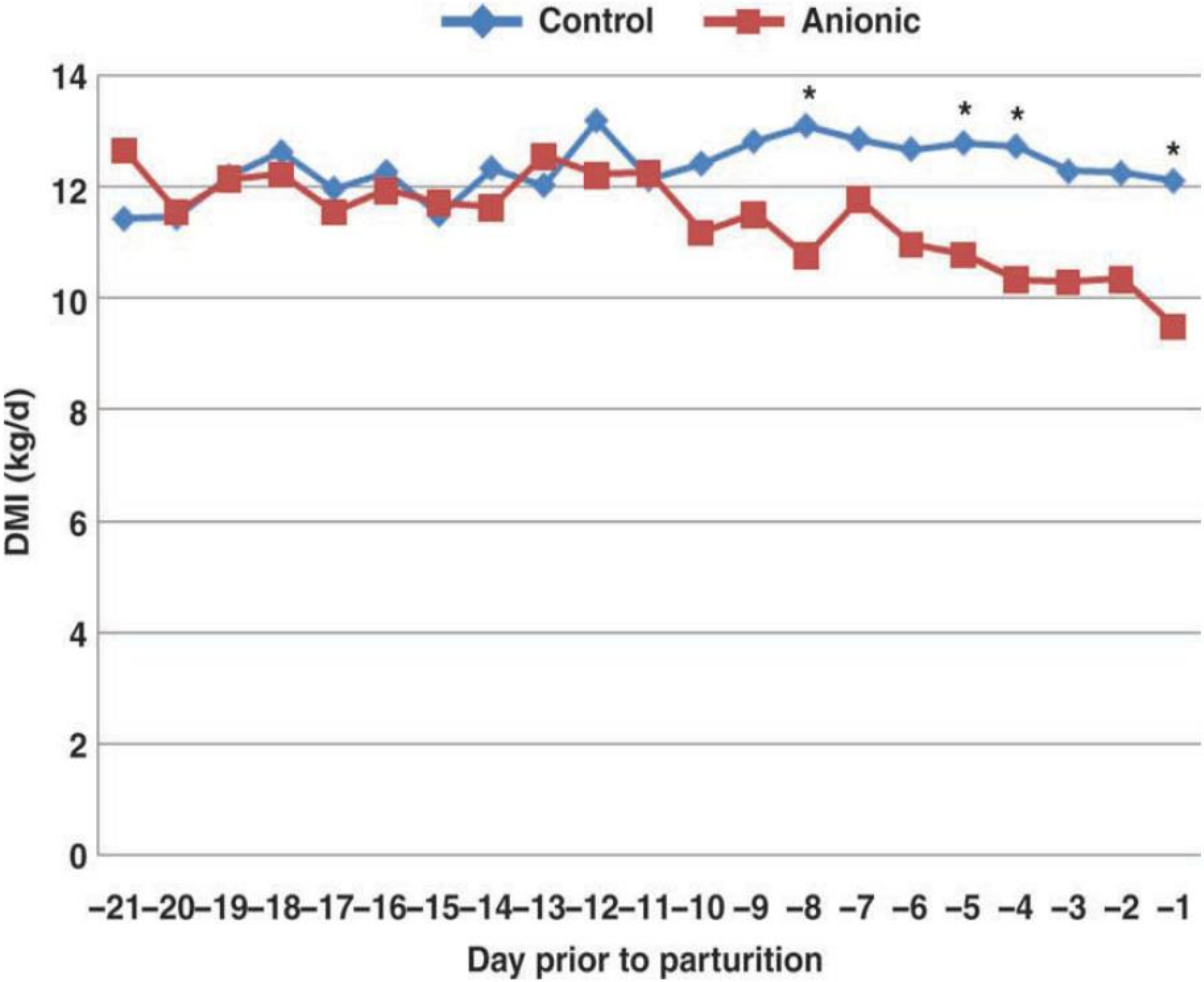
Table 1. Ingredient and chemical composition of prepartum diets[1]

Item	Control	Anionic
Dietary ingredient (% of dietary DM)		
Corn silage	59.3	55.4
Grass haylage	4.0	3.7
Alfalfa hay	17.5	16.0
Straw	2.1	1.8
Calcium carbonate	0.3	0.2
Molasses	0.4	0.3
Soybean meal	2.2	1.9
Soybean hulls	6.0	5.5
Corn meal	1.3	1.2
Steam flaked corn	1.0	0.9
Ground beet pulp	4.6	3.8
Mineral–vitamin mix[2]	1.3	1.2
SoyChlor[3]	—	7.6
Calcium sulfate	—	0.5
Calculated nutrient content (% dietary DM)		
CP	11.1	12.0
ADF	32.1	29.7
NDF	48.1	45.5
Ca	1.18	1.18
P	0.23	0.29
Mg	0.37	0.31
K	1.38	1.33
Cl	0.54	0.90
Na	0.14	0.11
S	0.27	0.61

[1] Control = no anionic salts in prepartum diet; anionic = anionic salts in prepartum diet.

[2] Mineral–vitamin mix (Poulin Grain, Newport, VT) contained 7.0% Ca, 0.01% Co, 0.09% Cu, 0.2% Fe, 0.009% I, 31.6% Mg, 0.6% Mn, 23.3% NaCl, 0.004% Se, 0.7% Zn, 1,387 IU of vitamin A/g, 320 IU of vitamin D/g, and 11 IU of vitamin E/g.

[3] Manufactured by West Central Soy, Ralston, IA.



12.3 kg/d

11.4 kg/d

Figure 1. Dry matter intake (kg/d) of cows fed either the control diet (no anionic salts) or the anionic salt diet. The largest SEM was 1.3 on d 21 and 20 before parturition in cows receiving anionic salts. Cows fed the control diet had greater DMI on d 8, 5, 4, and 1 prepartum. Asterisk indicates $P < 0.05$. Color version available in the online PDF.

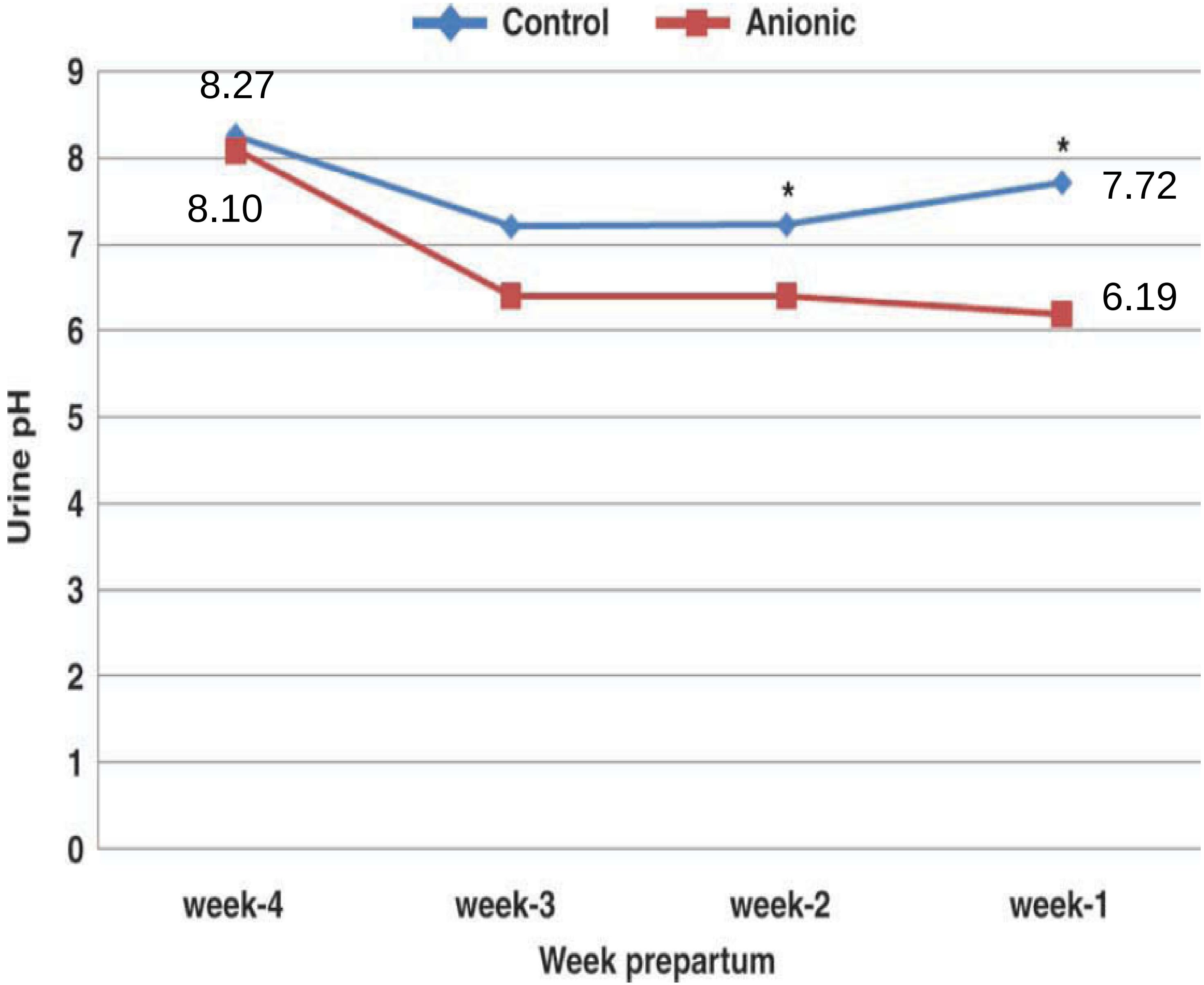
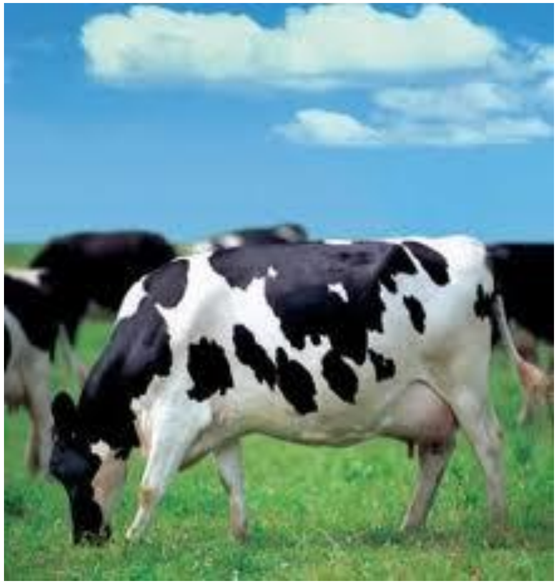


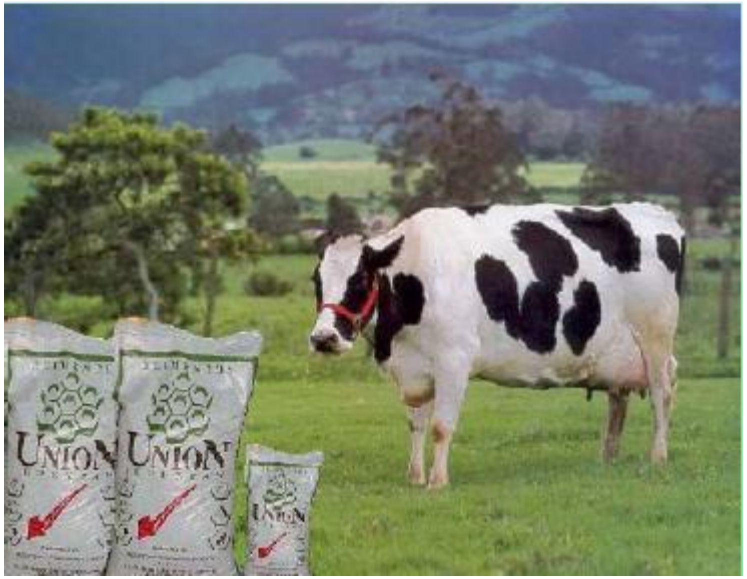
Figure 2. Urine pH of cows receiving either the control diet (no anionic salts) or the anionic salt diet prepartum. The largest SEM was 0.18 and occurred in all cows on both treatments for all time points. Cows receiving the anionic salt diet had lower urine pH values during wk 1 and 2 prepartum. Asterisk indicates $P < 0.05$. Color version available in the online PDF.

Table 3. Incidence of metabolic disorders in postpartum cows[1]

	Control		Anionic		
Item	Y	N	Y	N	Chi-squared
Milk fever (%)	5.0	45.0	12.5	37.5	0.212
Retained placenta (%)	2.5	47.5	10.0	40.0	0.151

[1] Control = no anionic salts in prepartum diet; anionic = anionic salts in prepartum diet; Y = metabolic disorder; N = no metabolic disorder.





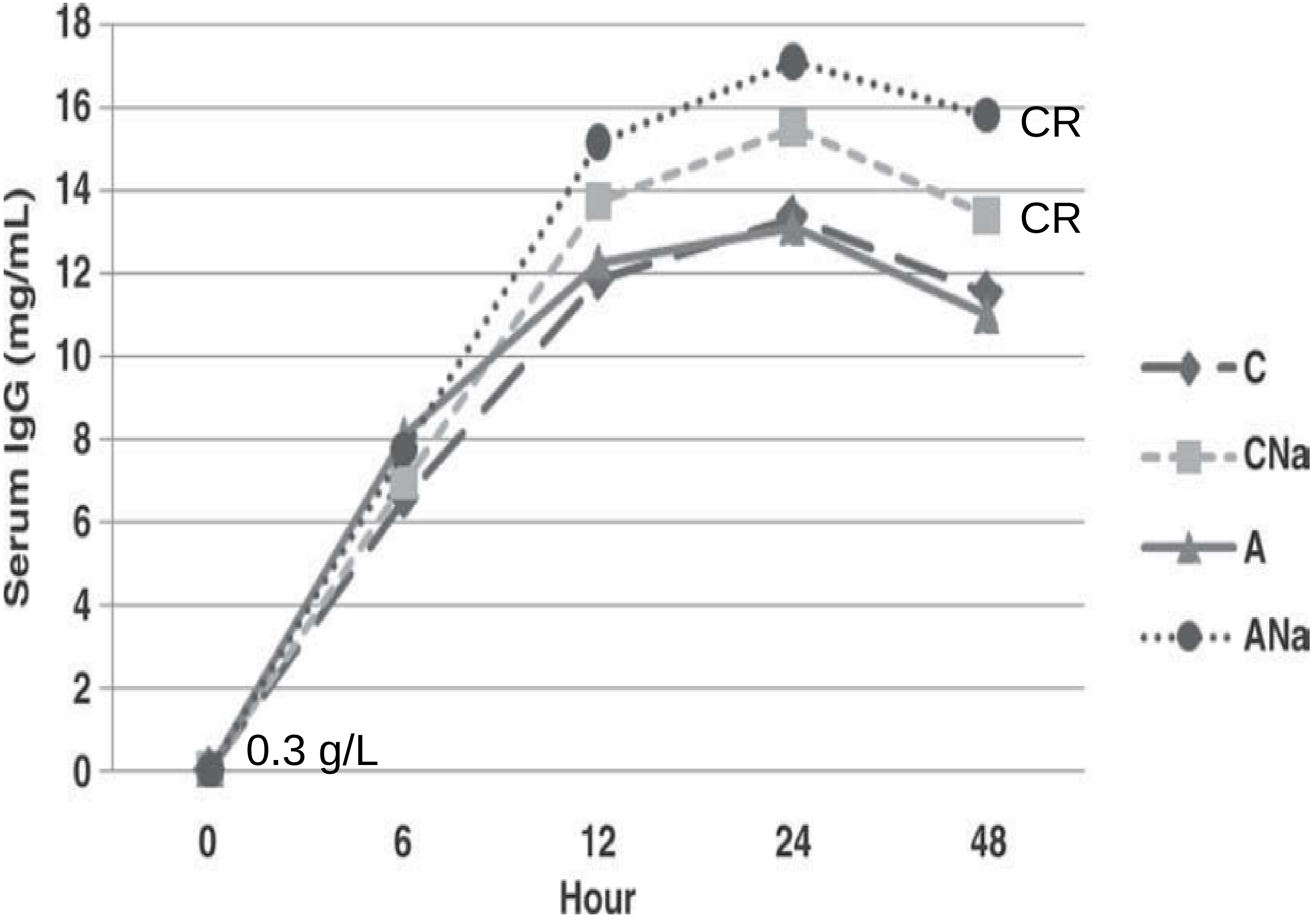


Figure 3. Serum IgG concentrations of calves born from cows fed either the control diet (no anionic salts) or the anionic salt diet with or without sodium bicarbonate added to the colostrum replacer (CR). C = no anionic salts in prepartum diet, no supplemental sodium bicarbonate in CR; CNa = treatment C, supplemental sodium bicarbonate in CR; A = anionic salt in the prepartum diet, no supplemental sodium bicarbonate in CR; ANa = treatment A, supplemental sodium bicarbonate in CR. The largest SEM was 2.1 and occurred in calves on treatment C at 6 h. Calves receiving supplemental sodium bicarbonate had greater IgG concentrations at 24 and 48 h ($P < 0.05$).

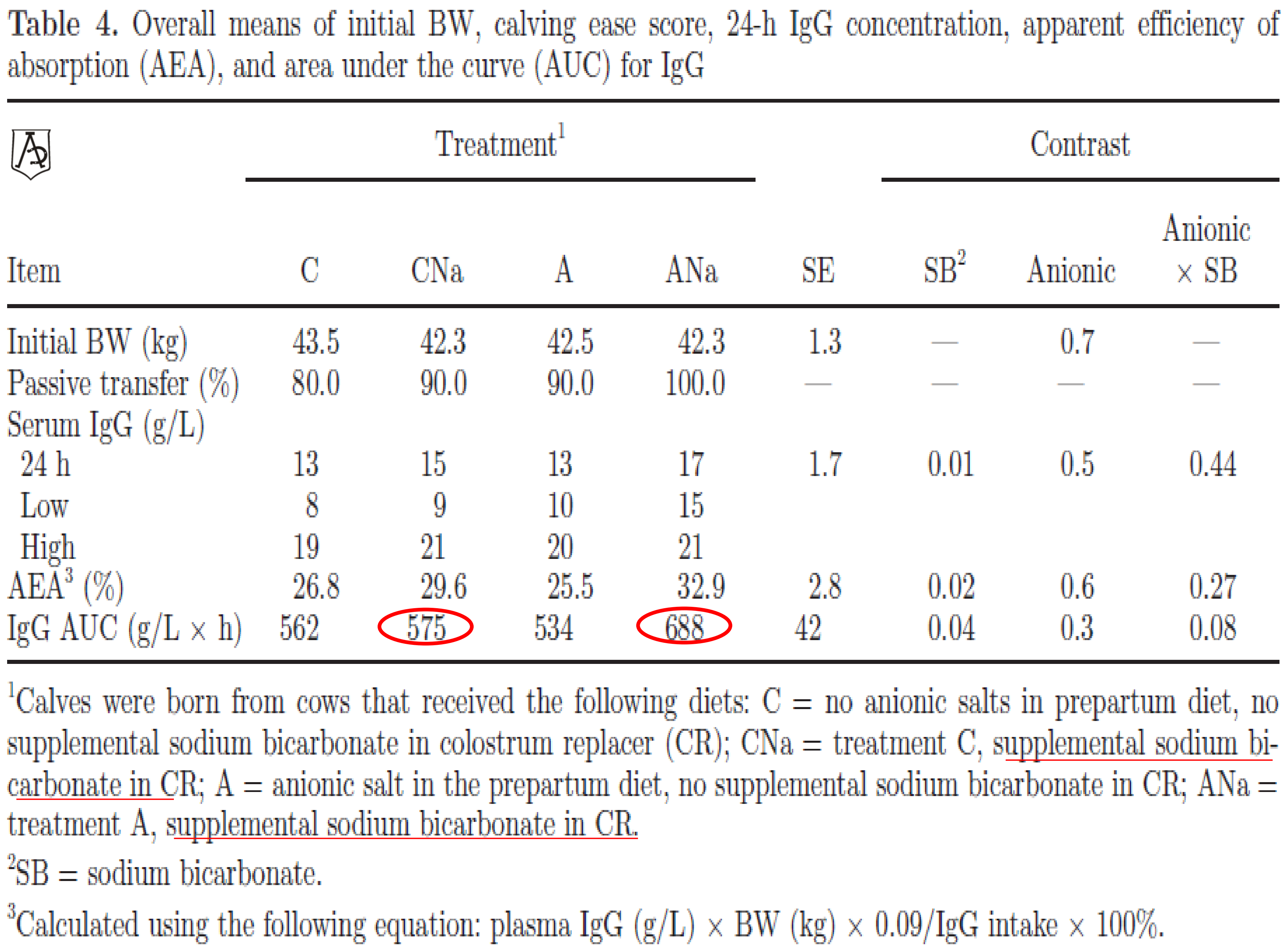


Table 4. Overall means of initial BW, calving ease score, 24-h IgG concentration, apparent efficiency of absorption (AEA), and area under the curve (AUC) for IgG

	Treatment[1]					Contrast		
Item	C	CNa	A	ANa	SE	SB[2]	Anionic	Anionic × SB
Initial BW (kg)	43.5	42.3	42.5	42.3	1.3	—	0.7	—
Passive transfer (%)	80.0	90.0	90.0	100.0	—	—	—	—
Serum IgG (g/L)								
24 h	13	15	13	17	1.7	0.01	0.5	0.44
Low	8	9	10	15				
High	19	21	20	21				
AEA[3] (%)	26.8	29.6	25.5	32.9	2.8	0.02	0.6	0.27
IgG AUC (g/L × h)	562	575	534	688	42	0.04	0.3	0.08

[1] Calves were born from cows that received the following diets: C = no anionic salts in prepartum diet, no supplemental sodium bicarbonate in colostrum replacer (CR); CNa = treatment C, supplemental sodium bicarbonate in CR; A = anionic salt in the prepartum diet, no supplemental sodium bicarbonate in CR; ANa = treatment A, supplemental sodium bicarbonate in CR.

[2] SB = sodium bicarbonate.

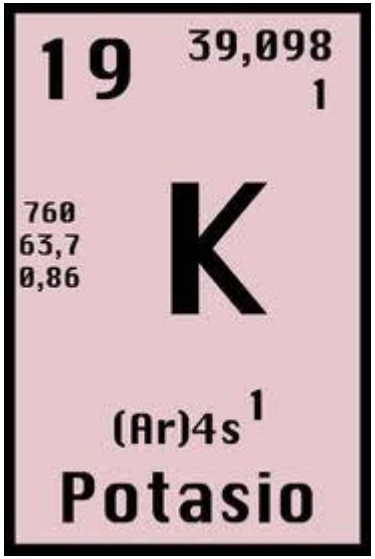
[3] Calculated using the following equation: plasma IgG (g/L) × BW (kg) × 0.09/IgG intake × 100%.

Conclusión

- ✓ Alimentación de vacas en preparto con sales aniónicas, reducen el consumo de MS y baja el pH de la orina pero no tienen un efecto sobre la absorción de IgG en el ternero
- ✓ Adición de bicarbonato de sodio en CR incrementa la concentración de IgG en el suero a las 24 y 48 h

Potasio

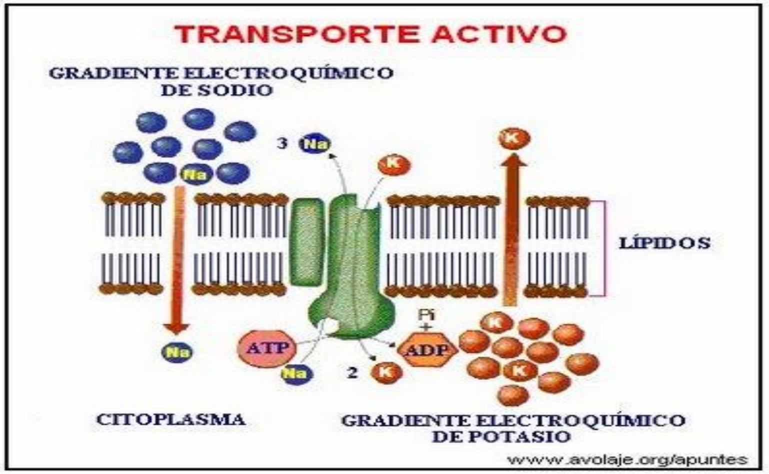
- Tercer elemento mineral mas importante
- Debe proporcionarse diariamente el la dieta dado que las reservas corporales son bajas
- Requerimientos de potasio son los más altos entre los cationes
- Exceso en la absorción de potasio es excretado a través de la orina.

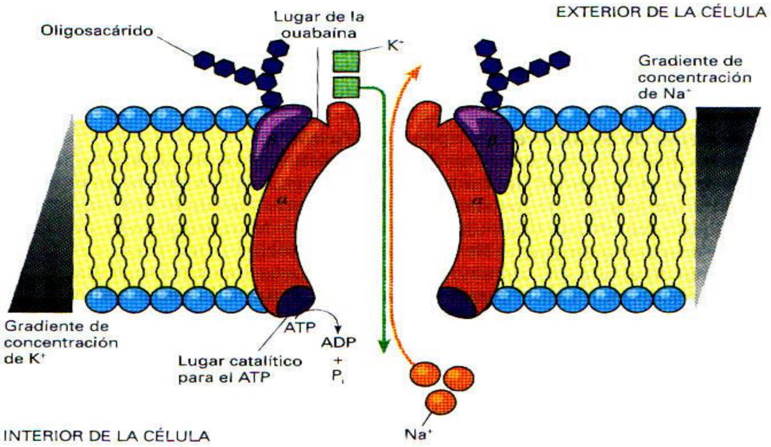

19
39,098
1
760
63,7
0,86
K
(Ar)4s1
Potasio

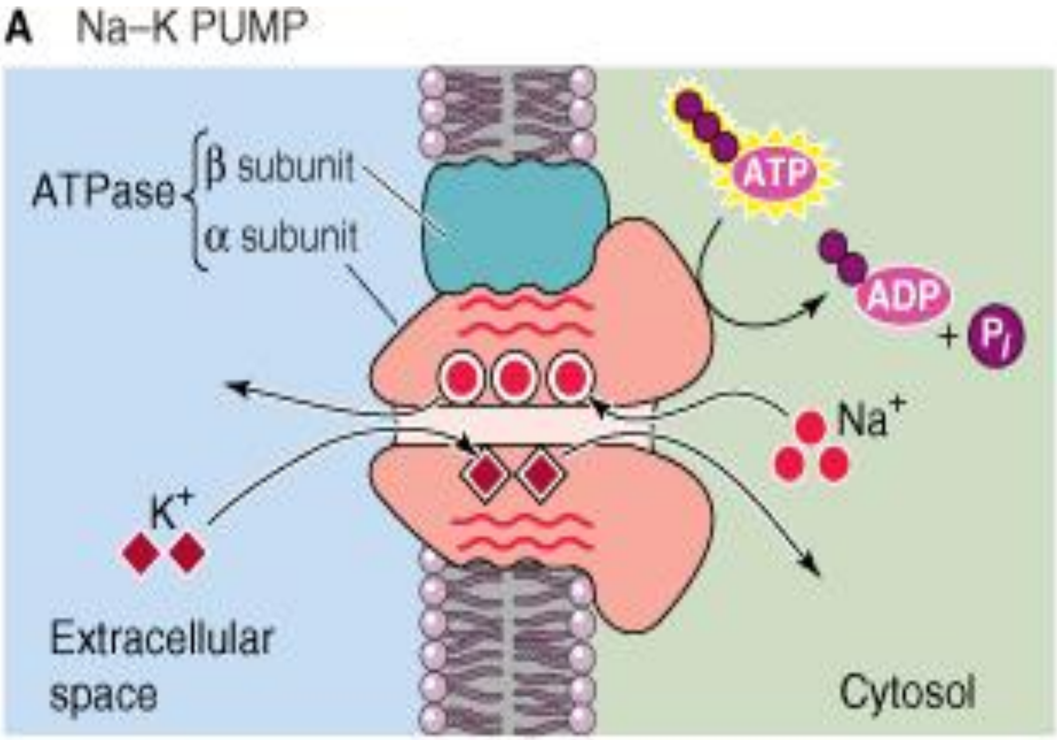
Importancia fisiológica

Se encuentra relacionado con:

- ✓ Presión osmótica
- ✓ Regulación del equilibrio ácido base
- ✓ Balance hídrico
- ✓ Contracción muscular
- ✓ Transporte de oxígeno y dióxido de carbono
- ✓ Fosforilación de creatina
- ✓ Actividad de piruvato quinasa
- ✓ Absorción celular de aminoácidos
- ✓ Síntesis de proteína
- ✓ Metabolismo de los carbohidratos
- ✓ Mantenimiento de la función cardiaca y renal.


TRANSPORTE ACTIVO
GRADIENTE ELECTROQUÍMICO DE SODIO
3 Na
K
Na
LÍPIDOS
Pi +
ATP
ADP
Na
2 K
K
CITOPLASMA
GRADIENTE ELECTROQUÍMICO DE POTASIO
www.avolaje.org/apuntes

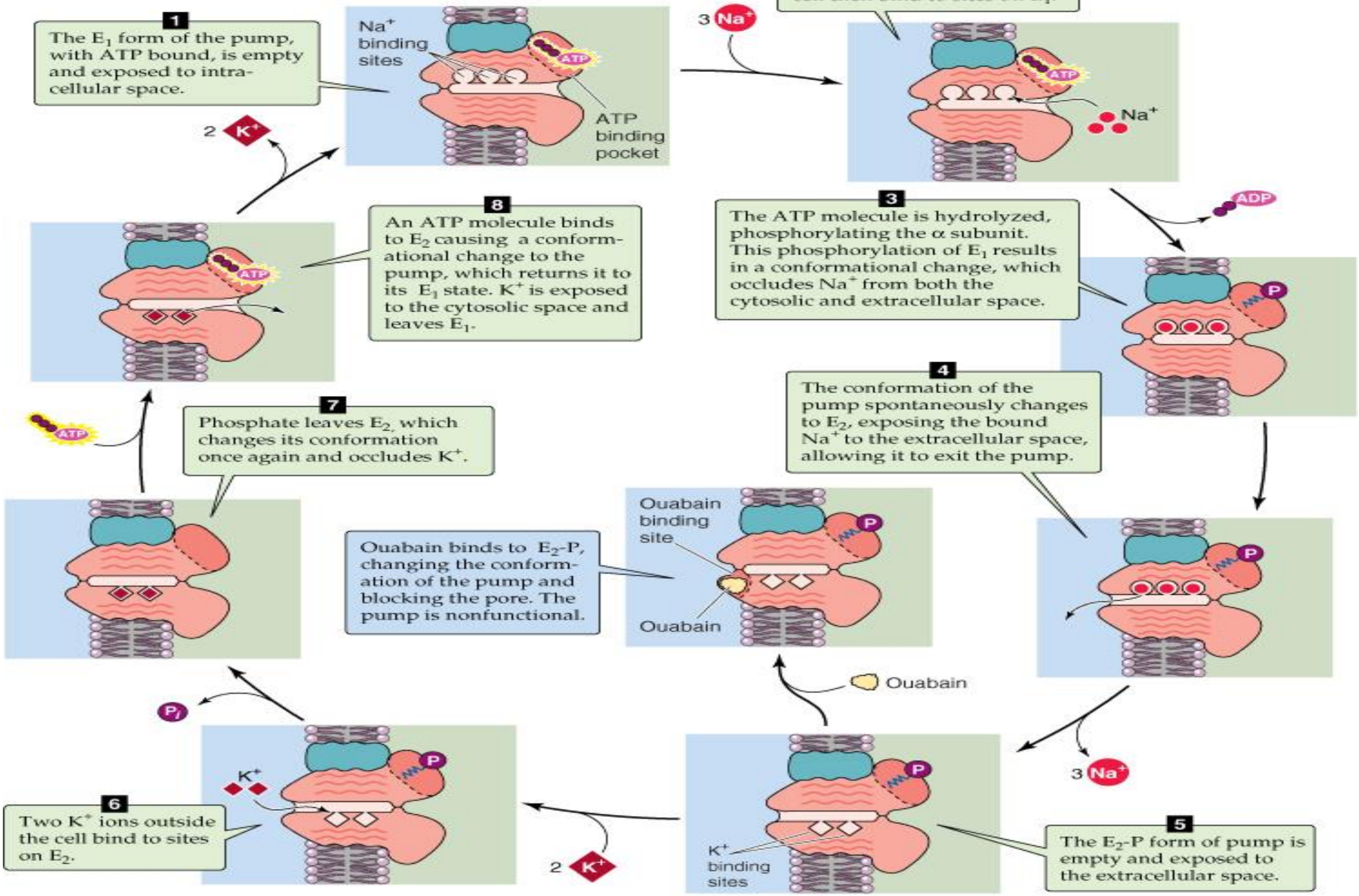

Oligosacárido
Lugar de la ouabaína
K+
EXTERIOR DE LA CÉLULA
Gradiente de concentración de Na+
Gradiente de concentración de K+
ATP
ADP + Pi
Lugar catalítico para el ATP
INTERIOR DE LA CÉLULA
Na+


A Na–K PUMP
ATPase
β subunit
α subunit
ATP
ADP
+ P$_i$
Na$^+$
K$^+$
Extracellular space
Cytosol

© Elsevier Ltd. Boron & Boulpaep: Medical Physiology, Updated Edition www.studentconsult.com

Bomba Sodio-Potasio y un transportador activo primario, dependen de la hidrólisis de ATP para su funcionamiento

B ENZYMATIC CYCLE OF THE Na–K PUMP


Na$^+$ binding sites
ATP
ATP binding pocket
3 Na$^+$
Na$^+$
ADP
P
3 Na$^+$
Ouabain
Ouabain binding site
Ouabain
K$^+$ binding sites
2 K$^+$
K$^+$
P_i
ATP
2 K$^+$

1 The E_1 form of the pump, with ATP bound, is empty and exposed to intracellular space.

2 Three Na$^+$ ions within the cell then bind to sites on E_1.

3 The ATP molecule is hydrolyzed, phosphorylating the α subunit. This phosphorylation of E_1 results in a conformational change, which occludes Na$^+$ from both the cytosolic and extracellular space.

4 The conformation of the pump spontaneously changes to E_2, exposing the bound Na$^+$ to the extracellular space, allowing it to exit the pump.

5 The E_2-P form of pump is empty and exposed to the extracellular space.

6 Two K$^+$ ions outside the cell bind to sites on E_2.

7 Phosphate leaves E_2, which changes its conformation once again and occludes K$^+$.

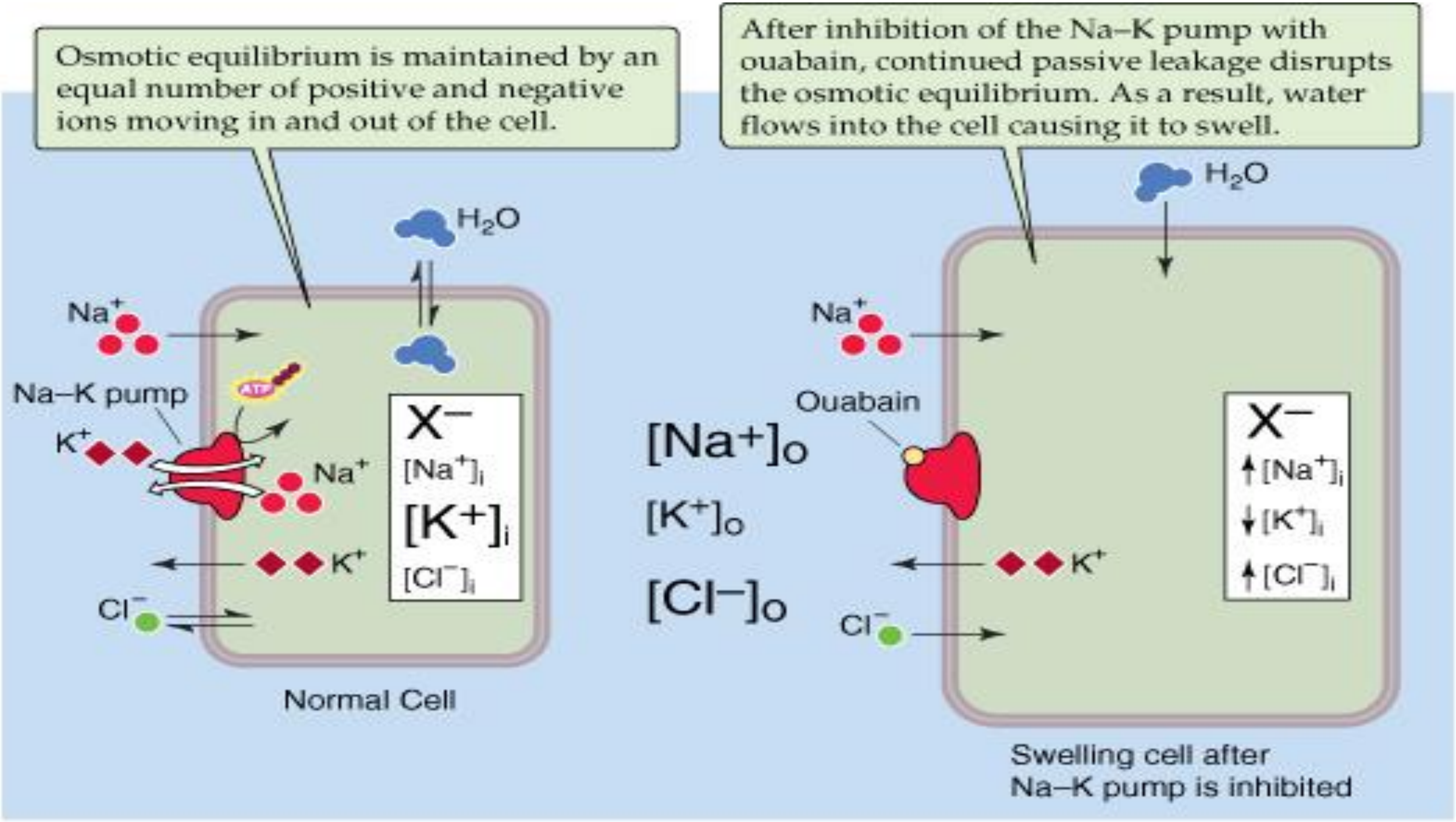
8 An ATP molecule binds to E_2 causing a conformational change to the pump, which returns it to its E_1 state. K$^+$ is exposed to the cytosolic space and leaves E_1.

Ouabain binds to E_2-P, changing the conformation of the pump and blocking the pore. The pump is nonfunctional.

© Elsevier Ltd. Boron & Boulpaep: Medical Physiology, Updated Edition www.studentconsult.com

Transporte de agua y regulación del volumen celular

El transporte de agua es controlado por fuerzas osmóticas y diferencias en presión hidrostática a través de las membranas



Osmotic equilibrium is maintained by an equal number of positive and negative ions moving in and out of the cell.

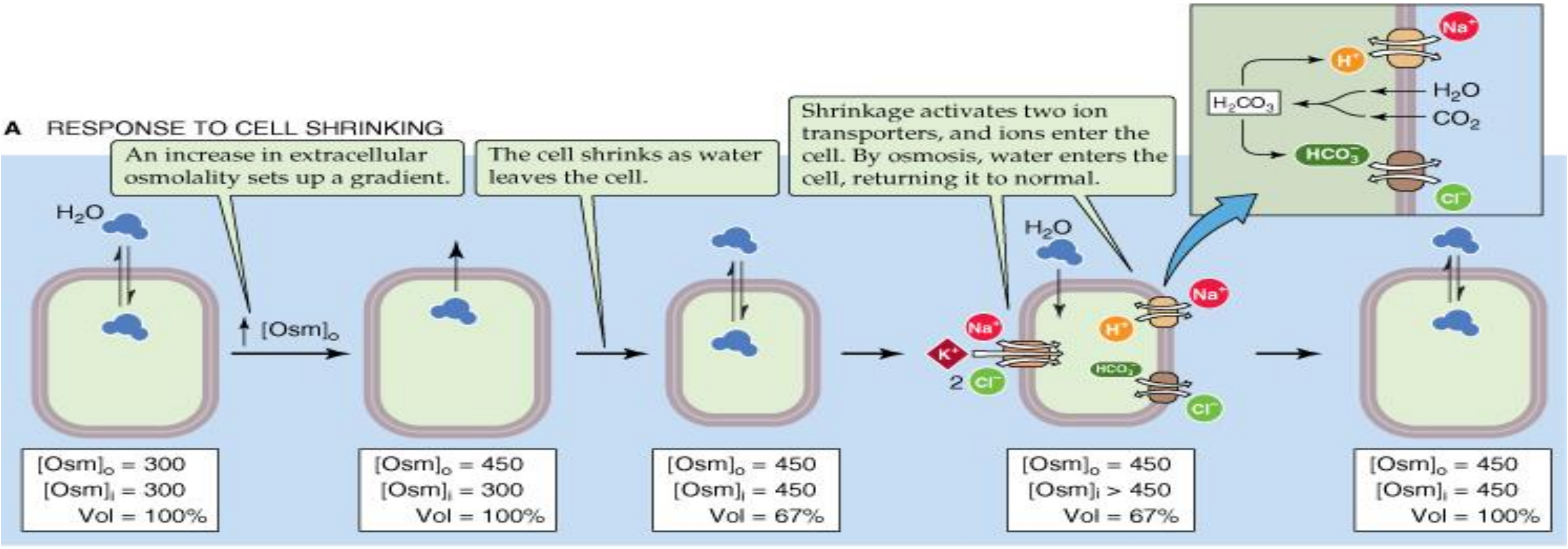
After inhibition of the Na–K pump with ouabain, continued passive leakage disrupts the osmotic equilibrium. As a result, water flows into the cell causing it to swell.

H_2O
Na^+
Na–K pump
K^+
ATP
Na^+
K^+
Cl^-
X^-
$[Na^+]_i$
$[K^+]_i$
$[Cl^-]_i$
Normal Cell
$[Na^+]_o$
$[K^+]_o$
$[Cl^-]_o$
H_2O
Na^+
Ouabain
K^+
Cl^-
X^-
$\uparrow [Na^+]_i$
$\downarrow [K^+]_i$
$\uparrow [Cl^-]_i$
Swelling cell after Na–K pump is inhibited

© Elsevier Ltd. Boron & Boulpaep: Medical Physiology, Updated Edition www.studentconsult.com

Regulación del volumen celular

A RESPONSE TO CELL SHRINKING



An increase in extracellular osmolality sets up a gradient.

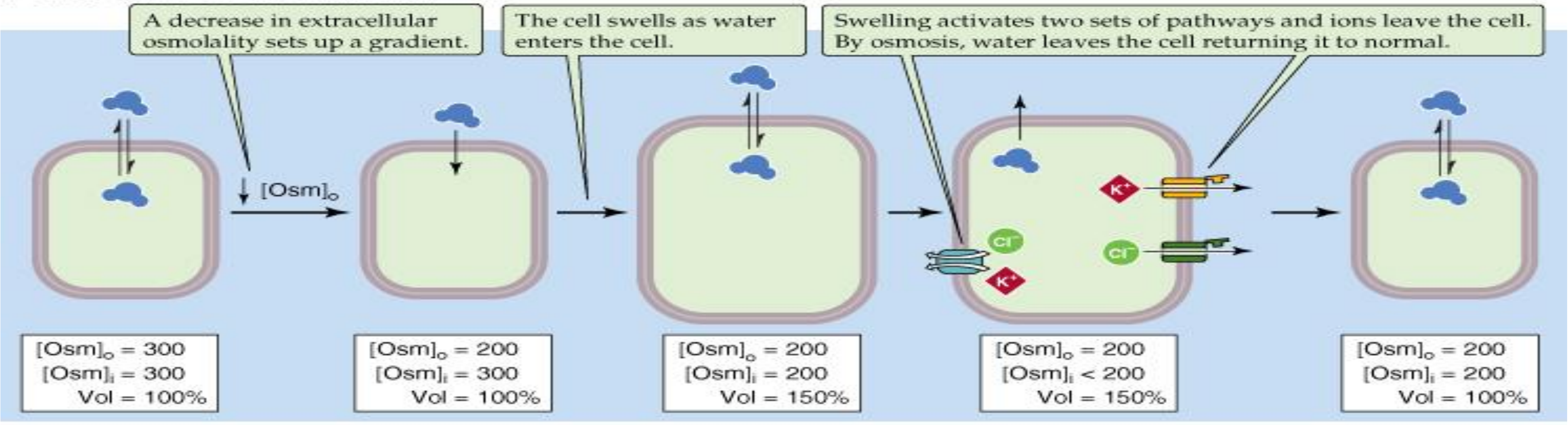
The cell shrinks as water leaves the cell.

Shrinkage activates two ion transporters, and ions enter the cell. By osmosis, water enters the cell, returning it to normal.

H_2O
↑ $[Osm]_o$
H_2O
Na^+
K^+
2 Cl^-
H^+
HCO_3^-
Cl^-
Na^+
H^+
H_2CO_3
H_2O
CO_2
HCO_3^-
Cl^-
$[Osm]_o = 300$
$[Osm]_i = 300$
Vol = 100%
$[Osm]_o = 450$
$[Osm]_i = 300$
Vol = 100%
$[Osm]_o = 450$
$[Osm]_i = 450$
Vol = 67%
$[Osm]_o = 450$
$[Osm]_i > 450$
Vol = 67%
$[Osm]_o = 450$
$[Osm]_i = 450$
Vol = 100%

© Elsevier Ltd. Boron & Boulpaep: Medical Physiology, Updated Edition www.studentconsult.com

B RESPONSE TO CELL SWELLING



A decrease in extracellular osmolality sets up a gradient.

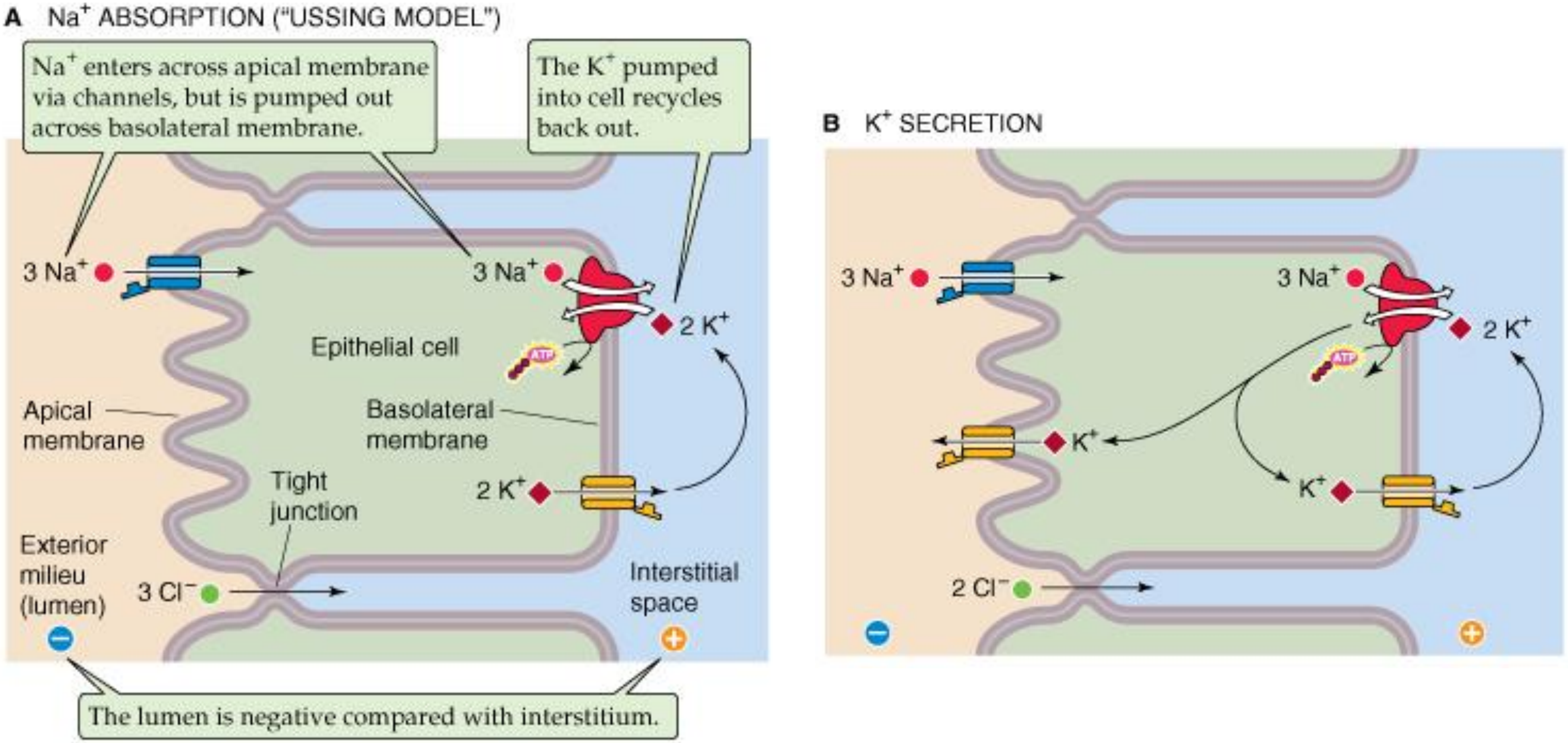
The cell swells as water enters the cell.

Swelling activates two sets of pathways and ions leave the cell. By osmosis, water leaves the cell returning it to normal.

↓ $[Osm]_o$
K^+
Cl^-
Cl^-
K^+
$[Osm]_o = 300$
$[Osm]_i = 300$
Vol = 100%
$[Osm]_o = 200$
$[Osm]_i = 300$
Vol = 100%
$[Osm]_o = 200$
$[Osm]_i = 200$
Vol = 150%
$[Osm]_o = 200$
$[Osm]_i < 200$
Vol = 150%
$[Osm]_o = 200$
$[Osm]_i = 200$
Vol = 100%

© Elsevier Ltd. Boron & Boulpaep: Medical Physiology, Updated Edition www.studentconsult.com

Modelos para explicar el transporte epitelial de solutos



A Na^+ ABSORPTION ("USSING MODEL")

Na^+ enters across apical membrane via channels, but is pumped out across basolateral membrane.

The K^+ pumped into cell recycles back out.

The lumen is negative compared with interstitium.

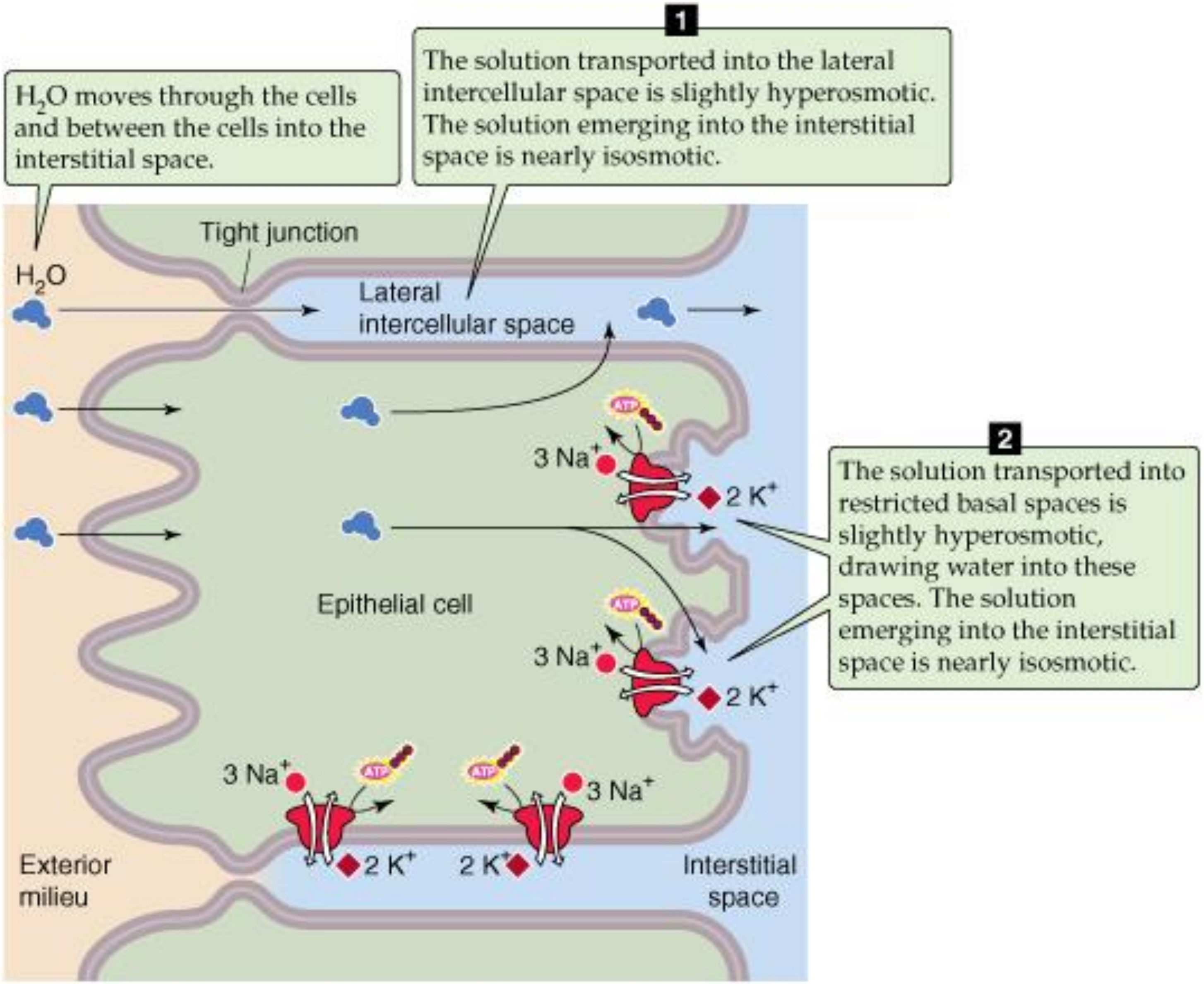
B K^+ SECRETION

3 Na+
3 Na+
2 K+
Epithelial cell
ATP
Apical membrane
Basolateral membrane
Tight junction
2 K+
Exterior milieu (lumen)
3 Cl−
Interstitial space
3 Na+
3 Na+
2 K+
ATP
K+
K+
2 Cl−

A) Absorción de sodio y cloro en el túbulo colector del riñón

B) Secreción de potasio en el túbulo colector del riñón

Modelo para el transporte "isotónico" de agua en epitelios laxos como el túbulo renal proximal y el intestino delgado



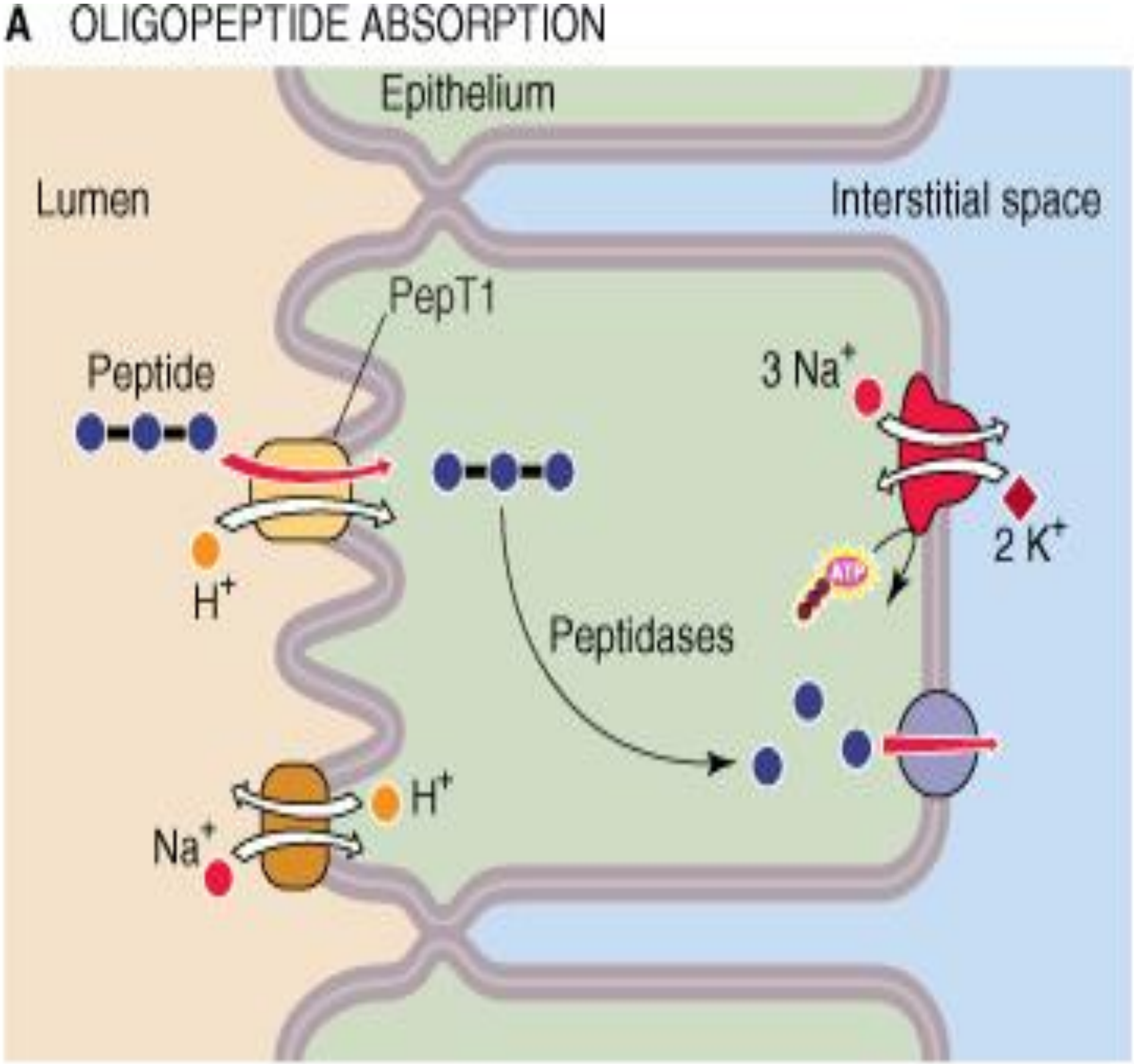
H_2O moves through the cells and between the cells into the interstitial space.

1 The solution transported into the lateral intercellular space is slightly hyperosmotic. The solution emerging into the interstitial space is nearly isosmotic.

2 The solution transported into restricted basal spaces is slightly hyperosmotic, drawing water into these spaces. The solution emerging into the interstitial space is nearly isosmotic.

Tight junction
H_2O
Lateral intercellular space
ATP
3 Na^+
2 K^+
Epithelial cell
Exterior milieu
Interstitial space

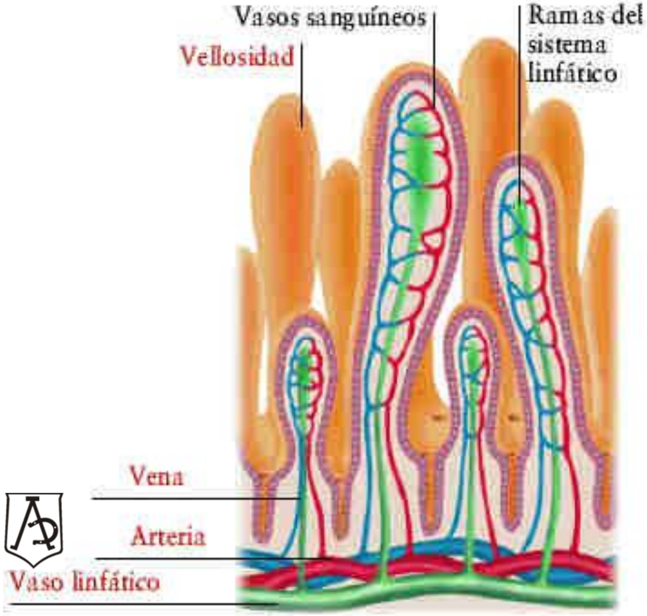
© Elsevier Ltd. Boron & Boulpaep: Medical Physiology, Updated Edition www.studentconsult.com

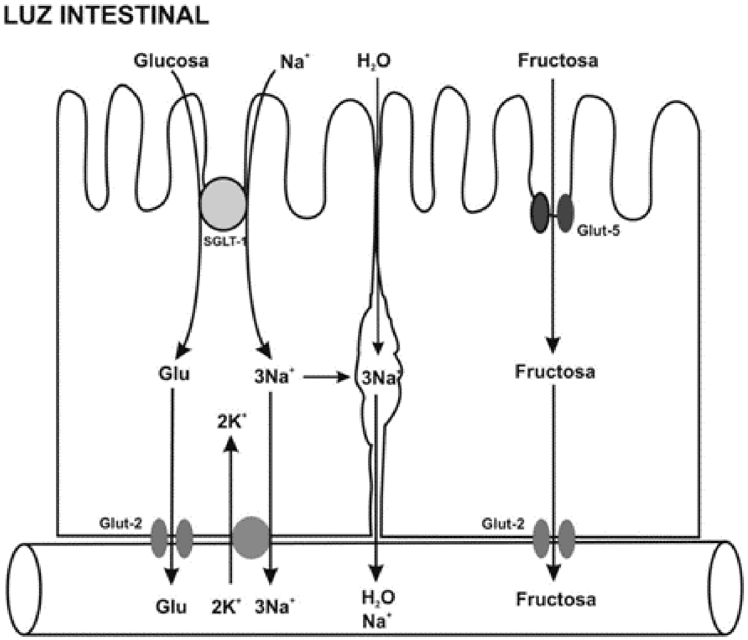

A OLIGOPEPTIDE ABSORPTION
Epithelium
Lumen
Interstitial space
PepT1
Peptide
3 Na+
2 K+
H+
ATP
Peptidases
H+
Na+

© Elsevier Ltd. Boron & Boulpaep: Medical Physiology, Updated Edition www.studentconsult.com

Absorción

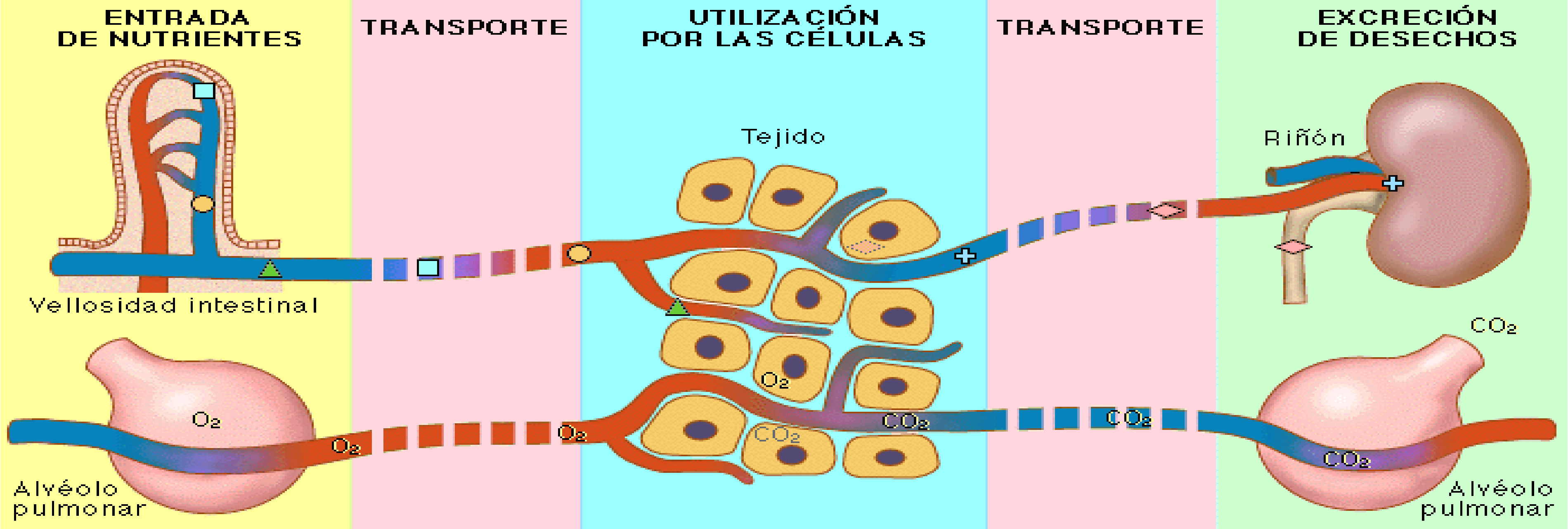
- ✓ Se absorbe principalmente en el duodeno mediante difusión simple, parte de la absorción se da en yeyuno, íleon e intestino grueso.


Vasos sanguíneos
Ramas del sistema linfático
Vellosidad
Vena
Arteria
Vaso linfático


LUZ INTESTINAL
Glucosa
Na+
H2O
Fructosa
SGLT-1
Glut-5
Glu
3Na+
3Na+
Fructosa
2K+
Glut-2
Glut-2
Glu
2K+
3Na+
H2O
Na+
Fructosa

Excreción

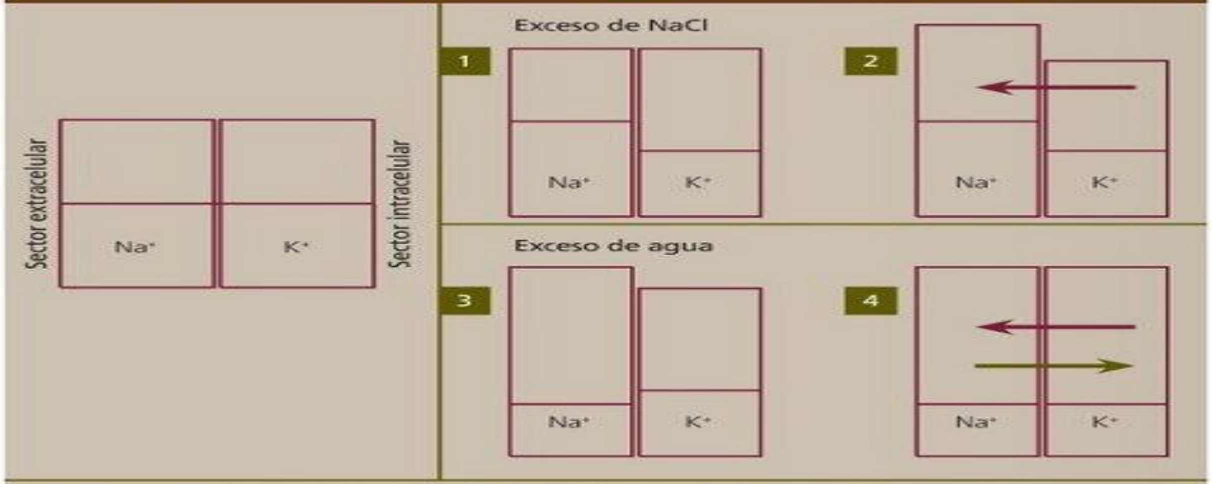
- ✓ Principal ruta de excreción cuando se presenta un exceso en la absorción de este elemento es la urinaria.
- ✓ Esta ruta se encuentra regulada principalmente por la aldosterona, la cual incrementa la reabsorción de sodio en el riñón con la consecuente excreción de potasio.
- ✓ Equilibrio ácido–base sanguíneo también afecta la excreción urinaria del potasio.


ENTRADA DE NUTRIENTES
TRANSPORTE
UTILIZACIÓN POR LAS CÉLULAS
TRANSPORTE
EXCRECIÓN DE DESECHOS
Vellosidad intestinal
Tejido
Riñón
Alvéolo pulmonar
Alvéolo pulmonar
O_2
O_2
O_2
O_2
CO_2
CO_2
CO_2
CO_2
CO_2

- ✓ Al inicio de una condición alcalina, los protones hidrógeno se intercambian con el potasio presente en el plasma sanguíneo como parte de un mecanismo regulatorio para mantener el equilibrio ácido–base y pH sanguíneo, lo que reduce la cantidad en sangre.

- ✓ Existe un gradiente amplio entre las concentraciones de potasio del túbulo intracelular proximal renal y las del fluido luminal (orina).

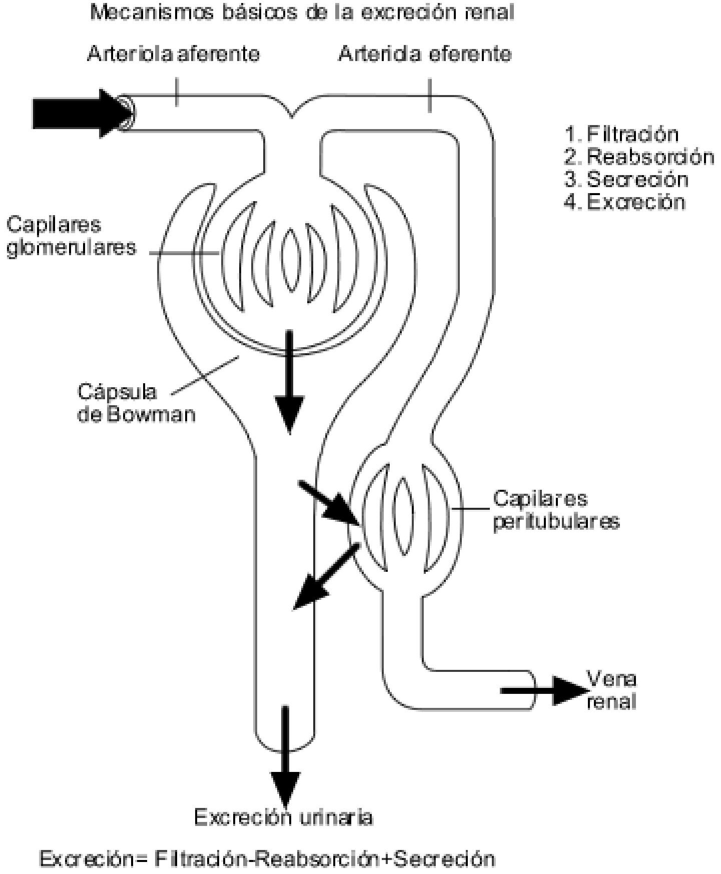
Representación esquemática de los comportamientos de los líquidos extracelulares (EXTRA) e intracelulares (INTRA) con una concentración elevada en sodio para el medio extracelular (plasma sanguíneo y líquido intersticial) y una concentración elevada en potasio en el interior de la célula

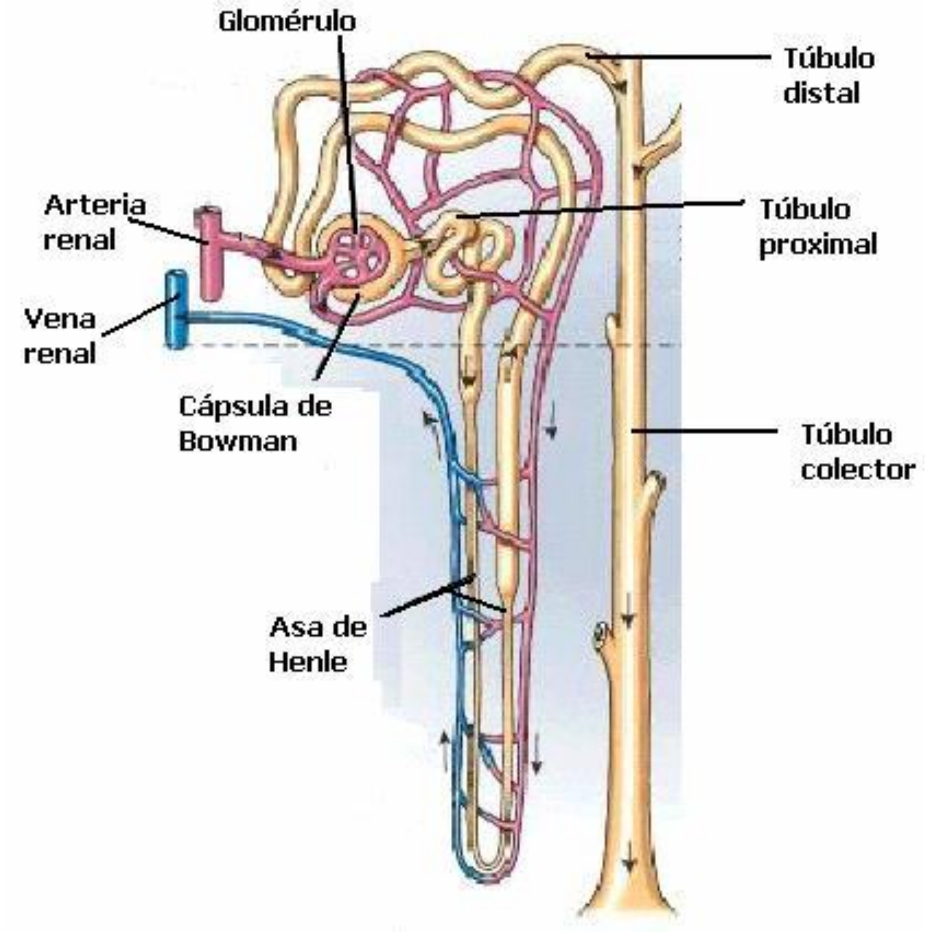


Existe un equilibrio entre los cationes K^+ o Na^+ y los aniones de manera que se preserve el equilibrio ácido-base. El efecto de la ingestión de un exceso de sal (1) provoca un aumento del volumen del sector extracelular (2). La ingestión de agua (3) sigue un aumento del volume de los sectores (4).

✓Este gradiente afecta directamente el paso de potasio a través de las células del túbulo proximal a la orina.

✓Parte del potasio endógeno, así como el no absorbido se excretan en heces.


Mecanismos básicos de la excreción renal
Arteriola aferente
Arteriola eferente
1. Filtración
2. Reabsorción
3. Secreción
4. Excreción
Capilares glomerulares
Cápsula de Bowman
Capilares peritubulares
Vena renal
Excreción urinaria
Excreción= Filtración-Reabsorción+Secreción


Glomérulo
Túbulo distal
Arteria renal
Túbulo proximal
Vena renal
Cápsula de Bowman
Túbulo colector
Asa de Henle

Requerimientos

Ganado lechero:

- ✓ *Mantenimiento:* 0 - 038 g/kg PV + 2.6 g/kg DMI
- ✓ *Crecimiento:* 1.6 g/kg DMI
- ✓ *Preñez:* 1.027 g/d desde los 190 – 270 de gestación

Ganado de carne: 0.6%

Lactancia: 1.5 g/kg de leche.

Effects of anion supplementation to low-potassium prepartum diets on macromineral status and performance of periparturient dairy cows

J. M. Ramos-Nieves ,* B. J. Thering ,*[1] M. R. Waldron ,†[2] P. W. Jardon ,‡[3] and T. R. Overton *[4]

* Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY 14853
† Department of Animal Science, University of Vermont, Burlington 05405
‡ West Central, Ralston, IA 51459

J. Dairy Sci. 92 :5677–5691
doi: 10.3168/jds.2009-2378
© American Dairy Science Association, 2009.

Introducción

- ✓ Numerosos experimentos han demostrado que ajustar la DCAD es efectiva en reducir la incidencia de hipocalcemia clínica durante el periodo de periparto
- ✓ Pocos estudios se han centrado sobre la reducción de DCAD se mejora con alimentos bajos en potasio ó mejora el estatus de macrominerales
- ✓ Pocos estudios han caracterizado efectos de ajuste de DCAD sobre el metabolismo de energía en el periparto o metabolismo de glucosa.

Table 1. Ingredient and chemical composition of the prepartum diets

	Treatment	
Item	Control	Low DCAD
Ingredient (% of DM)		
Corn silage	47.3	47.1
Wheat straw	15.7	15.7
Ground shelled corn	2.9	2.9
Soybean meal (47.5% CP)	5.9	5.9
SoyPlus[1]	6.9	5.9
Beet pulp	7.9	5.5
Corn distillers grains	4.3	2.4
Soybean hulls pellets	5.9	5.7
Soy-Chlor 16–7[1]	0.0	6.3
Calcium carbonate	2.0	1.1
Calcium sulfate dihydrate	0.4	1.0
Magnesium oxide	0.3	0.1
Salt	0.2	0.3
Mineral and vitamin mix[2]	0.3	0.2
Chemical analysis[3] [% of DM (SD)]		
DM[4] (% as-fed)	49.9 (3.7)	49.4 (4.4)
NE_L[5] (Mcal/kg)	1.48 (0.05)	1.48 (0.05)
NDF (%)	46.1 (2.0)	44.6 (3.0)
NFC[6] (%)	29.5 (2.8)	31.4 (2.7)
Starch (%)	17.5 (3.1)	18.0 (3.1)
Crude fat (%)	3.1 (0.5)	3.0 (0.3)
CP (%)	15.9 (0.9)	15.9 (0.7)
Lignin (%)	3.7 (0.2)	4.0 (0.3)
Ca (%)	1.43 (0.26)	1.35 (0.24)
K (%)	1.29 (0.14)	1.29 (0.15)
Cl (%)	0.42 (0.04)	1.17 (0.08)
P (%)	0.31 (0.01)	0.32 (0.01)
Mg (%)	0.47 (0.08)	0.51 (0.04)
S (%)	0.31 (0.04)	0.4 (0.06)
Na (%)	0.20 (0.01)	0.23 (0.04)
DCAD[7]	+11	−15

[1] West Central (Ralston, IA).

[2] Contained 3% Ca, 2.5% Mg, 6% K, 8.6% S, 8,600 mg/kg of Fe, 18,600 mg/kg of Zn, 6,000 mg/kg of Cu, 16,000 mg/kg of Mn, 110 mg/kg of Se, 330 mg/kg of Co, 570 mg/kg of I, 3,018.8 IU/g of vitamin A, 1,025.8 IU/g of vitamin D, and 20,242.3 IU/g of vitamin E.

[3] Based on 6 composite samples of TMR per group.

[4] Based on 21 (control) and 20 (low DCAD) weekly samples.

[5] NE_L (Mcal/kg) = 0.0245 × total digestible nutrients (%) − 0.12; Weiss et al. (1992).

[6] NFC = 100 − [(NDF − neutral detergent insoluble CP) + CP + ash + fat].

[7] $[(Na^+ + K^+) - (Cl^- + S^{-2})]$; mEq/100 g.

Table 2. Ingredient and chemical composition of the postpartum diet

Item	Postpartum diet
Ingredient (% of DM)	
TMR (%)	46.5
Rye straw	1.2
Corn silage	27.7
Alfalfa hay	3.0
High-moisture shell corn	13.4
Ground shelled corn	10.1
Hay crop silage	18.9
Corn gluten feed	8.4
Wheat middlings	5.2
Corn distillers grains	4.9
Blood meal, flash-dried	2.0
Animal fat	1.2
Limestone	1.1
Sodium bicarbonate	0.8
Expeller soybean meal	0.7
Fat supplement[1]	0.4
Urea	0.4
Salt	0.4
Calcium sulfate	0.1
Mepron M85[2]	0.1
Trace mineral mix[3]	0.1
Selenium 0.06% 050	0.04
Magnesium oxide	0.03
Gluten meal 60%	0.02
Vitamins A, D, E[4]	0.02
Vitamin E (50% vitamin E acetate)	0.003
Chemical analysis[5] [% of DM (SD)]	
DM[6] (% as-fed)	46.5 (3.0)
NE_L[7] (Mcal/kg)	1.67 (0.05)
NDF (%)	37.1 (2.3)
NFC[8] (%)	36.5 (2.6)
Starch (%)	24.3 (2.2)
Crude fat (%)	5.0 (0.4)
CP (%)	17.3 (0.8)
Lignin (%)	3.8 (0.3)
Ca (%)	0.91 (0.10)
P (%)	0.37 (0.03)
K (%)	1.28 (0.07)
Mg (%)	0.30 (0.03)
Cl (%)	0.54 (0.05)
S (%)	0.25 (0.02)
Na (%)	0.43 (0.03)
DCAD[9]	20

[1] Prilled saturated free fatty acids (99% fatty acid weight basis); Cargill Animal Nutrition proprietary blend (Elk River, MN).

[2] Degussa Corporation (Kennesaw, GA).

[3] Contained 36% Ca, 0.01% P, 0.93% Mg, 0.84% S, 7,370 mg/kg of Zn, 1,273 mg/kg of Cu, 6,030 mg/kg of Mn, 110 mg/kg of Se, 167.5 mg/kg of Co, 127.3 mg/kg of I, 1,202.5 IU/g of vitamin A, 225 IU/g of vitamin D, and 2,302.5 IU/g of vitamin E.

[4] Contained 36,000 IU/g of vitamin A, 7,000 IU/g of vitamin D, and 70,000 IU/g of vitamin E.

[5] Based on 7 composite samples of TMR.

[6] Based on 29 weekly samples of TMR.

[7] NE_L (Mcal/kg) = 0.0245 × total digestible nutrients (%) − 0.12; Weiss et al. (1992).

[8] NFC = 100 − [(NDF − neutral detergent insoluble CP) + CP + ash + fat].

[9] $[(Na^+ + K^+) - (Cl^- + S^{-2})]$; mEq/100 g.

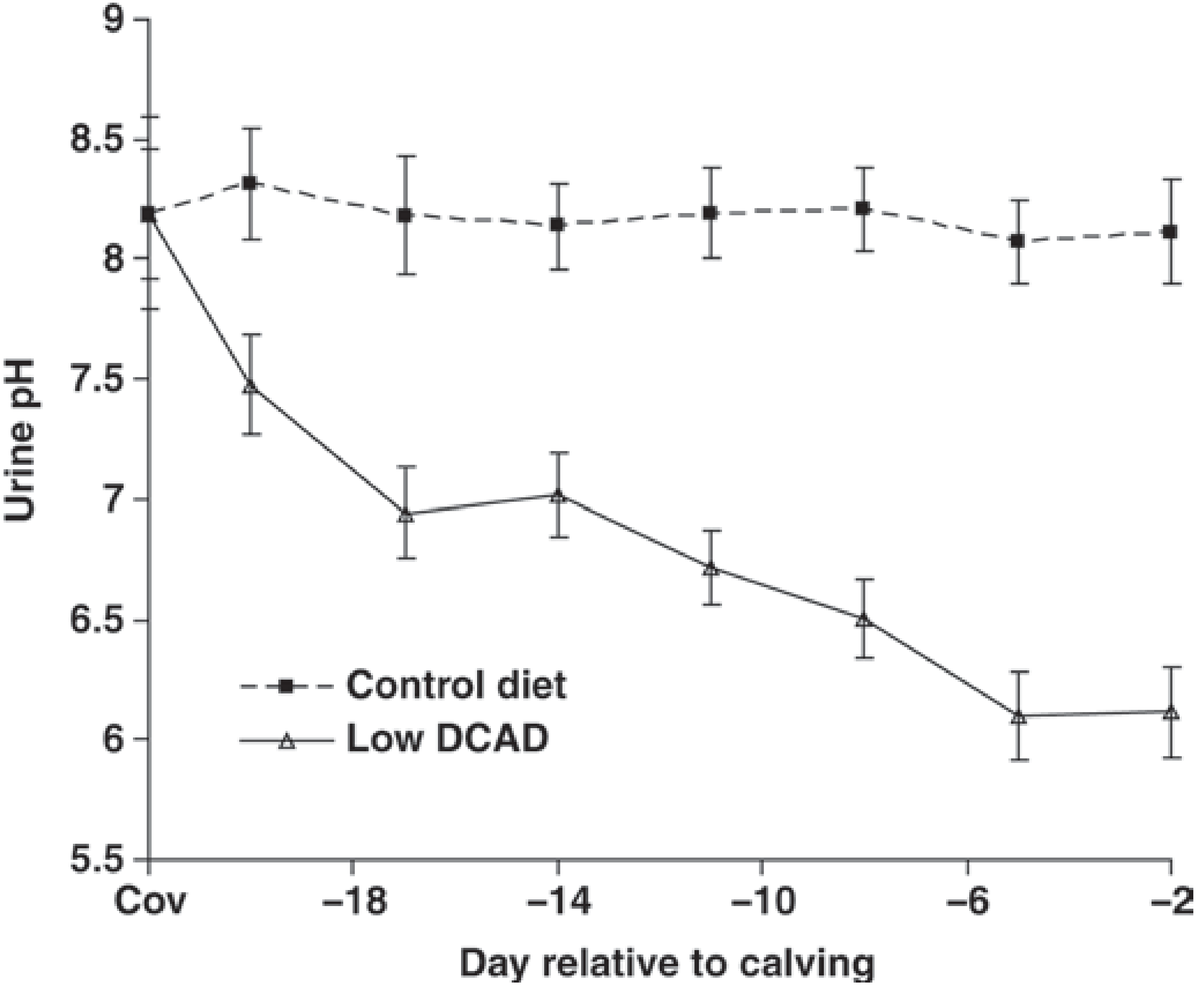


Figure 1. Least squares means and standard errors for urine pH during the prepartum period for cows fed either a control (n = 21) or low DCAD (n = 22) diet. Overall means were 8.2 and 6.7 for the control and low DCAD groups, respectively. The *P*-value for the effect of treatment was <0.0001, and the *P*-value for the interaction of treatment and time was 0.08. Cov = covariate urinary pH values obtained before introduction of treatment diets.

Table 4. Least squares means for DMI and milk yield and composition for cows fed a control or low DCAD diet during the prepartum period

	Treatment (Trt)[1]			*P*-value	
Item	Control	Low DCAD	SEM	Trt	Trt × week
DMI (kg/d)					
Prepartum[2]	15.6	14.4	0.3	0.01	0.48
Postpartum[3]	22.4	23.0	0.4	0.36	0.67
Milk yield[4] (kg/d)	46.2	46.4	1.4	0.93	0.47
3.5% FCM[5]	46.9	46.5	1.3	0.83	0.63
ECM[6] (kg/d)	46.1	45.6	1.2	0.79	0.43
ECM/DMI	2.14	2.11	0.07	0.78	0.85
Fat[7] (%)	3.65	3.67	0.12	0.92	0.32
Fat (kg/d)	1.65	1.63	0.05	0.79	0.60
True protein[7] (%)	2.90	2.88	0.06	0.81	0.38
True protein (kg/d)	1.31	1.29	0.03	0.67	0.33
Lactose[7] (%)	4.68	4.63	0.04	0.35	0.16
Lactose (kg/d)	2.18	2.14	0.07	0.67	0.55
Total solids[7] (%)	12.13	12.08	0.16	0.82	0.67
Total solids (kg/d)	5.60	5.54	0.15	0.80	0.42
SCC[7] (× 1000 cells/mL)	192	151	42	0.49	0.73
Linear SCS	2.34	2.38	0.25	0.91	0.67
MUN[7] (mg/dL)	12.3	12.2	0.4	0.89	0.38

[1] Cows assigned to the control treatment (n = 21) were fed a prepartum diet with DCAD value of +11 mEq/100 g of DM and cows assigned to the low DCAD treatment (n = 22) were fed a prepartum diet with a DCAD value of −15 mEq/100 g of DM.

[2] Data collected daily during last 21 d prepartum.

[3] Data collected daily from calving day to 63 d postpartum.

[4] Data collected daily from calving to 63 d postpartum and then reduced to weekly means for analysis.

[5] 3.5% FCM = [(kg of milk × 0.4324) + (16.216 × kg of fat)].

[6] ECM = [(0.327 × kg of milk) + (12.95 × kg of fat) + (7.2 × kg of protein)].

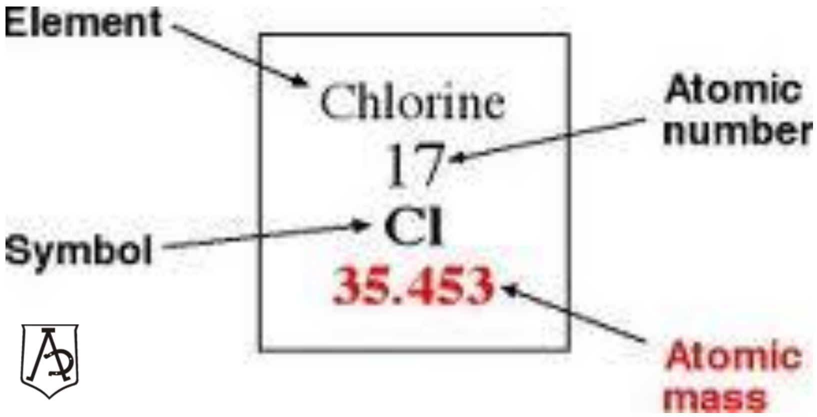
[7] Data collected weekly from wk 1 through 9 postpartum.

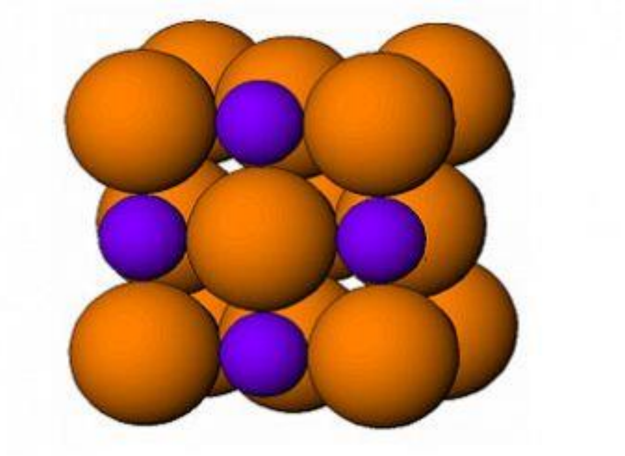
Conclusión

- ✓ Suplementación de aniones para una dieta del preparto baja en potasio, no cambia la incidencia de hipocalcemia subclínica o clínica
- ✓ Dietas bajas DCAD en el preparto, incrementan la concentración de P en plasma durante el periodo pre y posparto, y tienden a reducir la incidencia de hipocalcemia subclínica y clínica durante los primeros cinco días posparto

Cloro

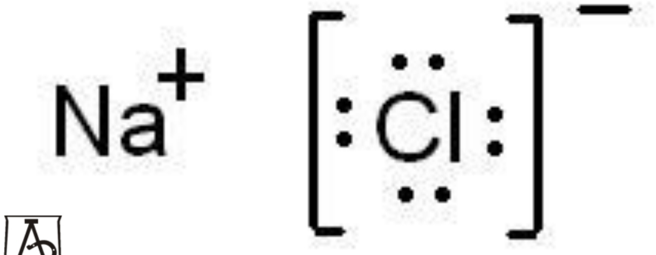
- Los requerimientos de cloro son los menos estudiados de los macrominerales.
- Sin embargo, su importancia fisiológica y su interrelación con el sodio y el potasio son extremadamente importantes.
- Normalmente el cloro es proporcionado en la dieta en forma de sal el cual es solubilizado, incrementado la carga de iones negativos para su absorción.
- Funcionalmente importante por ser propenso a aceptar electrones durante el metabolismo.

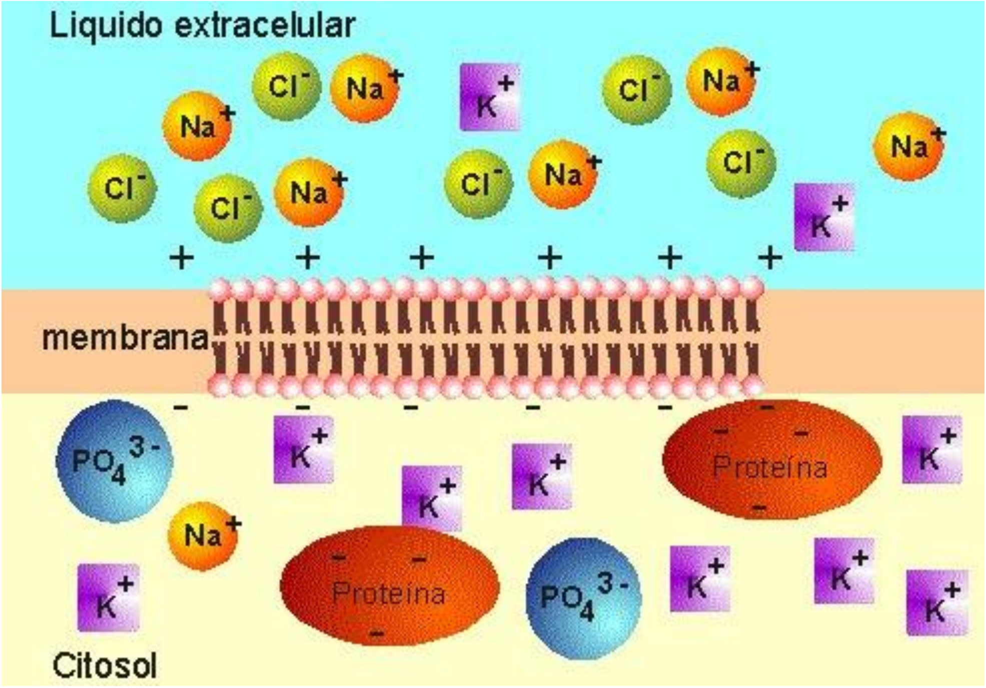

Element
Chlorine
Atomic number
17
Symbol
Cl
35.453
Atomic mass



Importancia fisiológica

- ✓ Principal anión relacionado con la regulación de la presión osmótica.
- ✓ Representa mas del 60% del total de equivalentes aniónicos del fluido extracelular.
- ✓ Existe una interrelación bastante importante entre el cloro-sodio-potasio para mantener una fuerte diferencia iónica.

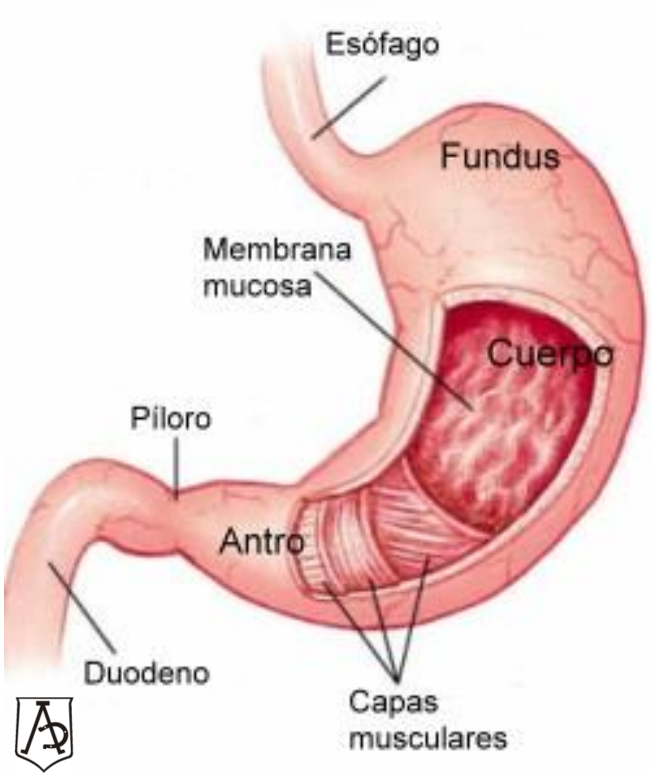


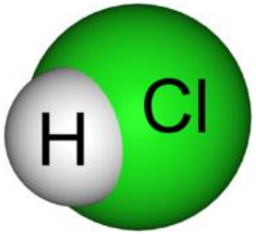

Liquido extracelular
Cl⁻
Na⁺
K⁺
membrana
PO₄³⁻
Proteína
Citosol

✓ Esencial en el transporte de bióxido de carbono y oxígeno.

✓ Anión importante en las secreciones gástricas que ayuda a la digestión de las proteínas y que es acompañado por iones hidrógeno en cantidades equivalentes.

✓ Necesario en la activación de la amilasa pancreática.


Esófago
Fundus
Membrana mucosa
Cuerpo
Píloro
Antro
Duodeno
Capas musculares

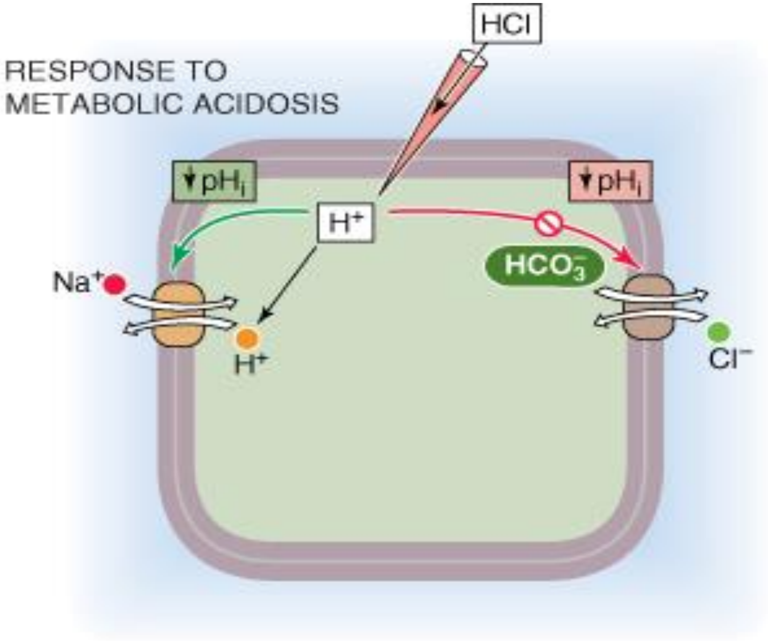


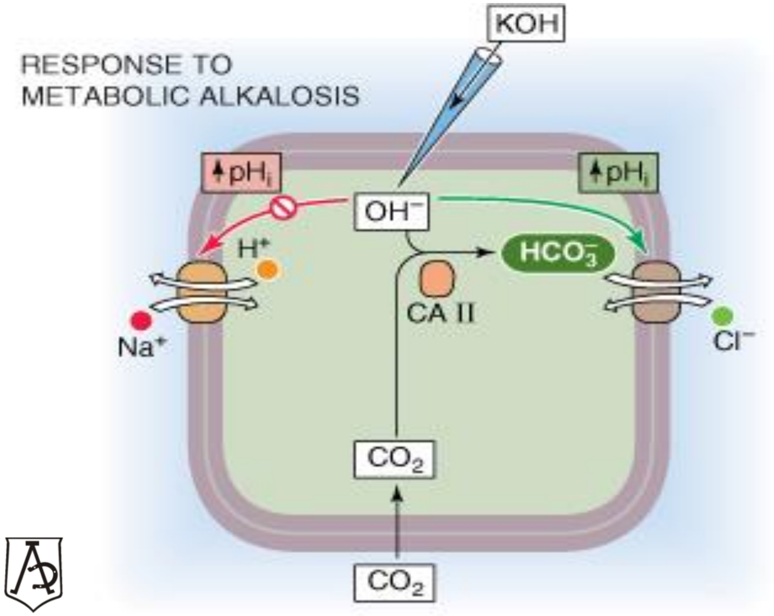
Concentración de iones en el cytosol y en el espacio extracellular

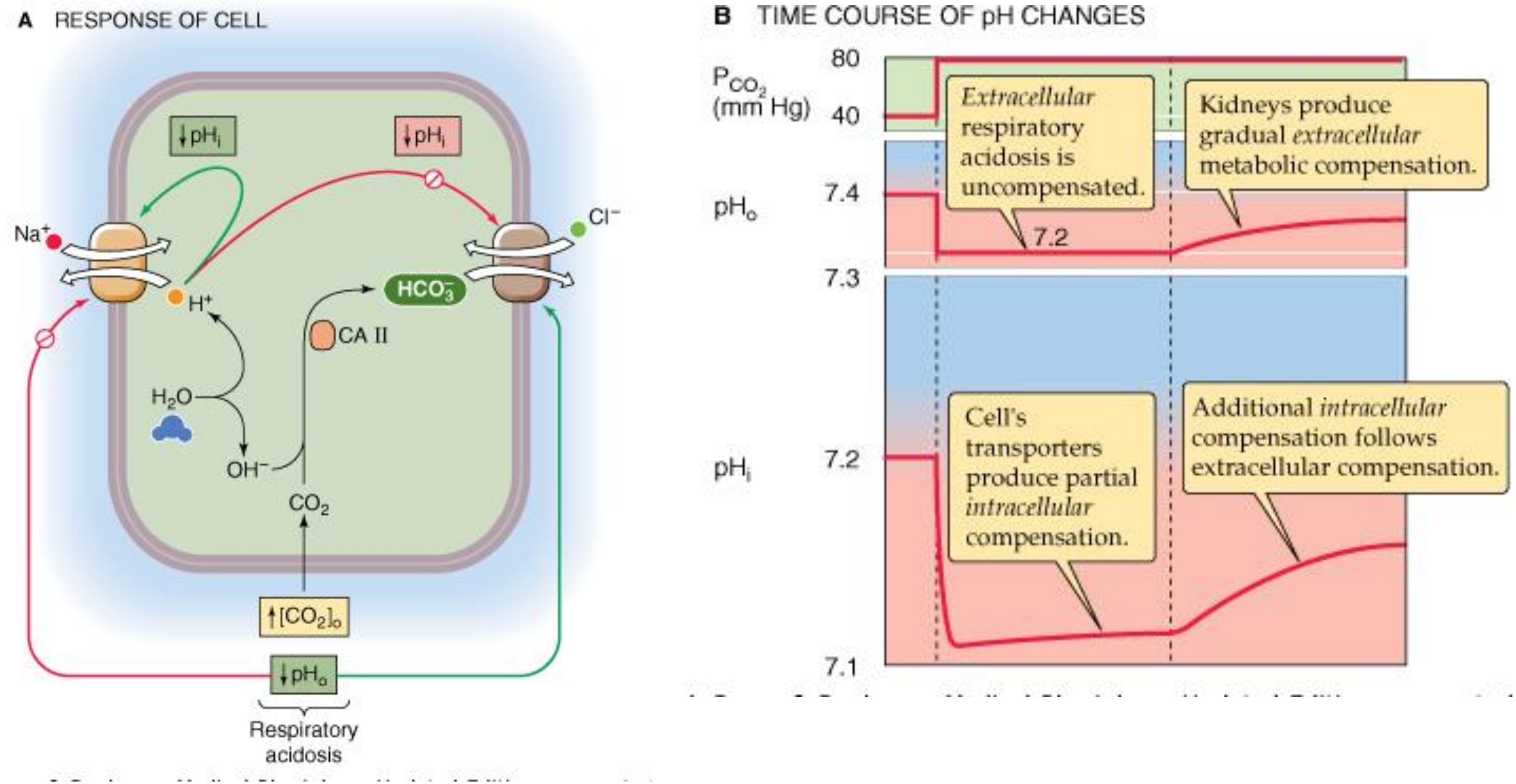
Componente	Concentración intracelular (mM)	Concentración extracelular (mM)
Cationes		
Na^+	5-15	145
K^+	140	5
Mg^{2+}	0.5	1-2
Ca^{2+}	10^{-4}	1-2
H^+	$7x10^{-5}$ ($10^{-7.2}$ M o pH 7.2)	$4x10^{-2}$ ($10^{-7.4}$ M o pH 7.4)
Aniones		
Cl^-	5-15	110

Regulación del pH intracelular

- ✓ Respuestas al aumento y/o disminución de pH intracelular
- ✓ Activación e inhibición de canales iónicos


RESPONSE TO METABOLIC ACIDOSIS
HCl
↓pH$_i$
↓pH$_i$
H$^+$
HCO_3^-
Na$^+$
H$^+$
Cl$^-$


RESPONSE TO METABOLIC ALKALOSIS
KOH
↑pH$_i$
↑pH$_i$
OH$^-$
H$^+$
HCO_3^-
CA II
Na$^+$
Cl$^-$
CO_2
CO_2



↓pH$_i$
↓pH$_i$
Na$^+$
Cl$^-$
H$^+$
HCO$_3^-$
CA II
H$_2$O
OH$^-$
CO$_2$
↑[CO$_2$]$_o$
↓pH$_o$
Respiratory acidosis
P$_{CO_2}$ (mm Hg)
80
40
pH$_o$
7.4
7.2
7.3
pH$_i$
7.2
7.1

A RESPONSE OF CELL

B TIME COURSE OF pH CHANGES

Extracellular respiratory acidosis is uncompensated.

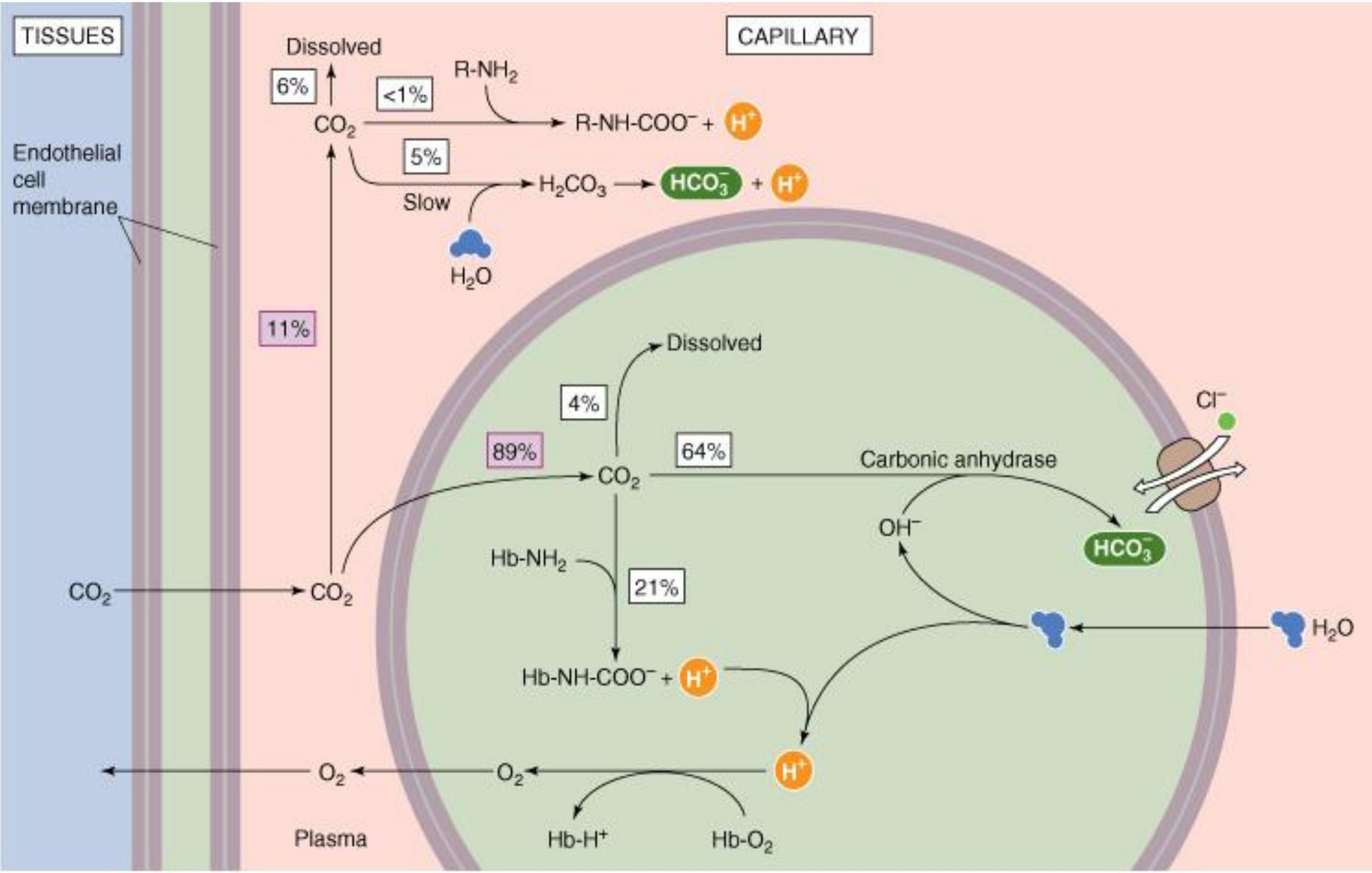
Kidneys produce gradual *extracellular* metabolic compensation.

Cell's transporters produce partial *intracellular* compensation.

Additional *intracellular* compensation follows extracellular compensation.

Las células participan en la regulación de las cargas ácidas y alcalinas extracelulares

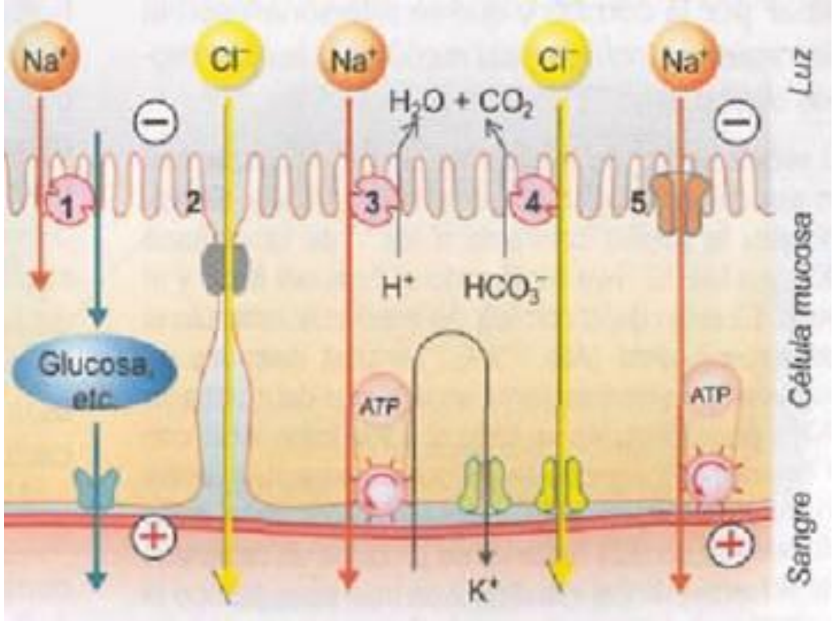
Transporte de CO_2


TISSUES
CAPILLARY
Endothelial cell membrane
Dissolved
6%
<1%
R-NH2
CO2
R-NH-COO⁻ + H⁺
5%
Slow
H2CO3
HCO3⁻
+ H⁺
H2O
11%
Dissolved
4%
89%
64%
Carbonic anhydrase
Cl⁻
CO2
OH⁻
HCO3⁻
Hb-NH2
21%
CO2
CO2
H2O
Hb-NH-COO⁻ + H⁺
H⁺
O2
O2
Plasma
Hb-H⁺
Hb-O2

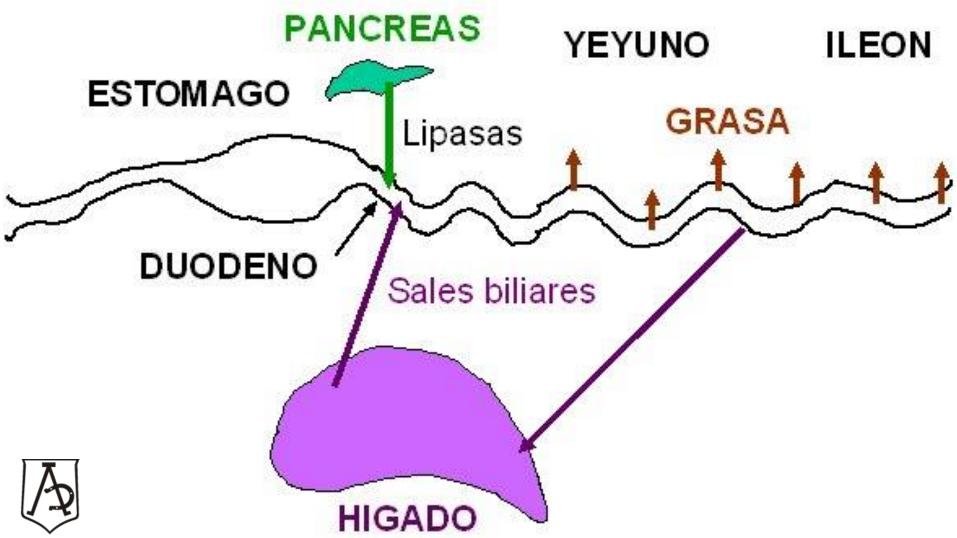
© Elsevier Ltd. Boron & Boulpaep: Medical Physiology, Updated Edition www.studentconsult.com

Absorción

- ✓ Cerca del 80% del cloro que entra al tracto digestivo proviene de secreciones como la saliva, fluido gástrico, bilis y jugo pancreático.
- ✓ Se absorbe a lo largo del tracto digestivo.
- ✓ Se absorbe principalmente en el intestino delgado a través de difusión pasiva, mediante cambios en el gradiente de concentración.


Na^+
Cl^-
Na^+
$H_2O + CO_2$
Cl^-
Na^+
Luz
1
2
3
4
5
H^+
HCO_3^-
Glucosa, etc.
ATP
ATP
Célula mucosa
Sangre
K^+

- ✓ Transportado a través de la pared ruminal a la sangre en contra de un gradiente de concentración.
- ✓ Se ha comprobado que es co-transportado con el sodio a través de la pared ruminal, sin embargo, el mecanismo es desconocido.
- ✓ Una apreciable absorción de cloro proveniente de secreciones gástricas se da en el íleon distal y en el intestino grueso mediante un intercambio con bicarbonato.

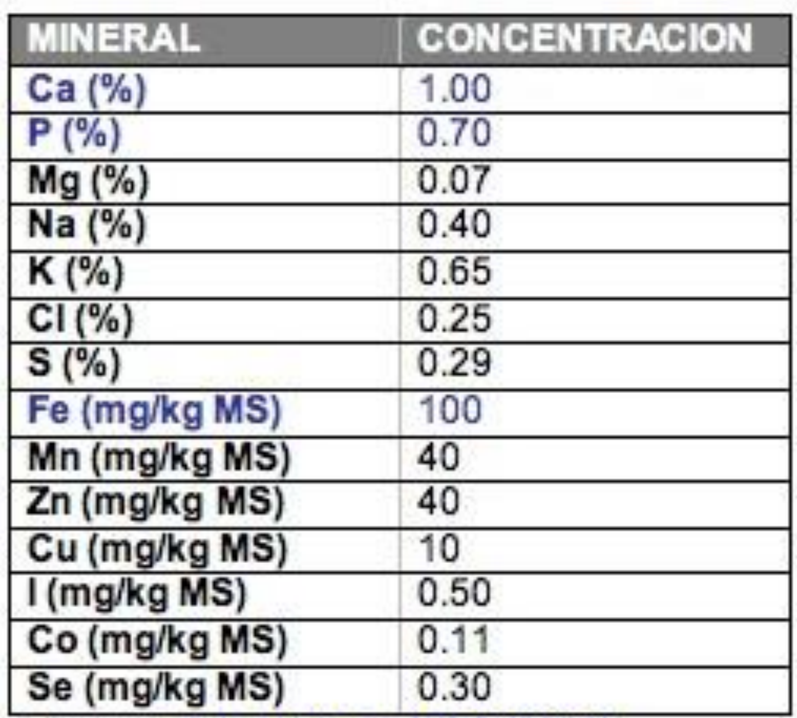

PANCREAS
YEYUNO
ILEON
ESTOMAGO
Lipasas
GRASA
DUODENO
Sales biliares
HIGADO

Deficiencias

- ✓ Los signos clínicos manifiestos son: Anorexia, pérdida de peso, letargia, polidipsia, poliuria.
- ✓ Metabólicamente, una deficiencia de cloro ocasiona alcalosis severa e hipocloremia, hipocalemia, hiponatremia y uremia.

Toxicidad

- ✓ La cantidad o concentración de cloro en la dieta por sí misma para causar intoxicación no ha sido establecida.
- ✓ Altas concentraciones sistémicas de cloro, con la ausencia de un catión neutralizante, puede afectar el equilibrio normal ácido–base.



MINERAL	CONCENTRACION
Ca (%)	1.00
P (%)	0.70
Mg (%)	0.07
Na (%)	0.40
K (%)	0.65
Cl (%)	0.25
S (%)	0.29
Fe (mg/kg MS)	100
Mn (mg/kg MS)	40
Zn (mg/kg MS)	40
Cu (mg/kg MS)	10
I (mg/kg MS)	0.50
Co (mg/kg MS)	0.11
Se (mg/kg MS)	0.30

Fuente: Adaptado de NRC (2001)

Requerimientos

Ganado lechero:

- ✓ *Mantenimiento:* 2.25 g/100 kg PV
- ✓ *Crecimiento:* 1.0 g/kg PV
- ✓ *Preñez:* 1 g/d a partir de los 190 d de gestación al parto
- ✓ *Lactancia:* 1.15 g/kg de leche producida.

Ganado de carne: 0.038 – 0.5% de la ración.

Effects of dietary cation-anion difference on ruminal metabolism and blood acid-base regulation in dairy cows receiving 2 contrasting levels of concentrate in diets

E. Apper-Bossard ,*†[1,2] P. Faverdin ,*† F. Meschy ,‡§ and J. L. Peyraud *†

* INRA, UMR1080 Dairy Production, F-35000 Rennes, France
† Agrocampus Ouest, UMR1080 Dairy Production, F-35000 Rennes, France
‡ INRA, UMR Physiology of Nutrition and Feeding, F-75231 Paris Cedex 05, France
§ Agro Paris Tech, UMR Physiology of Nutrition and Feeding, F-75231 Paris Cedex 05, France

J. Dairy Sci. 93 :4196–4210
doi: 10.3168/jds.2009-2975
© American Dairy Science Association®, 2010 .

Introducción

- ✓ Vacas altas productoras de leche son frecuentemente alimentadas con dietas altas en almidón rápidamente fermentable
- ✓ Práctica alimenticia comúnmente causa SARA y una reducción del DMI, producción de leche y contenido de grasa en leche, lo cual implica perdidas económicas al productor
- ✓ SARA es caracterizada por una caída del pH ruminal y un incremento en la producción de VFA, como respuesta al incremento de la producción de propionato y una alteración de biohidrogenación ruminal de ácidos grasos poliinsaturados de la dieta

Table 1. Composition and nutrients of experimental diets[1]

Item,[2] g/100 g of DM unless noted	Treatment[3]					
	LCLD	LCMD	LCHD	HCLD	HCMD	HCHD
Ingredient						
Corn silage	78.60	79.00	79.00	58.60	59.00	59.00
Formaldehyde-treated soybean	7.51	7.51	7.51	5.00	5.00	5.00
Soybean meal	5.49	5.49	5.49	5.00	5.00	5.00
Wheat	—	—	—	14.50	14.50	14.50
Barley	3.66	3.66	3.66	7.47	7.47	7.47
Dehydrated alfalfa	—	—	—	2.99	2.99	2.99
Distiller residues	0.34	0.34	0.34	—	—	—
Molasses	—	—	—	2.04	2.04	2.04
Urea	0.60	1.00	1.00	0.60	1.00	1.00
NH_4Cl	0.80	—	—	0.80	—	—
$CaCO_3$	1.18	1.18	1.42	1.18	1.18	1.42
NaCl	0.47	0.47	0.32	0.47	0.47	0.32
MgO	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
$ZnSO_4$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
$MnSO_4$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
$CaPO_4$	0.45	0.45	—	0.45	0.45	—
Na_2PO_4	—	—	0.41	—	—	0.41
Na_2CO_3	—	—	0.60	—	—	0.60
Matrix (corn)	0.78	0.78	0.14	0.78	0.78	0.14
Nutrient						
OM	92.7	92.0	92.5	92.8	92.1	92.0
CP	14.5	14.5	14.4	14.2	14.5	14.2
PDIE, g/kg	97.5	97.7	97.7	96.1	96.3	96.1
PDIN, g/kg	94.2	96.8	95.8	94.4	94.6	93.6
NE_L, Mcal/kg	1.61	1.63	1.61	1.64	1.64	1.64
ADF	18.2	18.3	18.2	15.8	15.9	15.8
NDF	35.0	35.2	35.1	31.2	31.4	31.3
Starch	31.0	31.1	31.1	35.0	35.2	35.2
Ca	0.75	0.75	0.76	0.81	0.81	0.82
P	0.32	0.32	0.32	0.34	0.34	0.34
Mg	0.20	0.20	0.19	0.20	0.20	0.19
S	0.11	0.11	0.10	0.11	0.14	0.13
Na	0.20	0.19	0.50	0.20	0.20	0.51
K	1.13	1.13	1.12	1.16	1.17	1.16
Cl	1.02	0.48	0.40	1.07	0.53	0.45
DCAD	16	169	327	11	149	308
ED	85	238	391	82	235	389

[1] Ingredients listed as percentage of total diet DM. Nutrients calculated from analyzed values.

[2] PDIE = digestible protein in the small intestine supplied by microbial protein from rumen-fermented OM (Institut National de la Recherche Agronomique, 1989); PDIN = digestible protein in the small intestine supplied by microbial protein from rumen-degraded protein (Institut National de la Recherche Agronomique, 1989); DCAD expressed as mEq/kg of DM of (Na + K) − (Cl +S); ED = electrolytic difference, expressed as mEq/kg of DM of Na + K − Cl.

[3] LCLD = low concentrate and low DCAD (16 mEq/kg of DM); LCMD = low concentrate and medium DCAD (169 mEq/kg of DM); LCHD = low concentrate and high DCAD (327 mEq/kg of DM); HCLD = high concentrate and low DCAD (11 mEq/kg of DM); HCMD = high concentrate and medium DCAD (149 mEq/kg of DM); HCHD = high concentrate and high DCAD (308 mEq/kg of DM). DCAD expressed as mEq/kg of DM (Na + K) − (Cl + S).

Table 2. Effects of DCAD and concentrate level (conc) on mean blood gases

	Treatment[1]								Effect				
										DCAD		DCAD × conc	
Item	LCLD	LCMD	LCHD	HCLD	HCMD	HCHD	SEM[2]	SEM conc[3]	Conc	Linear	Quadratic	Linear	Quadratic
pH	7.40	7.41	7.43	7.36	7.40	7.44	0.004	0.014	0.369	≤ 0.01	0.912	≤ 0.05	0.663
pCO_2,[4] mm Hg	37.8	40.8	42.1	37.3	39.1	37.5	0.85	0.73	≤ 0.10	0.272	0.498	0.447	0.935
HCO_3, mmol/L	22.9	25.8	27.5	21.0	23.8	25.3	0.54	0.74	0.224	≤ 0.01	0.605	0.596	0.726
SBE,[5] mmol/L	−1.45	1.39	3.04	−3.71	−0.66	1.23	0.503	0.779	0.229	≤ 0.01	0.615	0.421	0.688

[1] LCLD = low concentrate and low DCAD (16 mEq/kg of DM); LCMD = low concentrate and middle DCAD (169 mEq/kg of DM); LCHD = low concentrate and high DCAD (327 mEq/kg of DM); HCLD = high concentrate and low DCAD (11 mEq/kg of DM); HCMD = high concentrate and middle DCAD (149 mEq/kg of DM); HCHD = high concentrate and high DCAD (308 mEq/kg of DM). DCAD expressed as mEq/kg of DM (Na + K) − (Cl + S). The low concentrate diet contained 20% DM concentrate; the high concentrate diet contained 40% DM concentrate.

[2] SEM = standard error of the mean of the statistical model.

[3] SEM conc = standard error of the mean to test the concentrate effect according to a special Fisher test.

[4] Partial pressure of CO_2.

[5] SBE = standard base excess.

Table 3. Effects of DCAD and concentrate level (conc) on DMI, milk yield, milk composition, balances of energy and protein, and BW

	Treatment[1]								Effect				
										DCAD		DCAD × conc	
Item	LCLD	LCMD	LCHD	HCLD	HCMD	HCHD	SEM[2]	SEM conc[3]	Conc	Linear	Quadratic	Linear	Quadratic
DMI, kg/d	19.4	20.4	21.3	20.6	21.5	24.6	0.33	1.17	0.398	≤0.01	0.128	≤0.05	0.134
Milk yield, kg/d	31.9	33.5	34.8	33.9	35.0	36.6	0.47	2.13	0.814	≤0.05	0.647	0.477	0.311
4% FCM, kg/d	30.0	31.9	33.7	29.9	32.3	37.8	0.84	0.76	0.915	≤0.01	0.469	0.226	0.135
Fat, kg/d	1.14	1.24	1.32	1.09	1.21	1.53	0.054	0.056	0.956	≤0.05	0.809	0.143	0.234
Protein, kg/d	0.90	0.93	0.99	1.02	1.05	1.21	0.031	0.091	0.479	≤0.05	0.319	0.429	0.391
Composition, %													
Fat	3.61	3.77	3.80	3.14	3.51	4.16	0.155	0.178	0.602	≤0.10	0.861	≤0.001	0.299
Protein	2.90	2.85	2.86	3.09	3.13	3.34	0.06	0.05	0.353	0.544	0.625	0.813	0.508
Balance													
Energy, Mcal/d	−0.98	−1.02	−0.92	−1.19	−0.85	0.25	0.435	1.911	≤0.05	0.305	≤0.05	≤0.10	0.405
Protein,[4] g of PDI/d	69	85	106	−241	−167	−82	26.1	41.4	≤0.05	≤0.10	0.250	0.305	0.741
BW, kg	663	656	660	683	686	682	3.5	4.0	0.318	0.725	0.805	0.867	0.344

[1] LCLD = low concentrate and low DCAD (16 mEq/kg of DM); LCMD = low concentrate and middle DCAD (169 mEq/kg of DM); LCHD = low concentrate and high DCAD (327 mEq/kg of DM); HCLD = high concentrate and low DCAD (11 mEq/kg of DM); HCMD = high concentrate and middle DCAD (149 mEq/kg of DM); HCHD = high concentrate and high DCAD (308 mEq/kg of DM). DCAD expressed as mEq/kg of DM (Na + K) − (Cl + S). The low concentrate diet contained 20% DM concentrate; the high concentrate diet contained 40% DM concentrate.

[2] SEM = standard error of the mean of the statistical model.

[3] SEM conc = standard error of the mean to test the concentrate effect according to a special Fisher test.

[4] Digestible protein in the small intestine (Institut National de la Recherche Agronomique, 1989).

Table 4. Effects of DCAD and concentrate level (conc) on rumen pH, VFA, and ammoniac concentration (mean 12 h after feeding)

	Treatment[1]								Effect				
										DCAD		DCAD × conc	
Item	LCLD	LCMD	LCHD	HCLD	HCMD	HCHD	SEM[2]	SEM conc[3]	Conc	Linear	Quadratic	Linear	Quadratic
pH	6.20	6.46	6.34	6.02	6.07	6.03	0.043	0.031	≤0.01	0.158	≤0.10	0.732	0.907
Range of pH	0.07	0.16	0.29	0.73	0.57	0.49	0.055	0.178	0.116	NS	0.405	≤0.05	0.568
Total VFA, mmol/L	97.8	91.2	101.5	96.3	99.8	105.8	3.18	2.18	0.117	0.185	0.235	0.559	0.387
Range	−6.4	12.4	8.7	25.9	22.4	11.0	3.27	5.80	0.125	NS	0.267	≤0.05	0.328
VFA, molar %													
Acetate	57.8	59.0	59.5	55.6	54.6	56.1	1.35	1.12	≤0.10	0.501	0.328	0.444	0.876
Propionate	21.8	21.4	20.3	27.8	27.8	25.1	2.65	1.42	≤0.05	0.268	0.802	0.414	0.988
Butyrate	14.8	14.4	14.4	12.2	13.0	14.3	0.83	1.02	0.580	0.273	0.895	0.484	0.681
Isoacids[4]	2.67	2.73	2.74	2.09	2.05	2.15	0.276	0.098	≤0.05	0.350	0.815	0.456	0.986
Minor fatty acids[5]	2.89	2.50	2.50	2.86	2.58	2.36	0.182	0.955	0.715	0.486	0.623	0.627	0.752
Ammoniac, mg/L	141	110	127	80	117	98	9.1	4.7	≤0.05	0.912	0.491	0.670	≤0.10

[1] LCLD = low concentrate and low DCAD (16 mEq/kg of DM); LCMD = low concentrate and middle DCAD (169 mEq/kg of DM); LCHD = low concentrate and high DCAD (327 mEq/kg of DM); HCLD = high concentrate and low DCAD (11 mEq/kg of DM); HCMD = high concentrate and middle DCAD (149 mEq/kg of DM); HCHD = high concentrate and high DCAD (308 mEq/kg of DM). DCAD expressed as mEq/kg of DM (Na + K) − (Cl + S). The low concentrate diet contained 20% DM concentrate; the high concentrate diet contained 40% DM concentrate.

[2] SEM = standard error of the mean of the statistical model.

[3] SEM conc = standard error of the mean to test the concentrate effect according to a special Fisher test.

[4] Isobutyrate + isovalerate.

[5] Valerate + caproate.

Table 5. Effects of DCAD and concentrate level (conc) on mean blood mineral concentrations

	Treatment[1]								Effect				
										DCAD		DCAD × conc	
Item, mEq/L	LCLD	LCMD	LCHD	HCLD	HCMD	HCHD	SEM[2]	SEM conc[3]	Conc	Linear	Quadratic	Linear	Quadratic
Na	139	139	139	139	138	138	0.58	0.19	0.773	0.141	0.117	0.234	0.185
K	3.72	4.01	3.85	3.60	3.45	3.95	0.112	0.226	0.528	0.424	0.941	0.684	0.200
Cl	101.0	98.9	96.6	102.5	98.8	97.7	0.37	0.43	0.226	≤ 0.01	0.305	0.891	0.260
Ca	2.64	2.64	2.60	2.67	2.58	2.59	0.02	0.03	0.866	0.471	0.906	0.322	0.482
ED[4]	41.4	44.1	46.1	40.0	43.0	44.1	0.67	0.69	0.506	≤ 0.05	0.807	0.588	0.885

[1] LCLD = low concentrate and low DCAD (16 mEq/kg of DM); LCMD = low concentrate and middle DCAD (169 mEq/kg of DM); LCHD = low concentrate and high DCAD (327 mEq/kg of DM); HCLD = high concentrate and low DCAD (11 mEq/kg of DM); HCMD = high concentrate and middle DCAD (149 mEq/kg of DM); HCHD = high concentrate and high DCAD (308 mEq/kg of DM). DCAD expressed as mEq/kg of DM (Na + K) − (Cl + S). The low concentrate diet contained 20% DM concentrate; the high concentrate diet contained 40% DM concentrate.

[2] SEM = standard error of the mean of the statistical model.

[3] SEM conc = standard error of the mean to test the concentrate effect according to a special Fisher test.

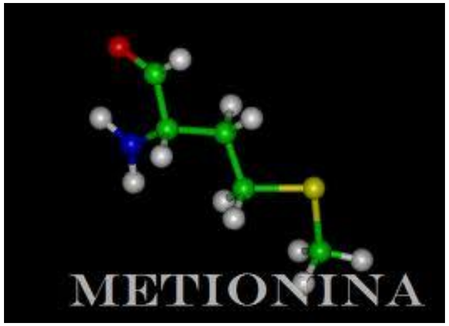
[4] Electrolyte difference, expressed as mEq/L (Na + K) − Cl.

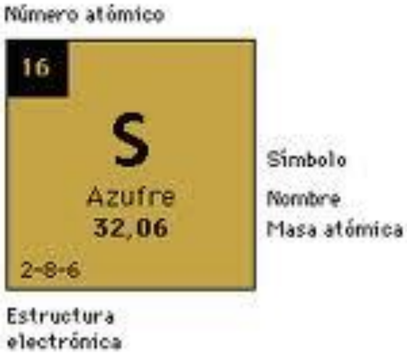
Conclusión

- ✓ Se confirma que bajas DCAD no permite maximizar el consumo en vacas altas productoras de leche, principalmente cuando son alimentadas con dietas ricas en almidón rápidamente fermentable
- ✓ DACD contribuye grandemente en la regulación ácido-base de la sangre principalmente en la adaptación de las funciones renales
- ✓ Cuando se alimentan con dietas bajas DCAD, los mecanismos renales no eluden el decremento dramático del HCO^3 de la sangre, resultando una concentración de HCO^3 y pH bajo de la sangre
- ✓ HCO^3 de la sangre es particularmente reciclada en rumen para limitar la disminución de pH

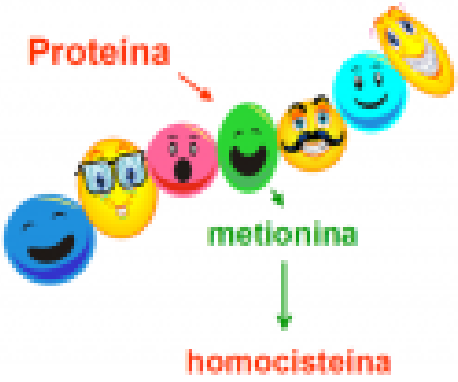
Azufre

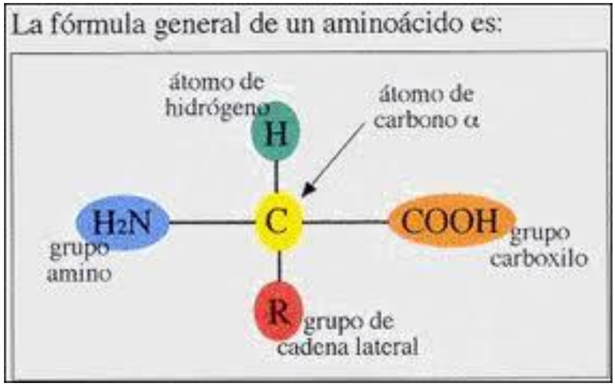
- Cerca del 0.15% del peso corporal es azufre
- Parte estructural de aminoácidos tales como metionina, cisteína, homocisteína y taurina; de las vitaminas del complejo B tiamina y biotina
- Los puentes disulfuro de los aminoácidos azufrados son altamente responsables para determinar la estructura terciaria de las proteínas
- La oxidación de la metionina y la cisteína causa la aparición de azufre que también existe en los tejidos en forma de anión, el cual influye en el balance ácido-base del animal.



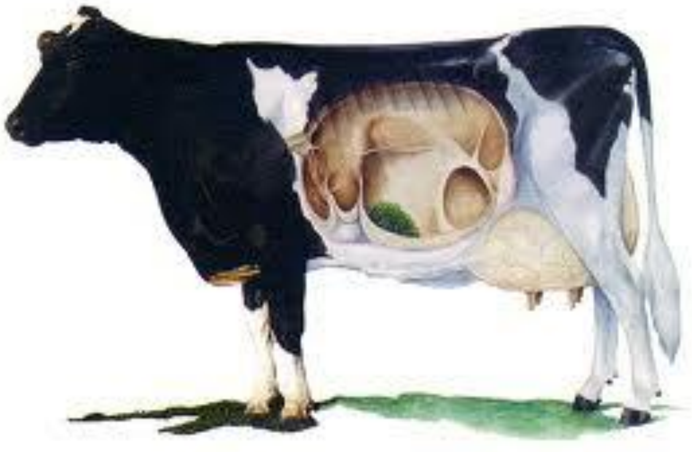

Número atómico
16
S
Azufre
32,06
2-8-6
Símbolo
Nombre
Masa atómica
Estructura electrónica

- Metionina, tiamina y biotina no pueden ser sintetizados por los tejidos de los animales, por los que éstos deben ser aportados en la dieta, o sintetizados por los microorganismos ruminales
- Los requerimientos del ganado están enfocados en proporcionar la cantidad de sustrato adecuado para la síntesis de proteína microbial
- De manera general, el azufre que se proporciona en corrales de engorda es el que se encuentra en las proteínas.


Proteina
metionina
homocisteina

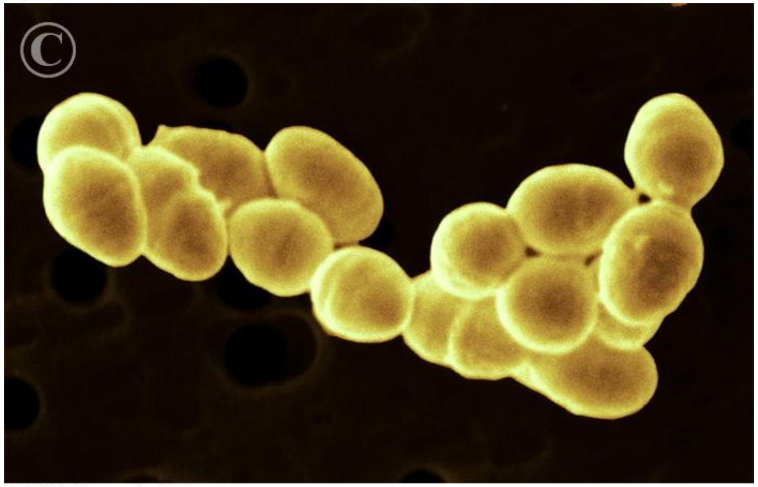

La fórmula general de un aminoácido es:
átomo de hidrógeno
H
átomo de carbono α
H_2N
grupo amino
C
COOH
grupo carboxilo
R
grupo de cadena lateral

- ✓ No todas las bacterias del rumen utilizan azufre presente en la dieta
- ✓ Microorganismos ruminales producen dos veces mas cisteína y metionina cuando la fuente de azufre es sulfato inorgánico
- ✓ *Fibrobacter succinogenes* puede utilizar sulfitos o bien cisteína como fuente de azufre, pero no sulfatos.

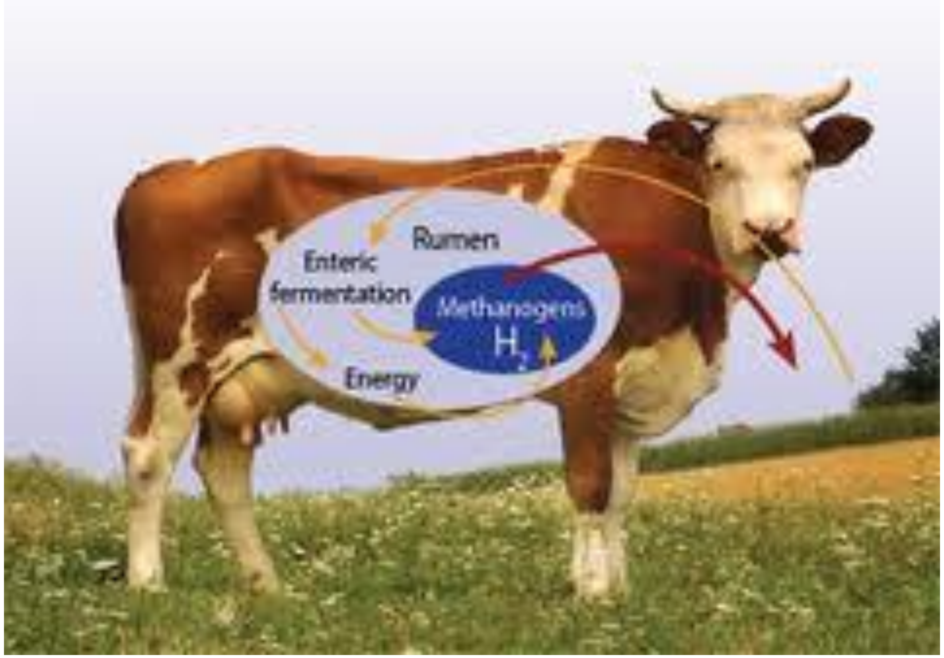


- Diferentes colonias de *Ruminococcus* crecen en medios que contienen solo sulfitos o sulfato

- Azufre elemental no se utiliza de manera óptima por las bacterias ruminales
- Azufre que se encuentra incorporado en la proteína microbial dentro de la estructura de la metionina y cisteína es absorbido por el intestino delgado.



BA4280 [RM] © www.visualphotos.com


Rumen
Enteric fermentation
Methanogens
H2
Energy

Absorción

- ✓ Cierta parte del azufre de la dieta es absorbida por el animal en su forma aniónica sulfito
- ✓ Se ha observado que ^{35}S-sulfide se absorbe de manera más rápida y eficiente en el rumen de borregas respecto al sulfato
- ✓ El sulfato se absorbe de manera mas eficiente en el intestino.

Requerimientos

Ganado lechero:

- ✓ 0.20 % del azufre en la dieta, cuando se proporciona en forma de sulfuro de sodio, calcio, potasio o magnesio es adecuado para aportar el azufre necesario para una óptima síntesis de proteína microbial
- ✓ Para una utilización eficiente de NNP la relación nitrógeno: azufre debe ser de 10 – 12: 1.

SUPLEMENTO
MINERAL
16%

Requerimientos

Ganado de carne:

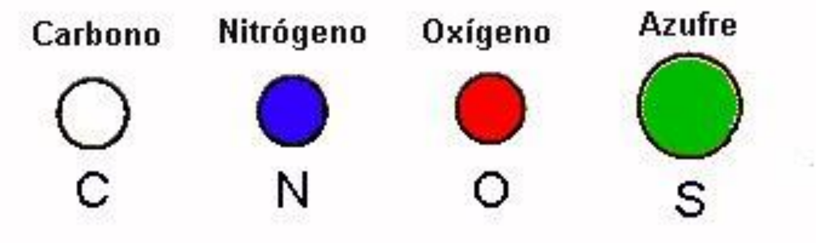
✓ Se ha estimado una necesidad de azufre en la dieta de bovinos de carne que varía desde 0.11 – 0.15% de la dieta, sin embargo el nivel óptimo aun no se ha establecido

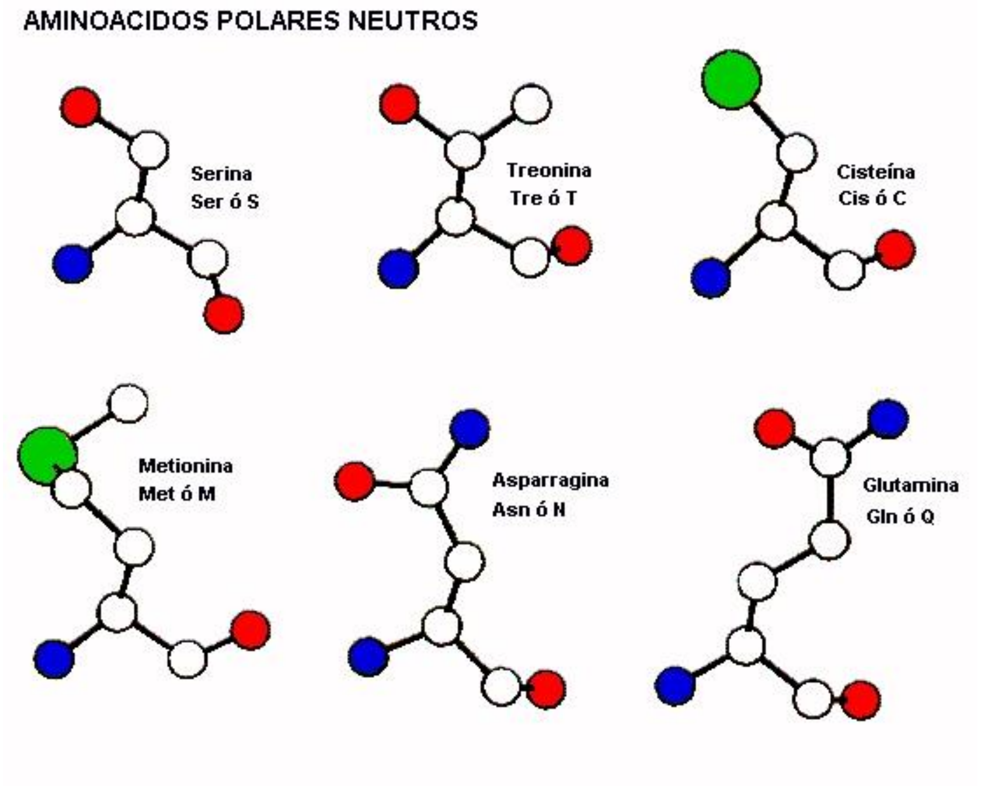
✓ Se ha demostrado que en animales bajo condiciones de corral de engorda con dietas altas en grano, al incrementar la cantidad de azufre en la dieta, disminuye la cantidad de bacterias ácido lácticas y mejora la eficiencia alimenticia.

Factores que afectan sus requerimientos

- ✓ Protección a la degradación ruminal de proteínas y aminoácidos puede traer como resultado una menor disponibilidad de azufre para la síntesis de proteína microbial

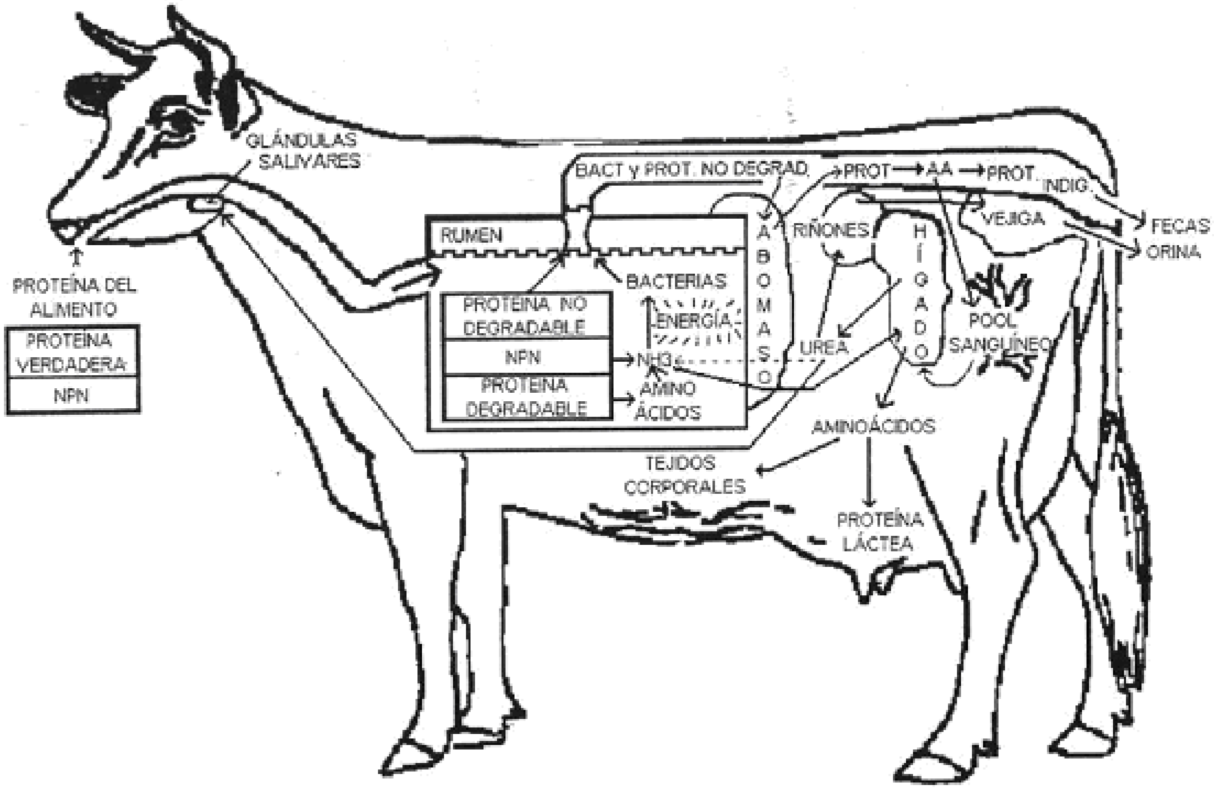
- ✓ Sin embargo, la protección de dichos compuestos puede ayudar a la vaca a obtener el perfil de aminoácidos requeridos para sus tejidos.


Carbono
C
Nitrógeno
N
Oxígeno
O
Azufre
S


AMINOACIDOS POLARES NEUTROS
Serina
Ser ó S
Treonina
Tre ó T
Cisteína
Cis ó C
Metionina
Met ó M
Asparragina
Asn ó N
Glutamina
Gln ó Q

✓ Metionina, análogos de metionina y sulfatos son utilizados de igual manera para cubrir los requerimientos de la vaca y de los microorganismos ruminales

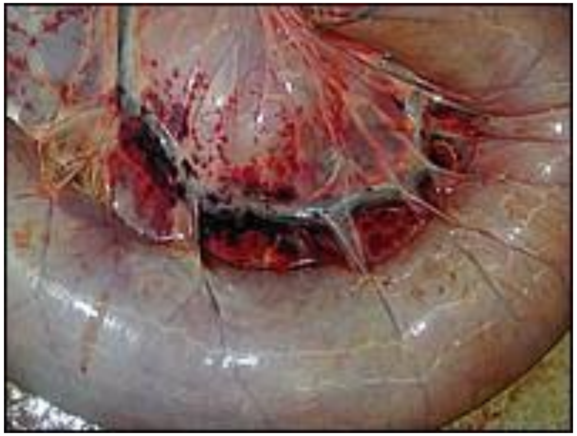
✓ El azufre como elemento presenta poca disponibilidad, probablemente a su baja solubilidad.

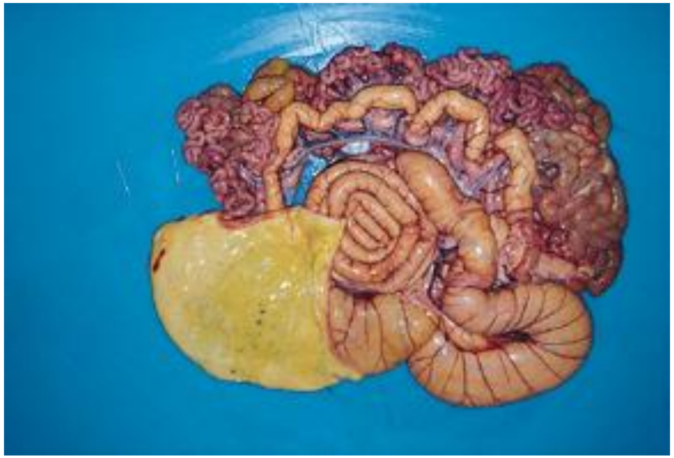

GLÁNDULAS SALIVARES
PROTEÍNA DEL ALIMENTO
PROTEÍNA VERDADERA
NPN
RUMEN
BACT y PROT. NO DEGRAD.
PROT → AA → PROT
INDIG.
FECAS
ORINA
VEJIGA
RIÑONES
ABOMASO
HÍGADO
BACTERIAS
ENERGÍA
PROTEÍNA NO DEGRADABLE
NPN
PROTEÍNA DEGRADABLE
NH3
AMINO ÁCIDOS
UREA
POOL SANGUÍNEO
AMINOÁCIDOS
TEJIDOS CORPORALES
PROTEÍNA LÁCTEA

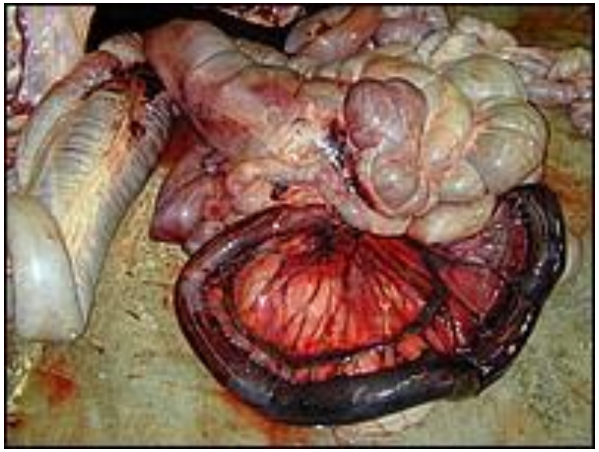
Toxicidad

✓ Cantidades excesivas de azufre, pueden intervenir en la absorción de otros minerales, particularmente de cobre y selenio.

✓ Los hallazgos a la necropsia se presentan como enteritis severa, exudación peritoneal y hemorragias petequiales en la mayoría de los órganos.







- ✓ La toxicidad aguda ocasiona cambios neurológicos, coma, tremores musculares
- ✓ Dado que los sulfatos son menos tóxicos, su exceso provocará diarreas difusas, cuando la absorción de sulfatos es pobre.

Efficiency of Use of Imported Magnesium, Sulfur, Copper, and Zinc on Idaho Dairy Farms

A. N. Hristov,*[1] W. Hazen,† and J. W. Ellsworth‡[2]

*Department of Animal and Veterinary Science,
†Cooperative Extension, and
‡Department of Plant, Soil, and Entomological Sciences, University of Idaho, Moscow 83844

J. Dairy Sci. 90:3034–3043
doi:10.3168/jds.2007-0013

© American Dairy Science Association, 2007.

Introducción

- ✓ Unidades de producción intensiva frecuentemente tienen una base limitada de terreno, los cuales necesitan importar nutrientes al sistema de producción
- ✓ Nutrientes no son removidos eficientemente del sistema ocurre una acumulación, los cuales ponen en peligro la calidad del suelo, tierra y las fuentes superficiales de agua

- ✓ Excedentes de Nitrógeno, Fosforo y Potasio
- ✓ Mg, S, **Cu y Zn** son minerales vitales en la nutrición de ganado lechero (NRC, 2001)
- ✓ Deficiencias pueden causar desordenes metabólicos y fisiológicos, inhibición de la sintesis de proteína microbiana, disminución en la producción y eventualmente la muerte de los animales (NRC, 2001)

Table 1. Characteristics of dairy farms participating in the study (n = 6)

Item	Average	SD	Minimum	Maximum
Number of lactating cows	1,446	1,057	550	2,807
Milk yield per cow, kg/yr	10,437	1,918	7,708	12,436
Total milk produced, t/yr	21,533	25,549	6,537	66,452
Arable land, ha	171	198	34	504
Total forage produced, t/yr[1]	7,407	11,364	191	27,455
Corn silage	4,967	9,178	0	21,296
Alfalfa hay	1,059	1,225	191	3,178
Alfalfa haylage	913	1,267	0	2,981
Triticale silage	467	918	0	2,098

[1] As-is basis. One dairy produced 575 t of earlage, which is not shown in this table.

Table 2. Average concentration (% or mg/kg of DM) of Mg, S, Cu, and Zn in lactating cow diets, forages, feces, urine, manure, and separator solids from participating dairies (n = 6, unless specified otherwise)

Item	Average	SD	Minimum	Maximum
Magnesium, %				
Lactating cow diets[1]	0.37	0.03	0.34	0.41
Alfalfa hay	0.32	0.02	0.30	0.35
Alfalfa haylage	0.29	0.10	0.13	0.41
Corn silage	0.17	0.03	0.13	0.21
Triticale silage (n = 4)	0.22	0.11	0.13	0.39
Manure	0.74	0.10	0.61	0.90
Feces	0.85	0.12	0.68	1.03
Urine	0.02	0.01	0.01	0.03
Separator solids	0.40	0.08	0.26	0.50
Sulfur, %				
Lactating cow diets[1]	0.25	0.02	0.24	0.30
Alfalfa hay	0.34	0.03	0.31	0.39
Alfalfa haylage	0.31	0.06	0.21	0.38
Corn silage	0.12	0.03	0.09	0.16
Triticale silage (n = 4)	0.28	0.08	0.18	0.37
Manure	0.42	0.04	0.38	0.51
Feces	0.29	0.06	0.19	0.36
Urine	0.52	0.17	0.35	0.90
Separator solids	0.32	0.06	0.21	0.38
Copper, mg/kg				
Lactating cow diets[1]	21	5	15	29
Alfalfa hay	3	0.7	5	7
Alfalfa haylage	6	1	5	8
Corn silage	4	1	3	6
Triticale silage (n = 4)	10	4	5	15
Manure	74	32	32	124
Feces	65	22	32	86
Urine	0.1	0.1	ND[2]	0.2
Separator solids	646	970	35	2,761[3]
Zinc, mg/kg				
Lactating cow diets[1]	109	35	54	151
Alfalfa hay	21	3	17	26
Alfalfa haylage	28	6	24	39
Corn silage	20	4	15	25
Triticale silage (n = 4)	38	14	22	56
Manure	156	43	98	232
Feces	275	41	207	316
Urine	1.4	0.2	1.1	1.7
Separator solids	141	24	108	184

[1] From TMR analyses. Data were averaged across lactating cow diets (fresh, mid, and high groups).

[2] ND = not detected.

[3] This extremely high Cu level was due to $CuSO_4$ being used in footbaths at one dairy. This dairy was excluded from the Cu surplus analysis (Table 5) because data for $CuSO_4$ imports were not collected.

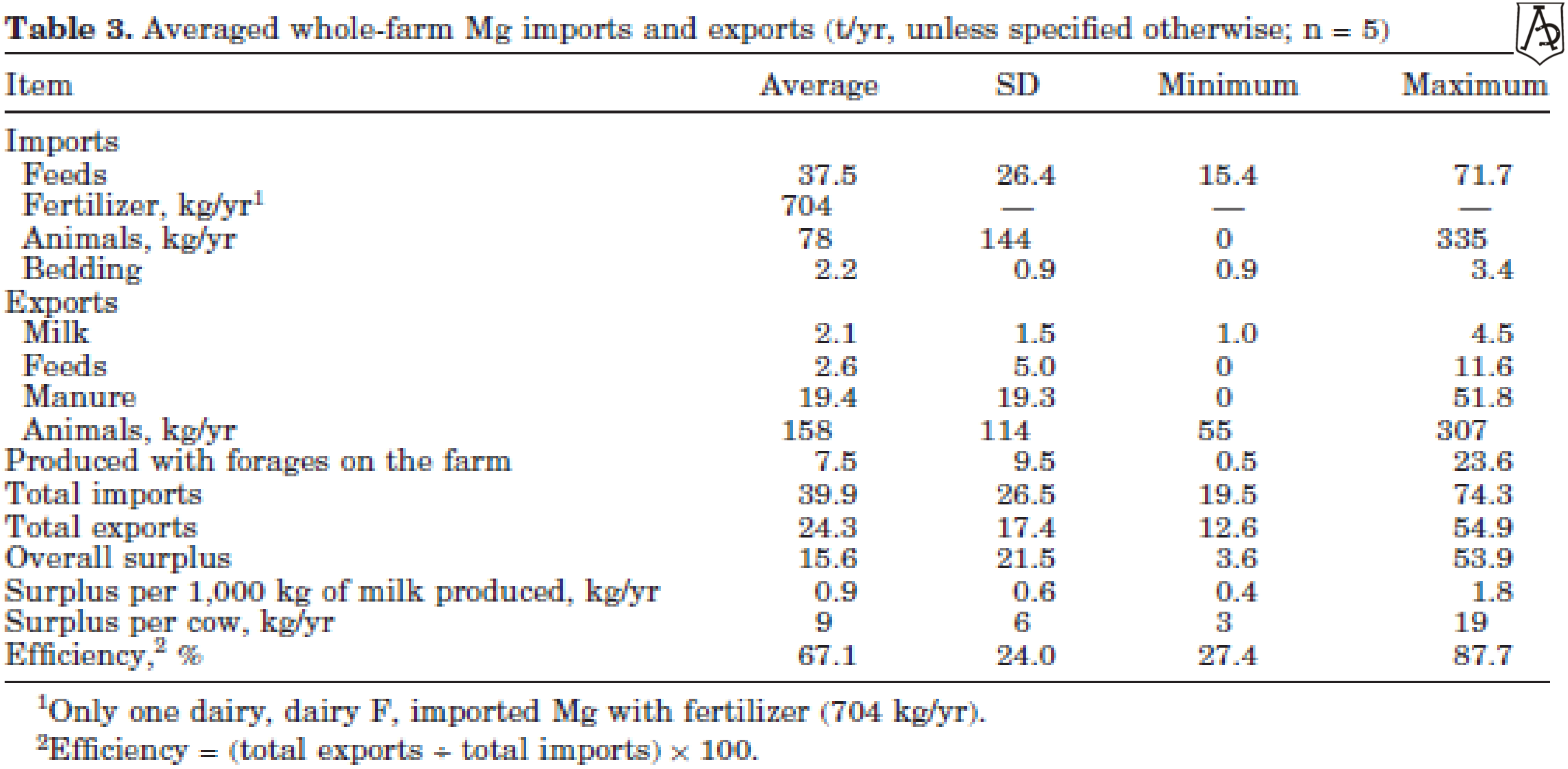


Table 3. Averaged whole-farm Mg imports and exports (t/yr, unless specified otherwise; n = 5)

Item	Average	SD	Minimum	Maximum
Imports				
Feeds	37.5	26.4	15.4	71.7
Fertilizer, kg/yr[1]	704	—	—	—
Animals, kg/yr	78	144	0	335
Bedding	2.2	0.9	0.9	3.4
Exports				
Milk	2.1	1.5	1.0	4.5
Feeds	2.6	5.0	0	11.6
Manure	19.4	19.3	0	51.8
Animals, kg/yr	158	114	55	307
Produced with forages on the farm	7.5	9.5	0.5	23.6
Total imports	39.9	26.5	19.5	74.3
Total exports	24.3	17.4	12.6	54.9
Overall surplus	15.6	21.5	3.6	53.9
Surplus per 1,000 kg of milk produced, kg/yr	0.9	0.6	0.4	1.8
Surplus per cow, kg/yr	9	6	3	19
Efficiency,[2] %	67.1	24.0	27.4	87.7

[1] Only one dairy, dairy F, imported Mg with fertilizer (704 kg/yr).

[2] Efficiency = (total exports ÷ total imports) × 100.

Table 4. Averaged whole-farm S imports and exports (t/yr, unless specified otherwise; n = 5)

Item	Average	SD	Minimum	Maximum
Imports				
Feeds	39.2	23.4	19.2	68.9
Fertilizer	1.9	2.9	0	6.5
Animals, kg/yr	248	462	0	1,071
Bedding	1.7	0.7	0.7	2.6
Exports				
Milk	4.3	3.0	1.9	9.1
Feeds	2.8	4.6	0	9.7
Manure	10.4	10.5	0	28.1
Animals, kg/yr	507	366	175	983
Produced with forages on the farm	7.3	9.5	0.5	23.7
Total imports	43.1	25.1	20.6	71.0
Total exports	17.4	10.1	10.1	34.5
Overall surplus	25.6	18.0	9.0	52.1
Surplus per 1,000 kg of milk produced, kg/yr	1.9	0.9	1.0	3.4
Surplus per cow, kg/yr	19.9	11.7	11.9	40.3
Efficiency,[1] %	43.5	12.3	26.6	56.7

[1] Efficiency = (total exports ÷ total imports) × 100.

Trabajo de Campo

Table 5. Averaged whole-farm Cu imports and exports (kg/yr, n = 4)[1]

Item	Average	SD	Minimum	Maximum
Imports				
Feeds	142.5	86.8	18.8	205.7
Animals	0.03	0.04	0	0.09
Bedding	9.4	4.6	3.6	14.4
Exports				
Milk	2.0	1.7	1.0	4.5
Feeds	7.7	9.6	0	20.8
Manure	82.7	80.0	0	192.3
Animals	0.3	0.2	0.1	0.7
Produced with forages on the farm	16.1	19.4	1.1	43.9
Total imports	152.0	83.7	33.2	216.9
Total exports	92.7	72.3	22.0	193.5
Overall surplus	59.2	59.9	10.1	133.8
Surplus per cow	0.05	0.04	0.01	0.11
Efficiency,[2] %	61.6	25.1	38.3	95.0

[1] One dairy that was using $CuSO_4$ in footbaths was excluded from the Cu surplus analysis because data for $CuSO_4$ imports were not collected.

[2] Efficiency = (total exports ÷ total imports) × 100.

Table 6. Averaged whole-farm Zn imports and exports (kg/yr, n = 5)

Item	Average	SD	Minimum	Maximum
Imports				
Feeds	1,076	1,107	143	2,986
Animals	3	5	0	12
Bedding	25	11	10	38
Exports				
Milk	57	40	26	121
Feeds	25	43	0	102
Manure	428	408	0	1,107
Animals	8	6	3	16
Produced with forages on the farm	58	75	3	187
Total imports	1,104	1,110	181	3,022
Total exports	519	401	134	1,197
Overall surplus	585	711	48	1,825
Surplus per cow	0.4	0.3	0.1	0.8
Efficiency,[1] %	55.9	12.6	39.6	73.7

[1] Efficiency (total exports ÷ total imports) × 100.

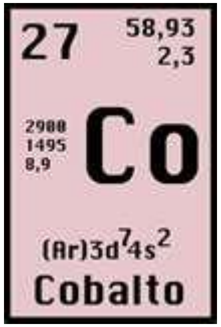
Conclusión

- ✓ Alimentación fue la principal fuente importante de Zn, Cu, S y Mg sobre los establos lecheros, representando el 91% (S) y 97% (Zn)
- ✓ Importación de estos minerales con fertilizantes, animales y estiércol fueron insignificantes
- ✓ Concentraciones de Mg, Cu y Zn en dietas para vacas lactantes excedieron las recomendaciones (NRC, 2001) sobrepasando la media de 85, 34 y 73%, respectivamente

- ✓ Excesos de minerales fueron excretados en el estiércol, la cual fue la mejor exportación de todos los minerales
- ✓ Reducción en la concentración de la dieta de Mg, Cu y Zn es la forma más eficiente de reducir la excreción total y los excedentes de estos minerales en los establos lecheros

Cobalto

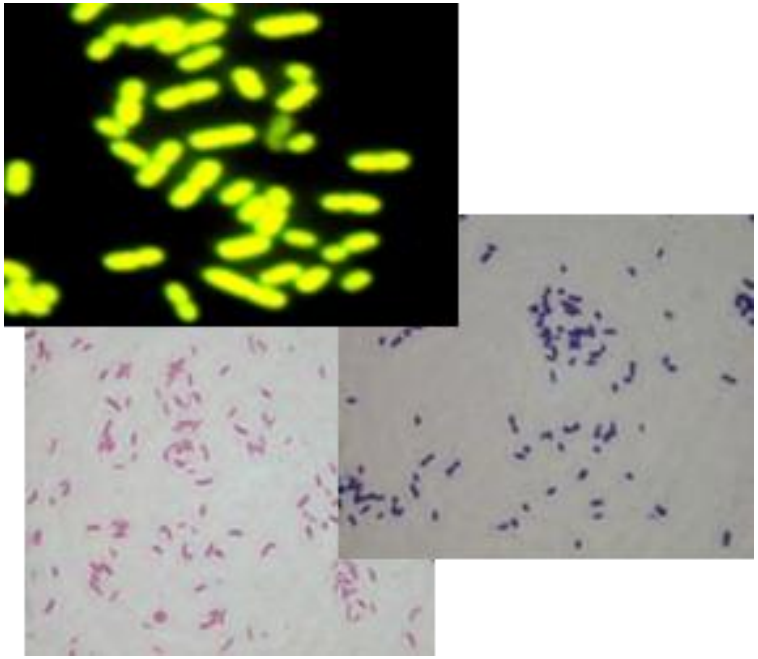
- ✓ Componente de la vitamina B_{12} (cobalamina)
- ✓ Microorganismos ruminales pueden producir las vitaminas del complejo B cuando se proporciona un aporte adecuado de cobalto
- ✓ Como máximo un 13% del cobalto de la dieta se incorporará como cobalamina cuando los niveles en la dieta son insuficientes.


27
58,93
2,3
2900
1495
8,9
Co
(Ar)3d^{7}4s^2
Cobalto

✓ Cuando los niveles de cobalto incrementan, los microorganismos producen análogos de la cobalamina que no tienen importancia fisiológica

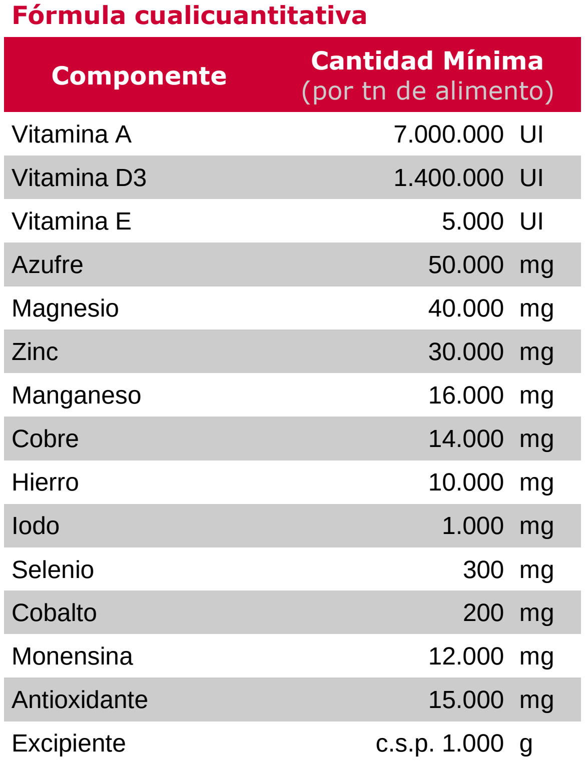
✓ Presencia de éstos análogos en sangre e hígado reducen el uso de cobalamina para mantener el nivel adecuado de cobalto.

B12
lucha contra el envejecimiento
lucha contra la anemia
síntesis de proteínas
Síntesis de proteínas – Metabolismo intermedio – Prevención de la anemia



✓ Una porción del cobalto de la dieta es absorbido por el intestino delgado en su forma catiónica

✓ Sin embargo, no tiene relevancia fisiológica, y una vez en torrente sanguíneo, no tiene la capacidad de regresar a rumen en donde pudiera ser utilizado por los microorganismos.



Fórmula cualicuantitativa

Componente	Cantidad Mínima (por tn de alimento)	
Vitamina A	7.000.000	UI
Vitamina D3	1.400.000	UI
Vitamina E	5.000	UI
Azufre	50.000	mg
Magnesio	40.000	mg
Zinc	30.000	mg
Manganeso	16.000	mg
Cobre	14.000	mg
Hierro	10.000	mg
Iodo	1.000	mg
Selenio	300	mg
Cobalto	200	mg
Monensina	12.000	mg
Antioxidante	15.000	mg
Excipiente	c.s.p. 1.000	g

- ✓ Excretado en orina y una pequeña cantidad a través de la bilis
- ✓Cloruro de cobalto, nitrato de cobalto, así como carbonato y sulfato de cobalto son fuentes disponibles para los rumiantes
- ✓ Óxido de cobalto, dada su baja solubilidad es menor disponible para los rumiantes.

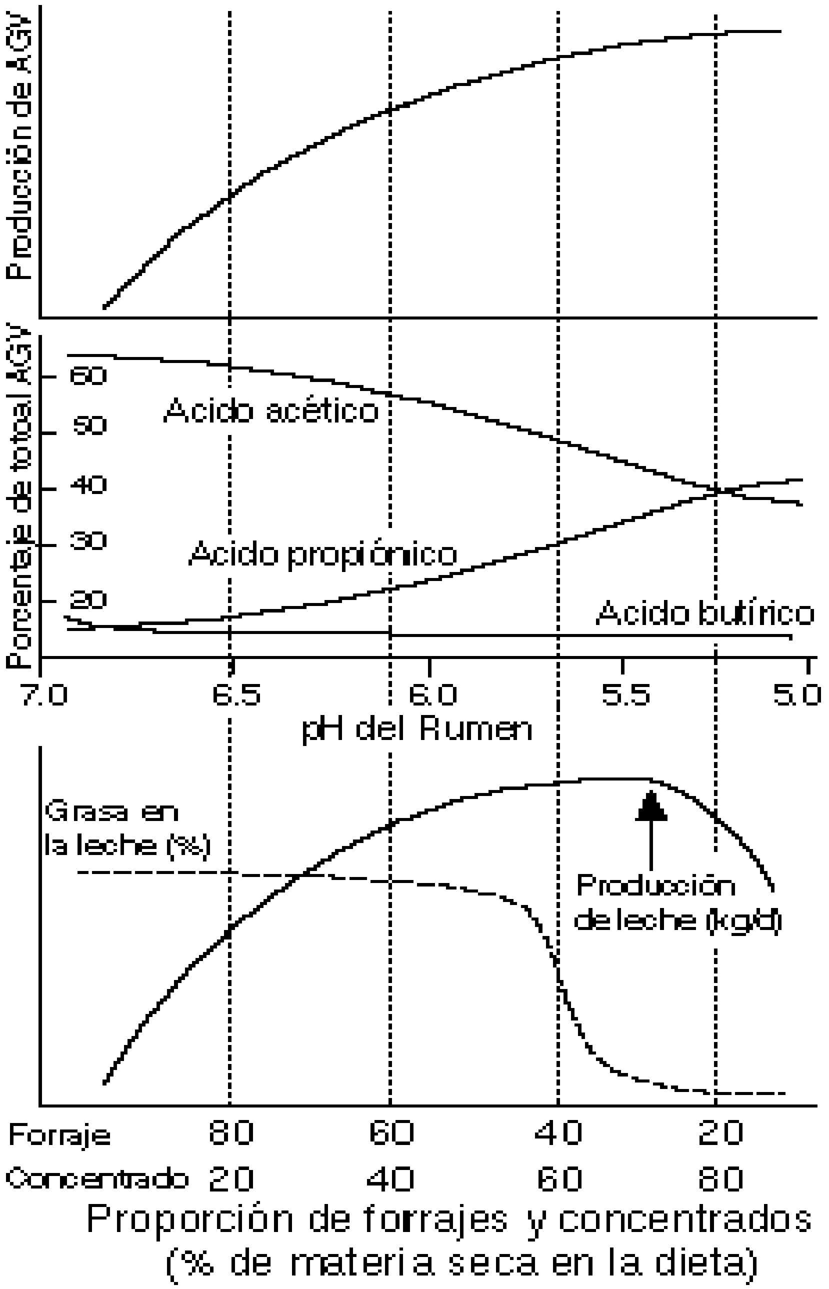
Fórmula cualicuantitativa

Componente	Cantidad Mínima (por tn de alimento)
Vitamina A	3.800.000 UI
Vitamina D3	1.460.000 UI
Vitamina E	4.500 UI
Magnesio	130.000 mg
Zinc	40.000 mg
Manganeso	30.000 mg
Hierro	24.000 mg
Cobre	10.000 mg
Iodo	500 mg
Cobalto	100 mg
Selenio	100 mg
Monensina	6.000 mg
Antioxidante	15.000 mg
Excipiente	c.s.p. 1.000 g

Vaca seca

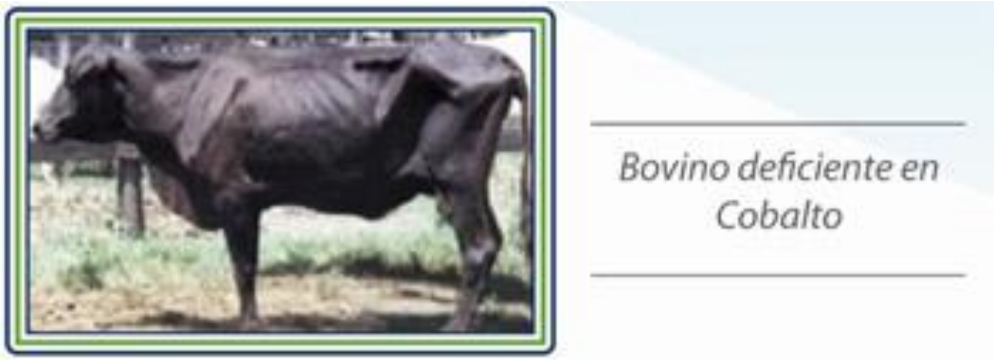
Deficiencias

- ✓ Rumiantes son más sensibles a la deficiencia de cobalamina con respecto a los monogástricos, dado que ellos son dependientes de la gluconeogénesis para alcanzar sus necesidades de glucosa en los tejidos
- ✓ Ruptura en el metabolismo del propionato en el punto donde el methylmalonil CoA es convertido a succinil CoA puede ser el principal efecto de la deficiencia de cobalamina.



- ✓ Presencia del ácido metilmalónico en orina puede ser usado como indicador de una deficiencia de cobalamina.

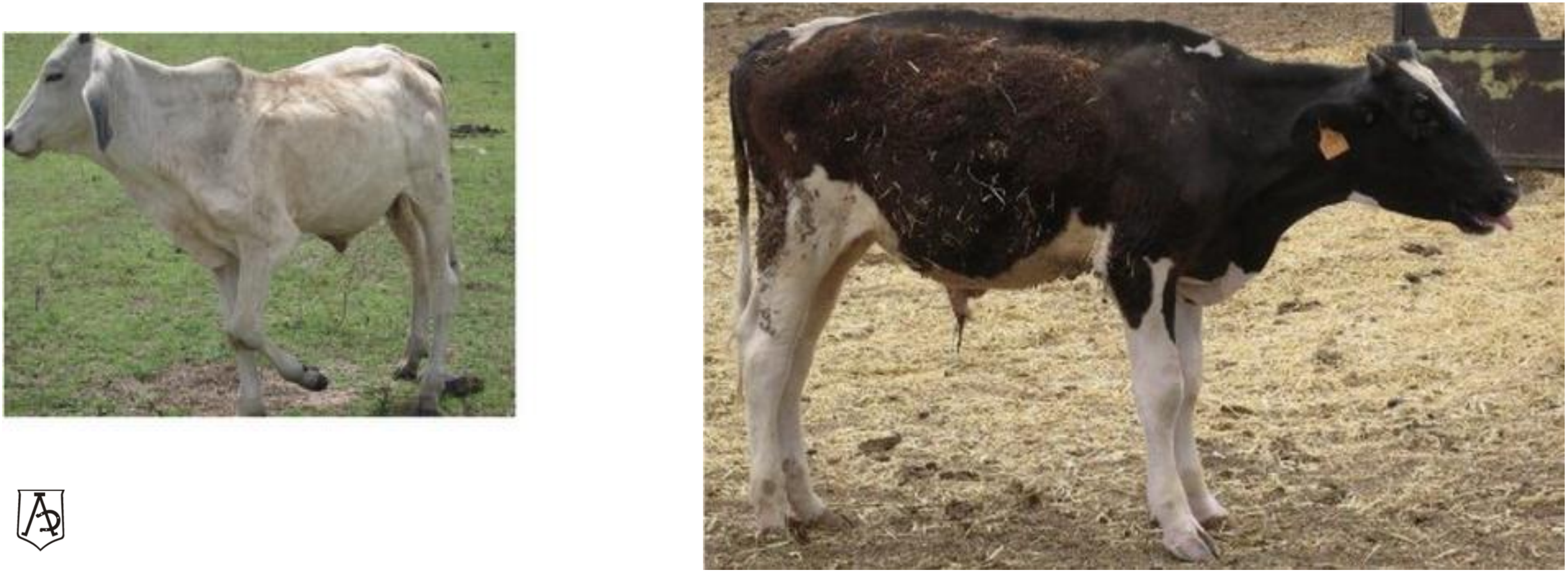
- ✓ Sin la presencia de cobalto en el rumen los niveles de cobalamina se reducen rápidamente.



Bovino deficiente en Cobalto

✓ Los signos clínicos iniciales de una deficiencia de cobalto se relacionan con crecimiento retardado y pérdida de peso.

✓ Los signos clínicos severos incluyen degeneración grasa, anemia y mucosas pálidas, disminución a la resistencia a infecciones como resultado de una afección en la función de los neutrófilos.



Requerimientos

Ganado lechero:

- ✓ 0.11 mg/kg de materia seca
- ✓ La concentración crítica de cobalto en rumen para una producción adecuada de cobalamina es de 20 ng/mL de líquido ruminal.

Ganado de carne:

- ✓ 0.10 mg/kg de materia seca
- ✓ Se han reportado estudios en donde se encuentran variaciones de 0.07 – 0.11% de la dieta
- ✓ La alimentación con dietas altas en concentrado probablemente disminuyan la síntesis de cobalamina e incrementen la producción de sus análogos.

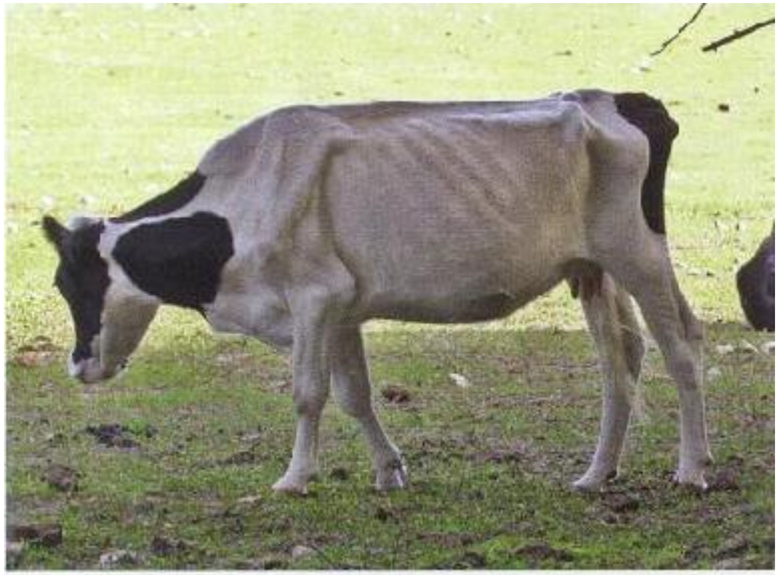
Funciones especiales

- ✓ Incrementa el total de bacterias anaeróbicas en el rumen hasta en un 50%; además de ellos incrementa la producción de ácido láctico hasta en un 86%.
- ✓ Esto sugiere que los microorganismos ruminales probablemente necesiten mayor cantidad de cobalto que las necesidades netas para la producción de cobalamina.

vitamina B_{12}

Toxicidad

- ✓ Causa reducción en el consumo de materia seca, pérdida de peso y eventualmente anemia.
- ✓ La toxicidad de este mineral se da cuando los niveles sobrepasan el umbral de los 30 mg/kg de materia seca.



Adelgazamiento severo

Effect of Cobalt Supplementation During Late Gestation and Early Lactation on Milk and Serum Measures

R. L. Kincaid*[2] and M. T. Socha†

*Animal Sciences Department, Washington State University, Pullman 99164-6310
†Zinpro Corporation Eden Prairie, MN 55344-7298

J. Dairy Sci. 90:1880–1886
doi:10.3168/jds.2006-296
© American Dairy Science Association, 2007.

Introducción

- ✓ Rumiantes requieren Co en la dieta para la síntesis de vitamina B_{12} en el rumen
- ✓ Síntesis de B_{12} ruminal se incrementa por aumentar la concentración de Co en la dieta
- ✓ Tiffany *et al.* (2006) mencionaron que la síntesis de B_{12} se incremento cuando la concentración de Co aumento de 0.1 a 1.0 mg/kg
- ✓ Secreción de B_{12} en la leche es una perdida sobre las reservas de B_{12}; consecuentemente, la concentración de B_{12} en hígado y suero son reducidos en la lactación temprana

Table 1. Trace mineral premixes for dry cow concentrates

Ingredient	Low Co	Medium Co	High Co
	% of salt mix		
Iodized salt	72.29	70.79	69.29
Zinc methionine[1]	10.90	10.90	10.90
Zinc sulfate[2]	3.67	3.67	3.67
Copper lysine[3]	3.79	3.79	3.79
Copper sulfate[4]	0.30	0.30	0.30
Manganese methionine[5]	7.58	7.58	7.58
Manganese oxide[6]	1.47	1.47	1.47
Cobalt glucoheptanate[7]	0	1.5	3.0
Total	100	100	100

[1] 10% Zn (Zinpro Corp., Eden Prairie, MN).

[2] 36.4% Zn.

[3] 10% Cu (Zinpro Corp.)

[4] 25% Cu.

[5] 8% Mn (Zinpro Corp.).

[6] 72% Mn.

[7] 2.5% Co (Zinpro Corp.).

Table 2. Chemical composition of TMR fed to prepartum cows[1]

	Treatment		
Composition	Low Co	Medium Co	High Co
CP, %	15.0	14.2	14.8
NDF, %	47	49	49
ADF, %	27	28	28
Ca, %	0.68	0.65	0.64
Co, mg/kg	0.15	0.89	1.71
Zn, mg/kg	73	62	68
Cu, mg/kg	15	11	13
Fe, mg/kg	185	208	206
Mn, mg/kg	68	80	60

[1] By analysis, DM basis.

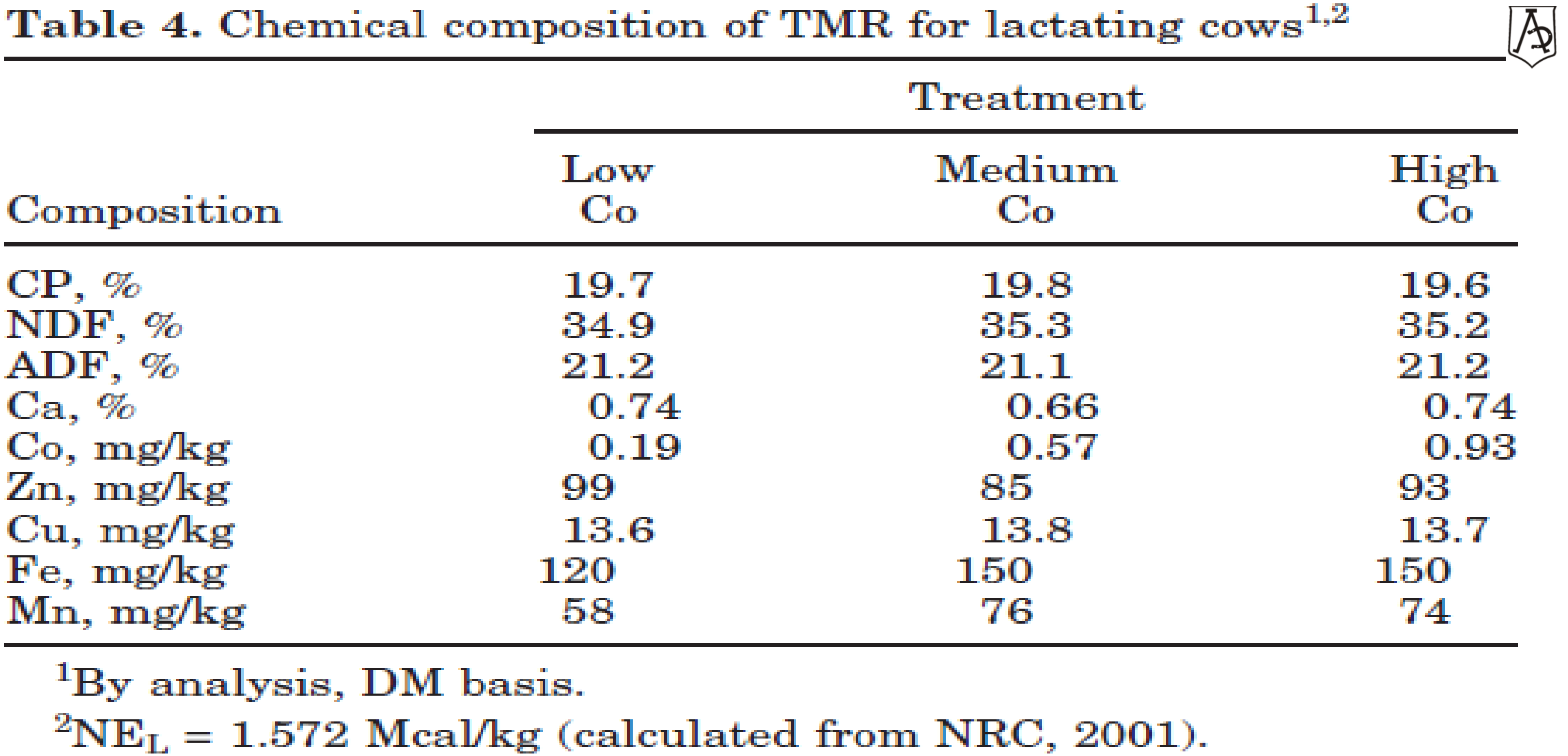


Table 4. Chemical composition of TMR for lactating cows[1,2]

	Treatment		
Composition	Low Co	Medium Co	High Co
CP, %	19.7	19.8	19.6
NDF, %	34.9	35.3	35.2
ADF, %	21.2	21.1	21.2
Ca, %	0.74	0.66	0.74
Co, mg/kg	0.19	0.57	0.93
Zn, mg/kg	99	85	93
Cu, mg/kg	13.6	13.8	13.7
Fe, mg/kg	120	150	150
Mn, mg/kg	58	76	74

[1] By analysis, DM basis.

[2] NE_L = 1.572 Mcal/kg (calculated from NRC, 2001).

Table 5. Effect (least squares means) of dietary Co supplementation on BW, feed intake, and yield of milk and milk components in lactating dairy cows

	Treatment (Trt)				Type II SS $P > F$ for main comparison and interaction		
Measure	Low Co	Medium Co	High Co	SEM	Trt	Time	Trt × time
DMI, kg/d	27.1	27.4	25.1	0.90	NS	0.01	0.01
Milk yield, kg/d	42.9	43.6	43.6	0.30	NS	0.05	0.01
3.5% FCM, kg/d	44.7	43.8	46.4	1.00	NS	0.01	0.01
ECM, kg/d	43.6	43.5	45.2	1.13	NS	0.01	0.01
Fat, kg/d	1.61	1.54	1.68	0.05	NS	0.01	0.01
Protein, kg/d	1.20	1.29	1.25	0.025	NS	0.01	0.01
Fat, %	3.81	3.54	3.91	0.12	NS	0.01	0.01
Protein, %	2.82	2.97	2.90	0.15	NS	NS	0.06
FCM/DMI	1.81	1.78	1.92	0.123	NS	0.01	0.01
ECM/DMI	1.76	1.76	1.87	0.116	NS	0.01	0.01
ME/IE[1]	0.766	0.766	0.813	0.051	NS	0.01	0.01

[1] ME/IE = milk energy (Mcal) divided by intake energy (Mcal of NE_L).

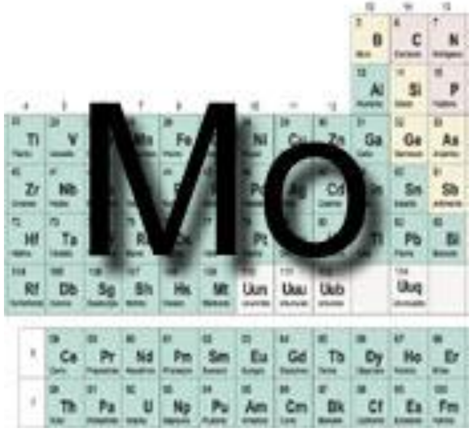
Conclusión

- ✓ Crecimiento fetal al final de la gestación y la síntesis de leche son la principal perdida sobre sobre la reserva materna de B_{12}
- ✓ Bajo DMI de vacas secas comparada con vacas lactantes probablemente resulta en una disminución de la síntesis de B_{12} ruminal
- ✓ Adicionar Co en la dieta causa un incremento en la concentración de leche y tiende a incrementar la B12 en calostro y leche

Molibdeno

- Componente importante de la xantina-oxidasa, sulfuro-oxidasa, aldehído-oxidasa y de algunas otras enzimas que se encuentran en leche y algunos otros tejidos del organismo de los rumiantes

- Las concentraciones en plasma y leche incrementan conforme incrementa la cantidad de molibdeno en la dieta.



© La Ferme des Acacias - Gaëtan R. - 2001 - http://www.lesacacias.net

Deficiencias

- ✓ Las deficiencias de molibdeno en rumiantes no se han descrito a detalle, dado que son difíciles de reproducir.

Requerimientos

- ✓ Los requerimientos no se han establecido con claridad
- ✓ Se ha observado que la adición de 10mg/kg de materia seca en dietas altas en forraje con una concentración de 1.7 mg/kg incrementó la tasa de degradabilidad de la materia seca en el rumen de ganado de carne.

- ✓ Sin embargo, la adición de molibdeno a la dieta de corderos basadas en cebada que contenían 1.0 mg/kg de materia seca, no tuvo ningún efecto sobre la digestibilidad de los nutrientes y el comportamiento en corderos en finalización
- ✓ Además de ello, otros estudios en borregos no son capaces de establecer los requerimientos de molibdeno en esta especie.

Toxicidad

- ✓ Presencia del molibdeno en la dieta, se torna importante a considerar dado el antagonismo que presente con el cobre y con el fósforo
- ✓ Signos clínicos de la toxicosis por molibdeno son similares a los presentados por una deficiencia de cobre
- ✓ La cantidad máxima tolerable de molibdeno es de 10 mg/kg de materia seca. Sin embargo se ha demostrado que cantidades de 5 mg/kg de materia seca, causa problemas de absorción de cobre en vaquillas.

Effects of Dietary Copper and Molybdenum on Copper Status, Cytokine Production, and Humoral Immune Response of Calves

G. P. GENGELBACH2 and J. W. SPEARS3
Department of Animal Science and Interdepartmental Nutrition Program,
North Carolina State University, Raleigh 27695-7621

1998 J Dairy Sci 81:3286–3292

Introducción

Deficiencia de Cu en rumiantes puede ocurrir de dos formas:

- ✓ Primera.- consumo de Cu sea insuficiente para satisfacer el requerimiento del animal
- ✓ Segunda .- otros factores en la dieta, tales como Fe, **Mo**, ó S interfieran en la absorción del metabolismo de Cu
- ✓ Deficiencias severas o prolongadas de Cu pueden resultar en disturbios metabólicos incluyendo textura y color del pelo, disminución de la tasa de crecimiento y anemia
- ✓ Deficiencia de Cu puede tener también efectos adversos sobre la respuesta inmune

TABLE 1. Composition of Cu-deficient starter and grower diets.

Ingredient	Diet Starter	 Grower 1	 Grower 2
	(% of DM)		
Dried skim milk	42.00	25.00	18.30
Corn starch	36.70	48.70	55.40
Cottonseed hulls	15.00	20.00	20.00
Fat[1]	5.00	3.00	3.00
$MgSO_4$	1.02	1.02	1.02
NaCl	0.20	0.20	0.20
Trace mineral mix[2]	0.06	0.06	0.06
Vitamin premix[3]	0.02	0.02	0.02
Urea	. . .	2.00	2.00

[1] Dried animal fat in starter and grower 1 diets; vegetable oil in grower 2 diet.

[2] Trace mineral mix supplied 152.1 mg of $FeSO_4$, 135.6 mg of $MnSO_4$, 100 mg of $ZnSO_4$, 5 mg of $CrCl_3 \cdot 6H_2O$, 2 mg of $NiCl_2 \cdot 6H_2O$, 0.84 mg of KIO_3, 0.44 mg Na_2SeO_4, and 0.22 mg of $CoCO_3$/kg of dietary DM.

[3] Vitamin premix supplied 1,980 IU of vitamin A, 660 IU of vitamin D_3, and 0.66 IU of vitamin E/kg of dietary DM.

TABLE 2. Effect of dietary Cu and Mo on calf performance.[1]

	Diet[2]				
Item	Control	Cu	Mo	Cu + Mo	SE
Gain, kg/d	0.88	1.04	0.97	0.91	0.08
DMI, kg/d	2.60	2.81	2.70	2.83	0.23
Gain:feed	0.337^{b}	0.373^{a}	0.360^{a}	0.322^{b}	0.007

[a,b] Means in a row without a common superscript letter differ ($P < 0.05$).

[1] Calves were fed diets for 112 d (from approximately 63 d of age to 175 d of age).

[2] Control = No supplemental Cu or Mo, Cu = 10 mg of Cu/kg of DM, Mo = 5 mg of Mo/kg of DM, and Cu + Mo = 5 mg Cu and 5 mg Mo/kg of DM.

TABLE 3. Effect of dietary Cu and Mo on plasma Cu concentrations of calves.

	Diet[2]				
Day[1]	Control	Cu	Mo	Cu + Mo	SE
	(μg/ml)				
0	0.92	0.96	0.94	0.97	0.09
14	0.93	0.92	0.97	0.96	0.07
28	1.04	0.99	1.07	1.04	0.08
42	0.83	0.82	0.88	0.92	0.08
56	0.79	0.89	0.93	0.93	0.08
70	0.73	0.83	0.70	0.73	0.08
84	$0.63^{a,b}$	0.88^{a}	0.58^{b}	0.57^{b}	0.10
98	0.50^{b}	0.87^{a}	0.35^{b}	0.44^{b}	0.10
112	0.38^{d}	0.99^{c}	0.24^{d}	0.33^{d}	0.08
126	0.26^{d}	0.90^{c}	0.16^{d}	0.26^{d}	0.05

^{a,b}Means in a row without a common superscript letter differ ($P < 0.05$).

^{c,d}Means in a row without a common superscript letter differ ($P < 0.01$).

[1] Calves were approximately 63 d of age on d 0 of the study.

[2] Control = No supplemental Cu or Mo, Cu = 10 mg of Cu/kg of DM, Mo = 5 mg of Mo/kg of DM, and Cu + Mo = 5 mg Cu and 5 mg Mo/kg of DM.

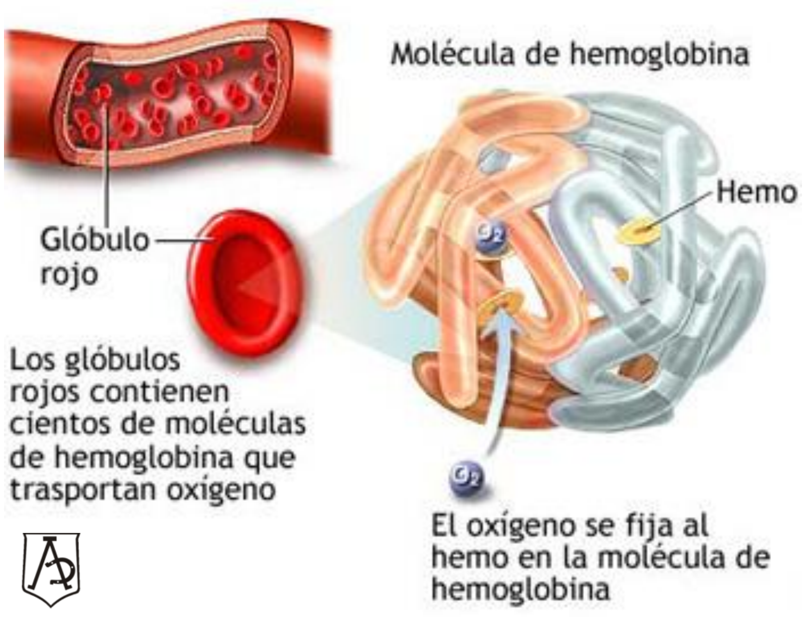
Conclusión

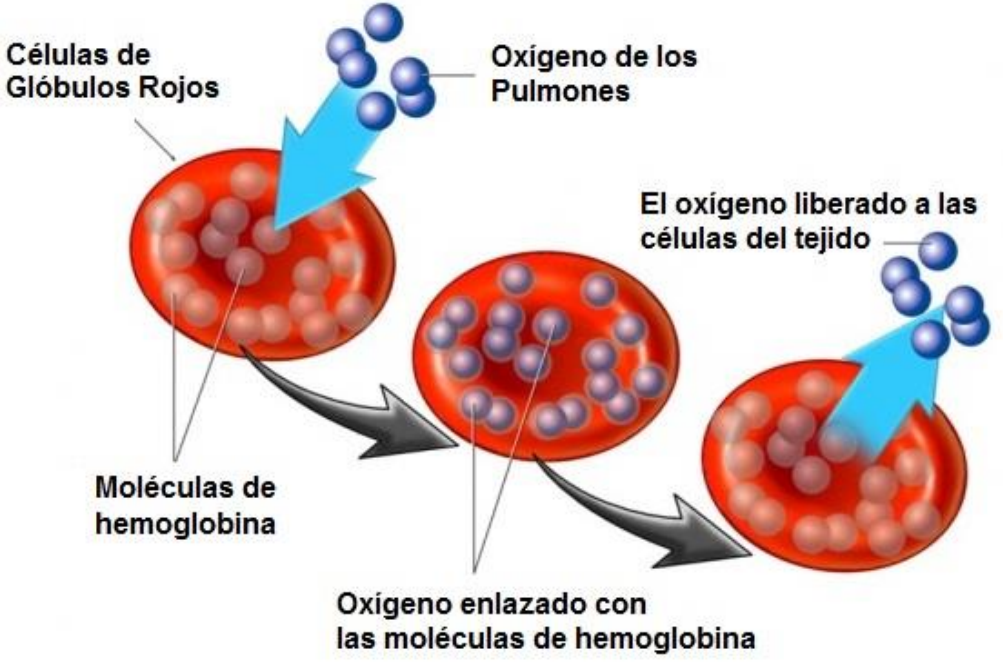
- ✓ Terneras alimentadas con dietas suplementadas y deficientes en Cu ó no suplementadas con Mo tienen concentraciones de Cu en hígado y plasma similares
- ✓ Solo las terneras suplementadas con Mo tienen baja actividad de SOD en eritrocitos que las suplementadas con Cu
- ✓ Terneras suplementadas con Mo tienen baja producción de anticuerpos que las suplementadas con Cu
- ✓ Estos resultados sugieren que la suplementación con Mo sin la suplementación con Cu induce a una deficiencia funcional más severa de Cu como fue indicada por la concentración de Cu en hígado y plasma

Hierro

- ✓ Función primordial se enfoca a su importancia como componente del grupo hemo de la hemoglobina y la mioglobina

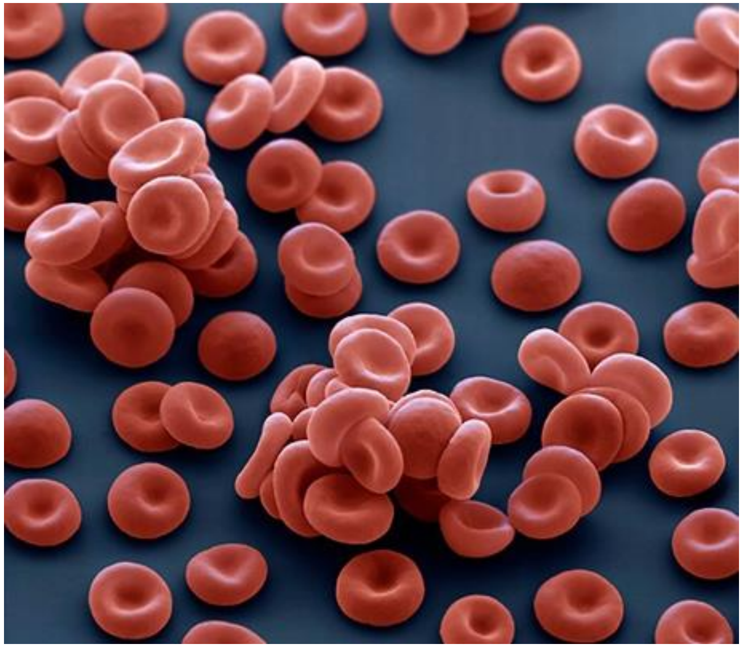
- ✓ Enzimas de la cadena de electrones, la citocromo-oxidasa, ferredoxina, mieloperoxidasa , catalasa y la citocromo P-450 requieren hierro como cofactor.


Molécula de hemoglobina
Hemo
Glóbulo rojo
O₂
O₂
Los glóbulos rojos contienen cientos de moléculas de hemoglobina que trasportan oxígeno
El oxígeno se fija al hemo en la molécula de hemoglobina

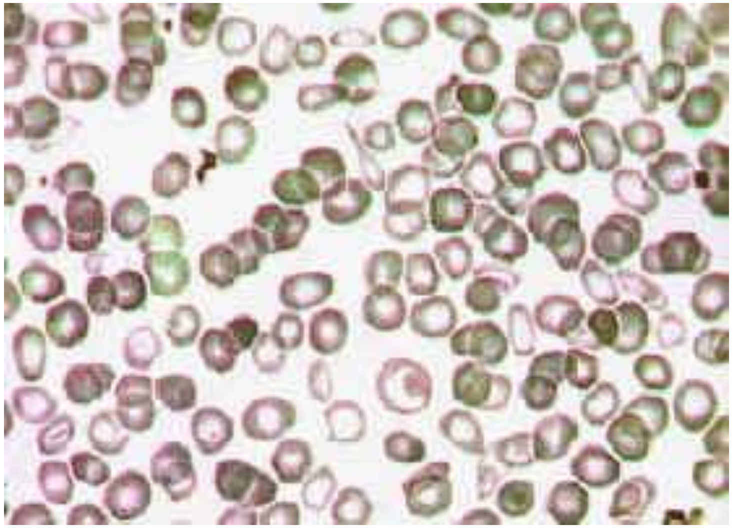

Células de Glóbulos Rojos
Oxígeno de los Pulmones
El oxígeno liberado a las células del tejido
Moléculas de hemoglobina
Oxígeno enlazado con las moléculas de hemoglobina

Deficiencia

- ✓ Resulta en una anemia microcítica hipocrómica así como fallas en la producción de hemoglobina
- ✓ Fibras musculares decoloradas dado a las bajas cantidades de mioglobina en músculo
- ✓ Bajos consumos de alimento y ganancia diaria de peso.

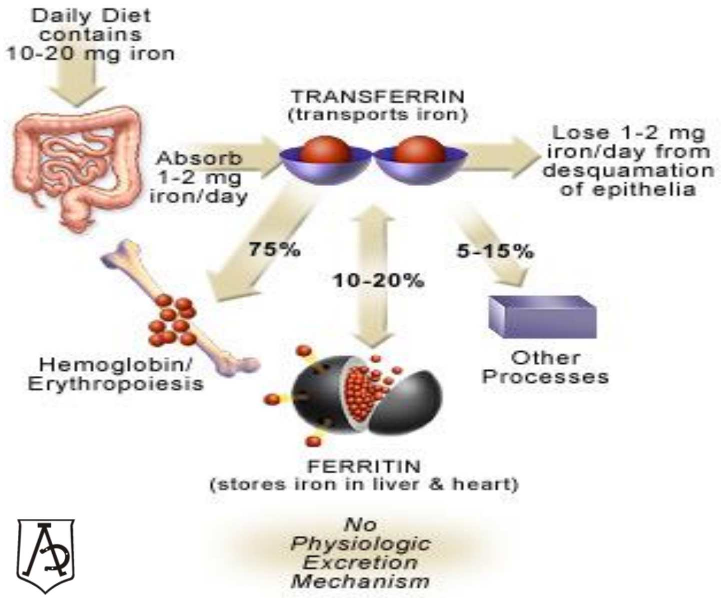


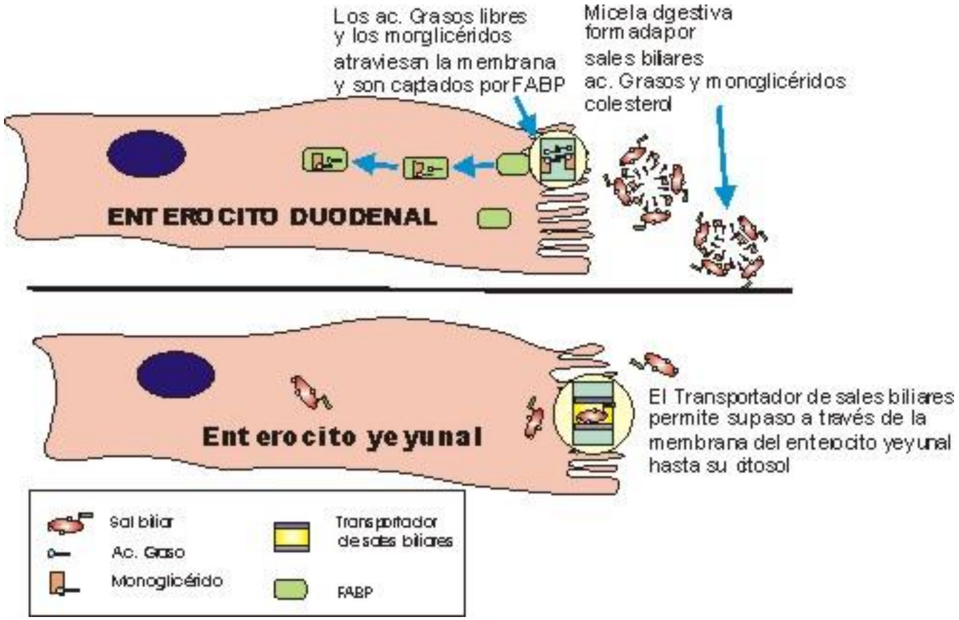
- ✓ Mayor mortalidad y morbilidad asociada a una inmunosupresión
- ✓ Rumiantes adultos es difícil de encontrar, dado que es un mineral común en el medio ambiente y su presencia como contaminante del suelo, provee a los forrajes las cantidades necesarias que los animales necesitan para cubrir sus requerimientos.



Absorción

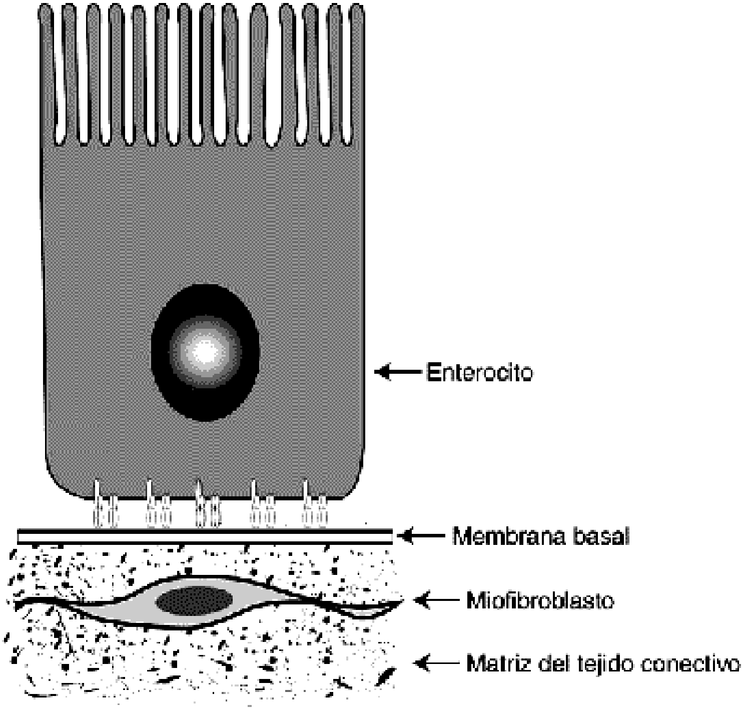
- ✓ En su forma férrica es pobremente absorbido por el tracto digestivo
- ✓ Parte de la forma férrica puede transformarse a la forma ferrosa al reaccionar con los ácidos del abomaso
- ✓ Durante su absorción el hierro se liga a receptores no específicos de hierro, sino de grupos hemo en la membrana del borde en el cepillo del enterocito y transportada a la célula.

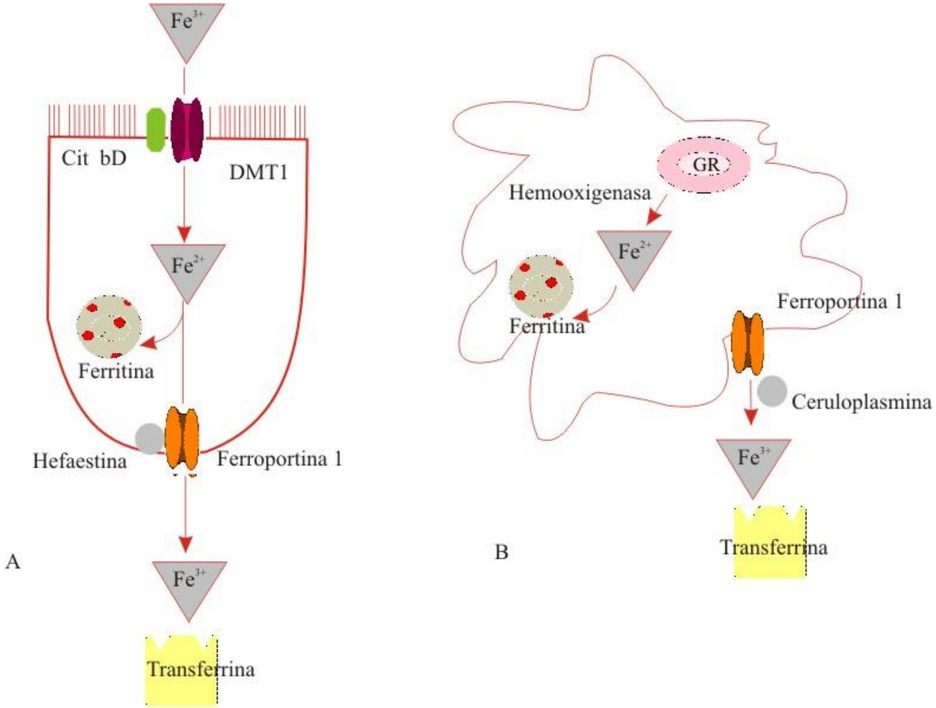

Daily Diet contains 10-20 mg iron
TRANSFERRIN (transports iron)
Absorb 1-2 mg iron/day
Lose 1-2 mg iron/day from desquamation of epithelia
75%
10-20%
5-15%
Hemoglobin/ Erythropoiesis
Other Processes
FERRITIN (stores iron in liver & heart)
No Physiologic Excretion Mechanism


Los ac. Grasos libres y los monoglicéridos atraviesan la membrana y son captados por FABP
Micela digestiva formada por sales biliares ac. Grasos y monoglicéridos colesterol
ENTEROCITO DUODENAL
Enterocito yeyunal
El Transportador de sales biliares permite su paso a través de la membrana del enterocito yeyunal hasta su citosol
Sal biliar
Ac. Graso
Monoglicérido
Transportador de sales biliares
FABP

- ✓ Una vez dentro de la célula es transportado por la membrana basolateral al torrente circulatorio y ligado a la transferrina para ser transportado en la sangre

- ✓ Si los niveles de hierro son lo adecuados, este no forma parte de la transferrina si no de la ferritina, una proteína que es producida por los enterocitos cuando el hierro no se necesita en el cuerpo.


Enterocito
Membrana basal
Miofibroblasto
Matriz del tejido conectivo


Fe^{3+}
Cit bD
DMT1
Fe^{2+}
Ferritina
Hefaestina
Ferroportina 1
A
Fe^{3+}
Transferrina
GR
Hemooxigenasa
Fe^{2+}
Ferritina
Ferroportina 1
Ceruloplasmina
Fe^{3+}
B
Transferrina

Requerimientos

Ganado lechero:

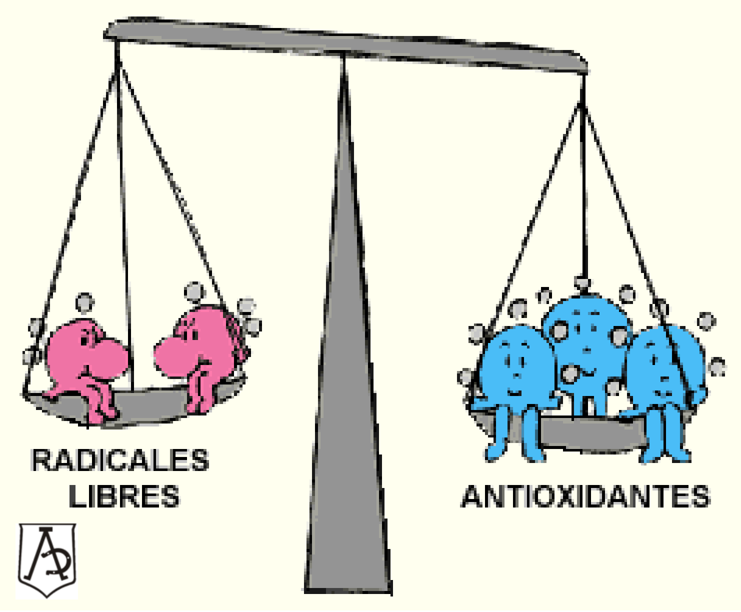
- ✓ *Preñez (*a partir del día 190): 18 mg/d
- ✓ *Lactancia:* 1 mg/kg de leche producida
- ✓ *Crecimiento:* 34 mg/kg de ganancia diaria

Ganado de carne:

50 mg/kg de materia seca.

Toxicidad

- ✓ Antagonista del cobre y zinc
- ✓ Si su absorción excede la capacidad de la formación de transferrina, ferritina y lactoferrina, éste es acumulado en músculo
- ✓ El hierro libre es bastante reactivo y puede causar peroxidación lipídica, producción de radicales libres lo que lleva a un estrés oxidativo.



- ✓ Necesario por las bacterias para su crecimiento, por lo que puede funcionar como desencadenante de infecciones
- ✓ Esta asociado con diarrea, reducción en el consumo de materia seca, pérdida de peso o disminución de la ganancia diaria de peso.

Effects of feeding supplemental organic iron to late gestation and early lactation dairy cows

W. P. Weiss ,*[1] J. M. Pinos-Rodríguez ,*[2] and M. T. Socha †
* Department of Animal Sciences, Ohio Agricultural Research and Development Center, The Ohio State University, Wooster 44691
† Zinpro Corp., 10400 Viking Dr., Eden Prairie, MN 55344

J. Dairy Sci. 93 :2153–2160
doi: 10.3168/jds.2010-3051
© American Dairy Science Association®, 2010 .

Introducción

- ✓ Producción de leche por vaca ha incrementado grandemente con un incremento concomitante en la necesidad de nutrientes
- ✓ Principal fuente de Fe en la dieta de vacas lecheras es el forraje (contienen más de 200 mg/kg lo que podría satisfacer o exceder los requerimientos)
- ✓ Dietas que contienen >250 mg de Fe/kg de MS de sulfato de Fe, puede reducir el estatus de Cu en bovinos, incrementando el estrés oxidativo y tener efectos detrimentes sobre la salud de la vaca, producción, consumo y digestión de la fibra
- ✓ Basado en algunos pero no en todas las medidas, el estatus de Fe en vacas lechera puede disminuir en el periodo seco o fase final de la gestación

Table 1. Ingredient composition (% of DM) of control diets fed during the experiment[1]

Item	Dry cow	Prefresh	Lactation
Mature grass hay	50.0	25.0	—
Mostly grass silage	22.0	—	—
Corn silage	17.0	20.3	25.0
Alfalfa silage	—	15.4	30.0
Corn grain, ground	1.25	15.90	16.7
Soybean meal, 44% CP	5.23	9.60	3.92
Soybean hulls	2.82	11.30	3.20
Treated soybean meal[2]	—	—	5.85
Distillers grains with solubles	—	—	4.32
Wheat middlings	—	—	7.07
Fat supplement[3]	—	—	1.76
Limestone	0.08	0.29	0.78
Mg oxide/Mg sulfate (50:50)	0.28	0.31	—
Iodized salt	0.17	0.43	0.39
Sodium bicarbonate	—	—	0.29
Organic trace mineral mix[4]	0.09	0.09	0.07
Selenium/vitamin premix[5]	1.08	1.38	0.65

[1] Treatment diets were identical except they contained 0.003% organic Fe (10% Fe, Availa-Fe 100, Zinpro Corp., Eden Prairie, MN) in place of corn meal.

[2] Nonenzymatically browned soybean meal (Borregaard LignoTech, Rothschild, WI).

[3] Energy Booster 100 (Milk Specialties Global, Carpentersville, IL).

[4] 4-Plex (Zinpro Corp.); contained 0.90% Cu from Cu lysine, 0.18% Co from Co glucoheptonate, 1.43% Mn from Mn methionine, and 2.58% zinc from Zn methionine.

[5] Provided 20 mg of biotin, 90 and 25 kIU of vitamins A and D, 500 (lactating) or 1,000 (dry/prefresh) IU of vitamin E daily, and 0.3 mg of Se/kg of diet DM (from sodium selenate).

Table 3. Concentrations of iron in major diet ingredients and TMR[1]

Item	Fe, mg/kg of DM	SD
Ingredient (diet)		
Grass hay (dry cows)	137	51
Grass hay (prefresh cows)	310	180
Grass silage (dry cows)	618	513
Corn silage (all cows)	429	139
Alfalfa silage (prefresh and lactating)	300	114
Dry cow control concentrate mix	432	56
Dry cow Fe concentrate mix	672	60
Lactating cow control concentrate mix	189	11
Lactating cow Fe concentrate mix	241	19
Calculated concentrations of total diets		
Dry cow, control	313	—
Dry cow, Fe treatment	340	—
Prefresh, control	336	—
Prefresh, Fe treatment	362	—
Lactating cow, control	282	—
Lactating cow, Fe treatment	306	—

[1] Prefresh cows (last 14 d of gestation) did not have a separate concentrate mix. They were fed a mixture of dry and lactating cow concentrate mixes.

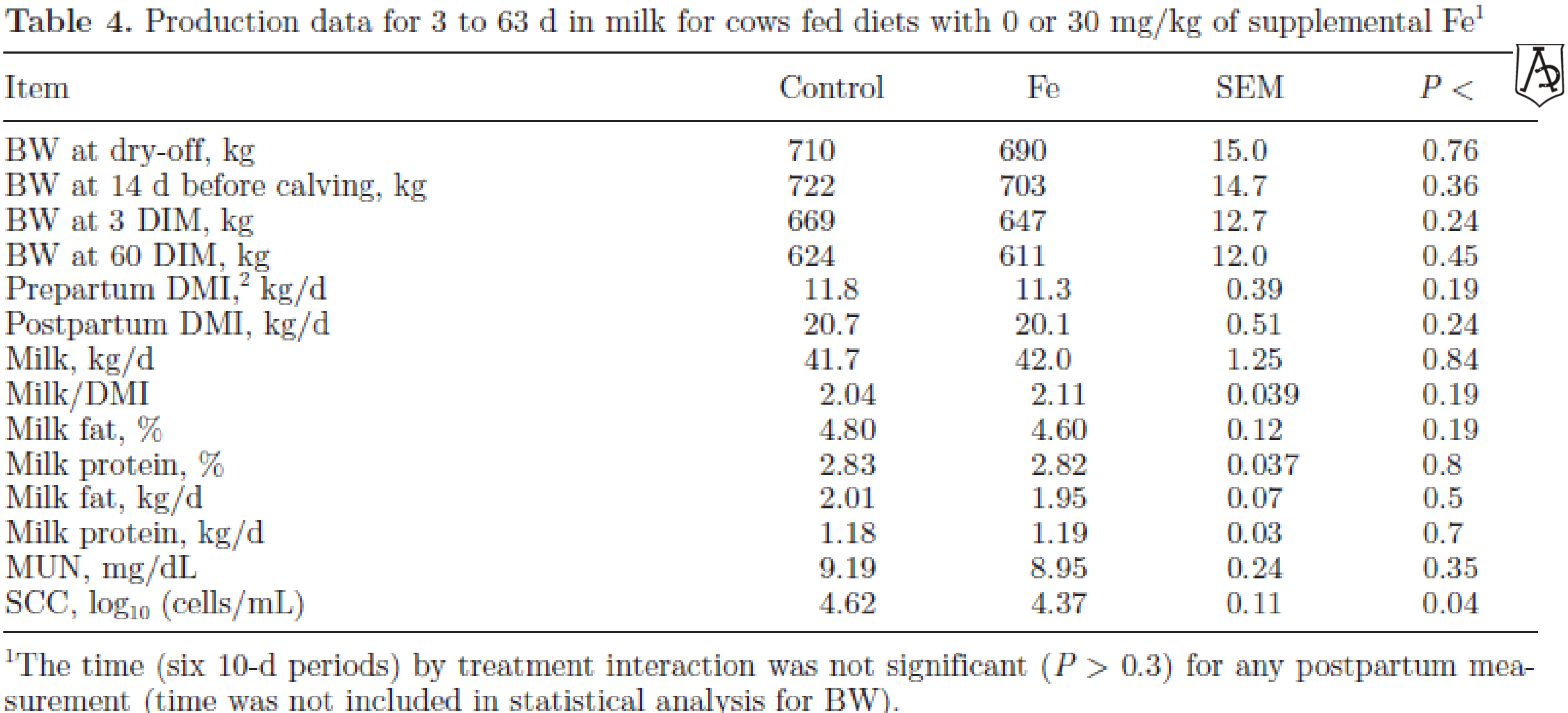
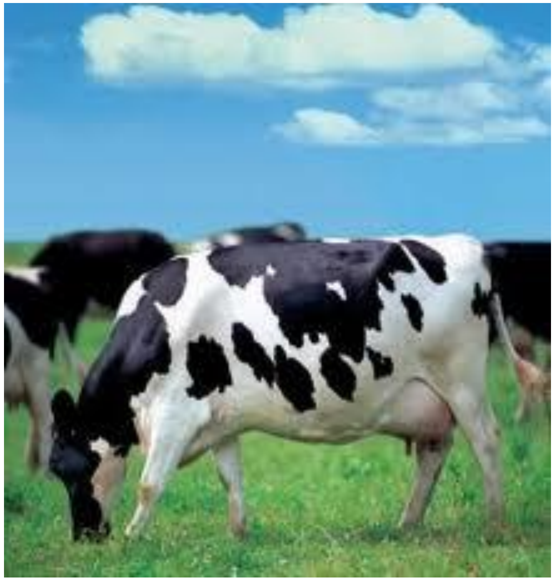


Table 4. Production data for 3 to 63 d in milk for cows fed diets with 0 or 30 mg/kg of supplemental Fe[1]

Item	Control	Fe	SEM	$P <$
BW at dry-off, kg	710	690	15.0	0.76
BW at 14 d before calving, kg	722	703	14.7	0.36
BW at 3 DIM, kg	669	647	12.7	0.24
BW at 60 DIM, kg	624	611	12.0	0.45
Prepartum DMI,[2] kg/d	11.8	11.3	0.39	0.19
Postpartum DMI, kg/d	20.7	20.1	0.51	0.24
Milk, kg/d	41.7	42.0	1.25	0.84
Milk/DMI	2.04	2.11	0.039	0.19
Milk fat, %	4.80	4.60	0.12	0.19
Milk protein, %	2.83	2.82	0.037	0.8
Milk fat, kg/d	2.01	1.95	0.07	0.5
Milk protein, kg/d	1.18	1.19	0.03	0.7
MUN, mg/dL	9.19	8.95	0.24	0.35
SCC, $\log_{10}$ (cells/mL)	4.62	4.37	0.11	0.04

[1] The time (six 10-d periods) by treatment interaction was not significant ($P > 0.3$) for any postpartum measurement (time was not included in statistical analysis for BW).

[2] DMI during the last 7 d of gestation.

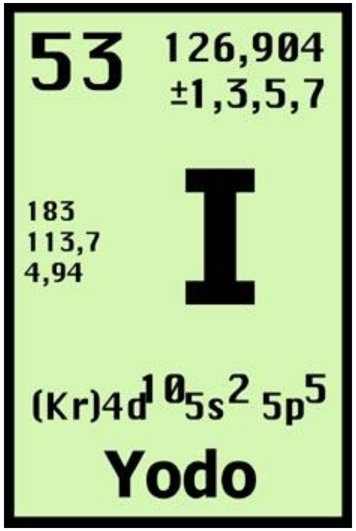


Conclusión

- ✓ Adición de 30 mg/kg de un complexo de aminoácidos de Fe en la dieta de vacas secas, en transición y lactación temprana, no afectaron el estatus de Fe, producción y composición de la leche
- ✓ Estatus de Hierro no cambia apreciablemente durante el periodo seco y periparto
- ✓ Suplementación con Fe reduce el SCC, pero la diferencia no fue económica o biológicamente importante

Yodo

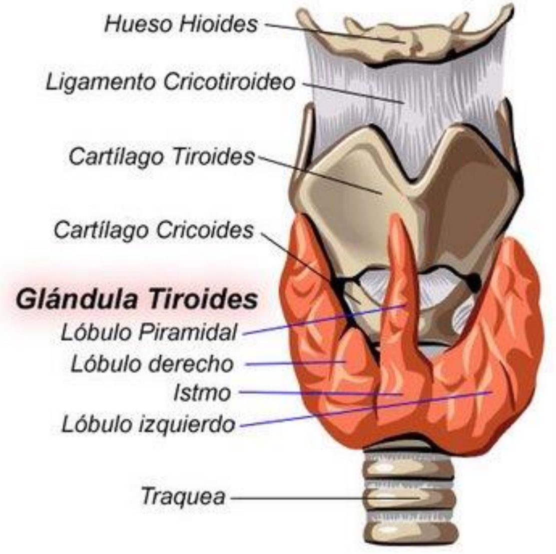
- ✓ Necesario para la producción de las hormonas tiroideas que regulan parte del metabolismo energético
- ✓ La cantidad de yodo incorporado en las hormonas tiroideas es de 0.4 mg/d en becerros a partir de 40 kg e incrementa hasta 1.3 mg/d en vaquillas no preñadas de 400 kg.


53
126,904
±1,3,5,7
183
113,7
4,94
I
(Kr)4d10 5s2 5p5
Yodo

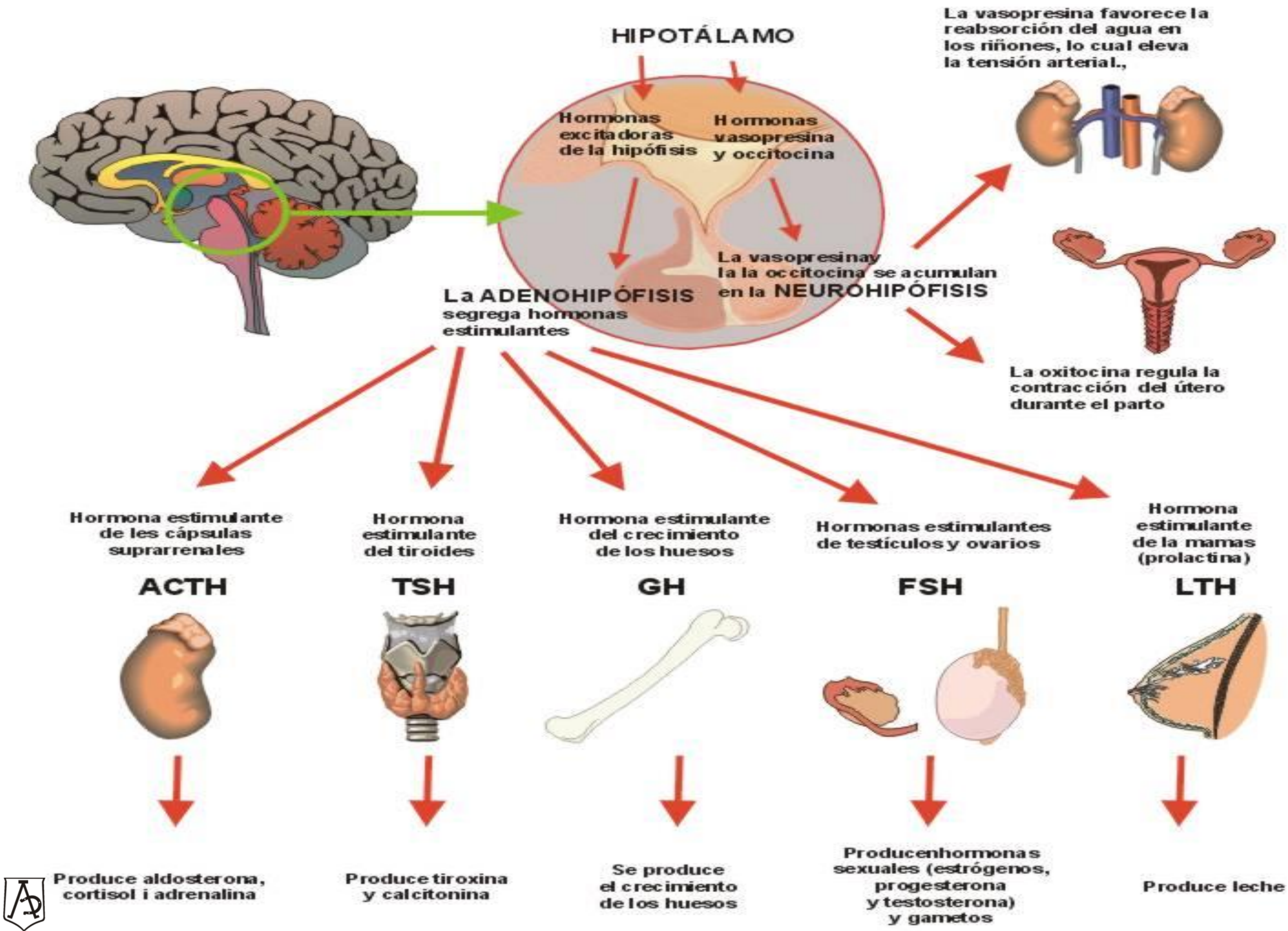
SAL
FINA
YODADA

- ✓ Durante la lactancia la producción de las hormonas tiroideas se incrementa, especialmente en vacas altas productoras en donde la incorporación de yodo llega a ser de hasta 4-4.5 mg/d

- ✓ La hormona tiroidea se incrementa en tiempo de invierno, con el fin de estimular el metabolismo energético para la producción de calor, lo que incremente las necesidades de yodo.


Hueso Hioides
Ligamento Cricotiroideo
Cartílago Tiroides
Cartílago Cricoides
Glándula Tiroides
Lóbulo Piramidal
Lóbulo derecho
Istmo
Lóbulo izquierdo
Traquea

Función hormonal



HIPOTÁLAMO

Hormonas excitadoras de la hipófisis

Hormonas vasopresina y occitocina

La ADENOHIPÓFISIS segrega hormonas estimulantes

La vasopresinay la la occitocina se acumulan en la NEUROHIPÓFISIS

La vasopresina favorece la reabsorción del agua en los riñones, lo cual eleva la tensión arterial.,

La oxitocina regula la contracción del útero durante el parto

Hormona estimulante de les cápsulas suprarrenales

ACTH

Produce aldosterona, cortisol i adrenalina

Hormona estimulante del tiroides

TSH

Produce tiroxina y calcitonina

Hormona estimulante del crecimiento de los huesos

GH

Se produce el crecimiento de los huesos

Hormonas estimulantes de testículos y ovarios

FSH

Producenhormonas sexuales (estrógenos, progesterona y testosterona) y gametos

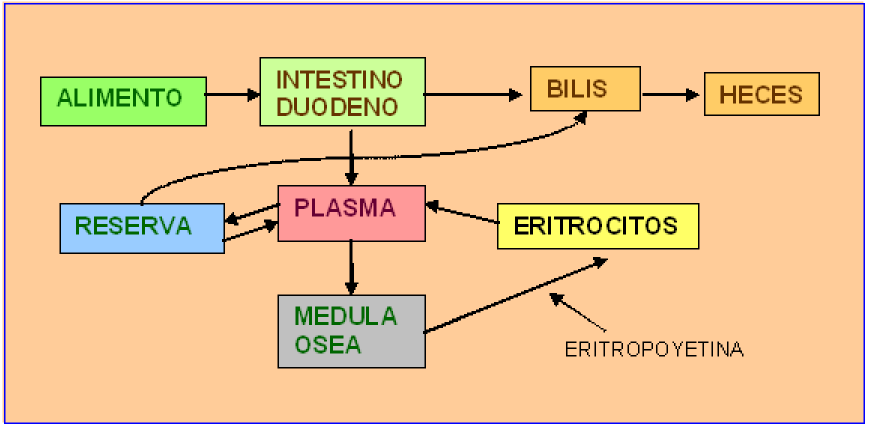
Hormona estimulante de la mamas (prolactina)

LTH

Produce leche

Absorción

- ✓ Aproximadamente del 80-90% del yodo de la dieta es absorbido en el ID, para posteriormente ser tomado por la glándula tiroides y el resto excretado en la orina
- ✓ Cantidad de yodo en leche oscila entre 30 – 300 mcg/L, esta cantidad incrementa con respecto a la cantidad en la dieta.



ALIMENTO
INTESTINO DUODENO
BILIS
HECES
RESERVA
PLASMA
ERITROCITOS
MEDULA OSEA
ERITROPOYETINA

Requerimientos

Ganado lechero:

✓ *Mantenimiento:* 0.13 - 0.2 mg/100 kg peso corporal

✓ *Lactancia:* 0.45 mg/kg materia seca.

Ganado de carne:

✓ 0.6 mg/100 kg de peso vivo.

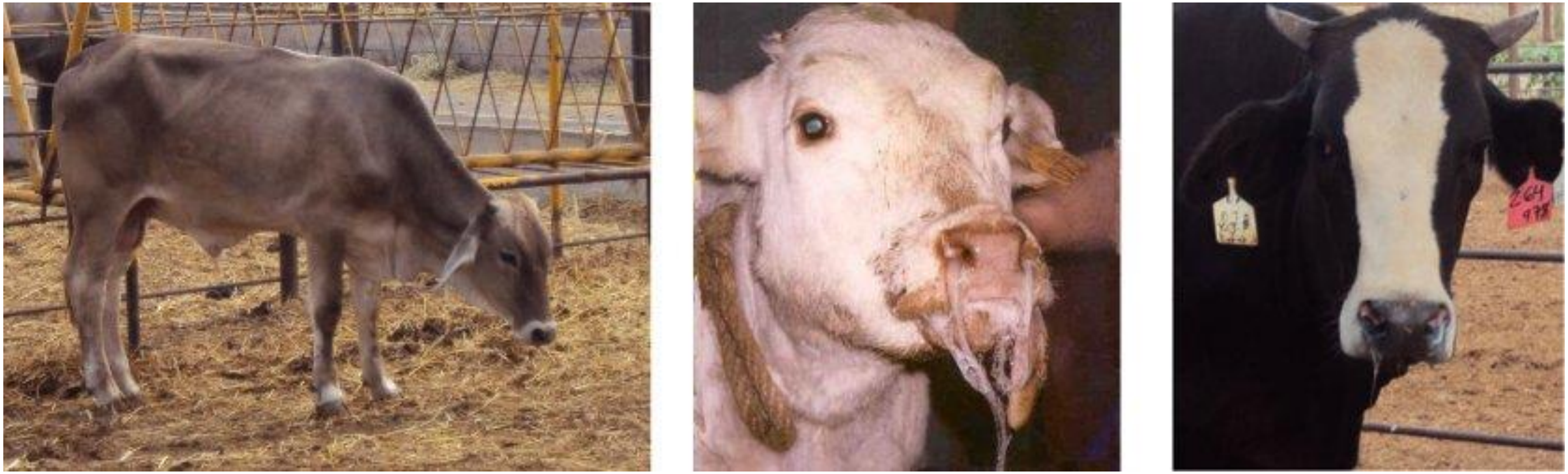
Deficiencias

- ✓ Disminución en la producción de hormonas tiroideas
- ✓ Pelo hirsuto, abortos, crecimiento de las glándulas, reducción de la fertilidad, incremento de la morbilidad y muerte.

PONYGALLERY

Toxicidad

- ✓ Se ha descrito la toxicidad en ganado lechero con consumos de 50 mg/d
- ✓ Síntomas engloban fuerte descarga nasal y ocular, salivación, disminución en la producción de leche.



The effect of dietary iodine supplementation in dairy goats on milk production traits and milk iodine content

A. Nudda ,*[1] G. Battacone ,* M. Decandia ,† M. Acciaro ,† F. Aghini-Lombardi ,‡ M. Frigeri ,‡ and G. Pulina *†

* Dipartimento di Scienze Zootecniche, University of Sassari, 07100 Sassari, Italy
† Agricultural Research Agency of Sardinia–AGRIS Sardegna, Loc. Bonassai, 07100 Sassari, Italy
‡ Dipartimento di Endocrinologia e Metabolismo, University of Pisa, 56124 Pisa, Italy

J. Dairy Sci. 92 :5133–5138
doi: 10.3168/jds.2009-2210
© American Dairy Science Association, 2009.

Alger Meekma

Introducción

- ✓ Iodo es un nutriente esencial para animales y humanos porque es necesario para la síntesis de las hormonas tiroxina y triyodotirinina por el tiroides
- ✓ DDI (desorden por deficiencia de iodo) en rumiantes, provoca retraso en el desarrollo fetal, muerte ó absorción del embrión, mortinatos, crías nacidas débiles, retención de placenta y concentración baja de la hormona tiroides
- ✓ Meschy (2000) reportó que los requerimientos de iodo es usualmente alto en cabras que en otros rumiantes

© 1997 Oklahoma State University

- ✓ Concentración de iodo en la dieta (0.3 mg/kg de MS) se considera adecuada para vacas lechera pero no es suficiente para prevenir el bocio en cabritos alimentados por la cabra
- ✓ NRC (2007) 0.5 mg/kg de MS para cabras no lactantes y en crecimiento y 0.8 mg/kg de MS en para cabras lactantes

Table 1. Chemical composition of the feeds used in the diets (DM basis)

Chemical composition[1]	Concentrate[2]	Hay
DM, %	93.2	90.8
CP, %	10.84	5.81
NDF, %	31.79	58.74
ADF, %	19.12	38.49
ADL, %	2.96	4.29
Ash, %	10.84	9.00
Lipid extract, %	2.03	1.41
Iodine, mg/kg of DM	0.63	0.19

[1] ADL = acid detergent lignin.

[2] Commercial concentrate with mineral supplement: iodine [$Ca(IO_3)_2$], 1 mg/kg; Co ($CoCO_3$), 0.40 mg/kg; Fe ($FeCO_3$), 72 mg/kg; MnO, 60.0 mg/kg; ZnO, 70.0 mg/kg; Se (Na_2SeO_3), 0.25 mg/kg; Mo [$(NH_4)_2MoO_4$], 0.20 mg/kg.

Al-Kantara '05

Table 2. Milk yield, composition, and iodine content of milk from goats supplemented with different doses of KI

	Iodine level[1]			P-level		
Item	0	1	2	Iodine level	Week	Interaction
Milk yield, g/d	1,229	1,227	1,179	NS	NS	NS
Fat, %	3.78^{A}	4.12^{B}	3.84^{A}	**[2]	**	NS
Fat yield, g/d	45.9^{a}	50.0^{b}	44.6^{a}	*	†	NS
Protein, %	3.36	3.43	3.43	NS	NS	NS
Protein yield, g/d	41.0	41.1	39.8	NS	**	NS
Lactose, %	4.33^{A}	4.38^{A}	4.25^{B}	**[2]	**	NS
ln SCC, ×1,000/mL	6.71^{e}	6.38^{f}	6.52^{ef}	†	**	NS
MUN, mg/dL	36.8^{B}	32.3^{A}	32.8^{A}	**	**	NS
Iodine, µg/L	60.1^{A}	78.8^{A}	130.2^{B}	**[3]	NS	NS
Iodine yield, µg/d	74.5^{A}	94.5^{A}	150.3^{B}	**	**	NS
Iodine transfer[4]	11.2	9.4	11.3	NS	**	NS

[a,b] Means within a row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

[e,f] Means within a row with different superscripts differ ($P < 0.10$).

[A,B] Means within a row with different superscripts differ ($P < 0.01$).

[1] Iodine level: 0 = control; 1 = 0.45 mg/d of KI supplement; 2 = 0.90 mg/d of KI supplement.

[2] Denotes effect of linear and quadratic contrasts.

[3] Denotes effect of quadratic contrast.

[4] Iodine transfer: [iodine excreted in milk/total iodine intake] × 100.

†$P \leq 0.10$; *$P \leq 0.05$; **$P \leq 0.01$.

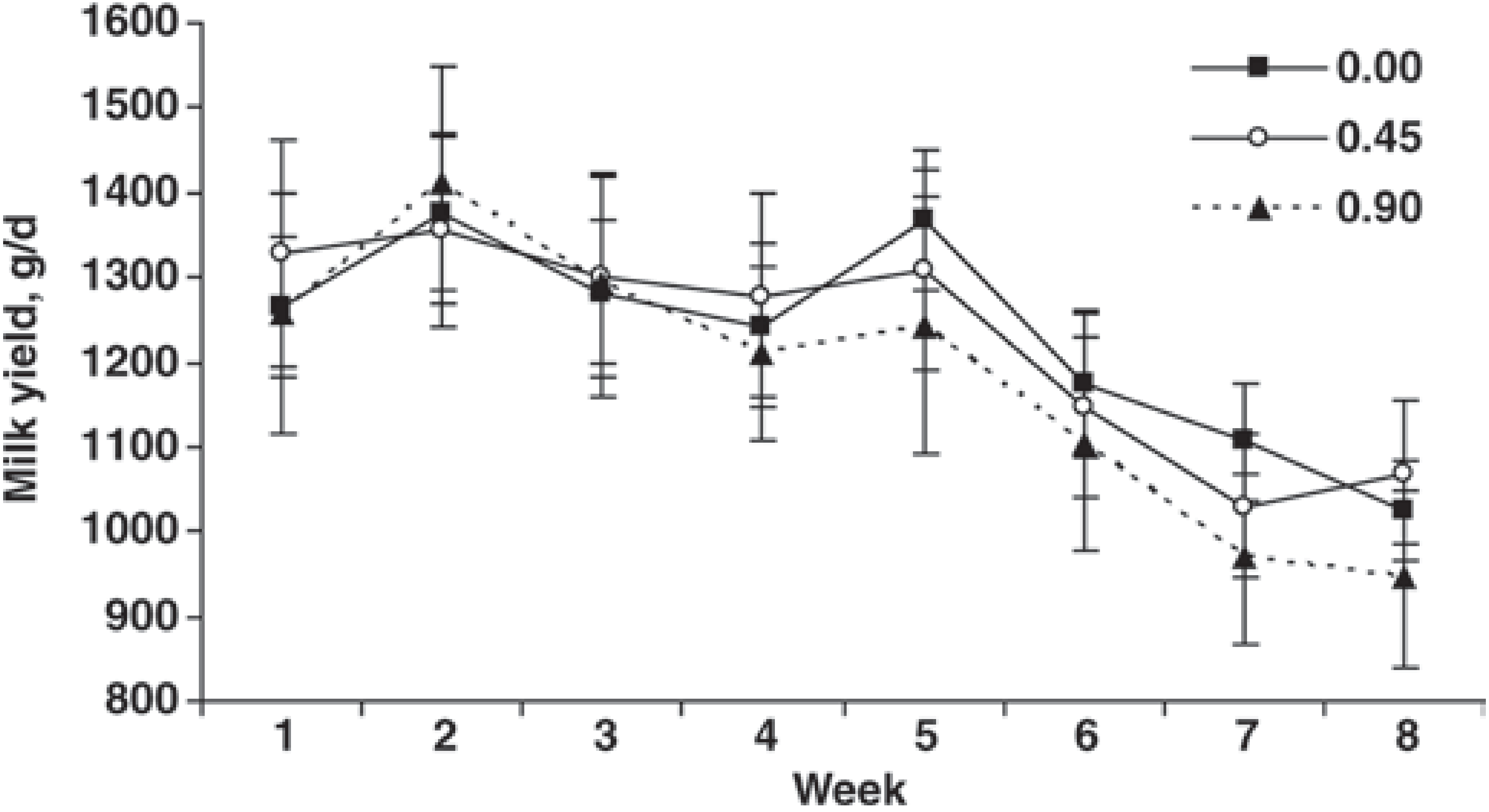


Figure 1. Temporal evolution of milk yield in dairy goats supplemented with 0, 0.45, and 0.90 mg/d of KI.

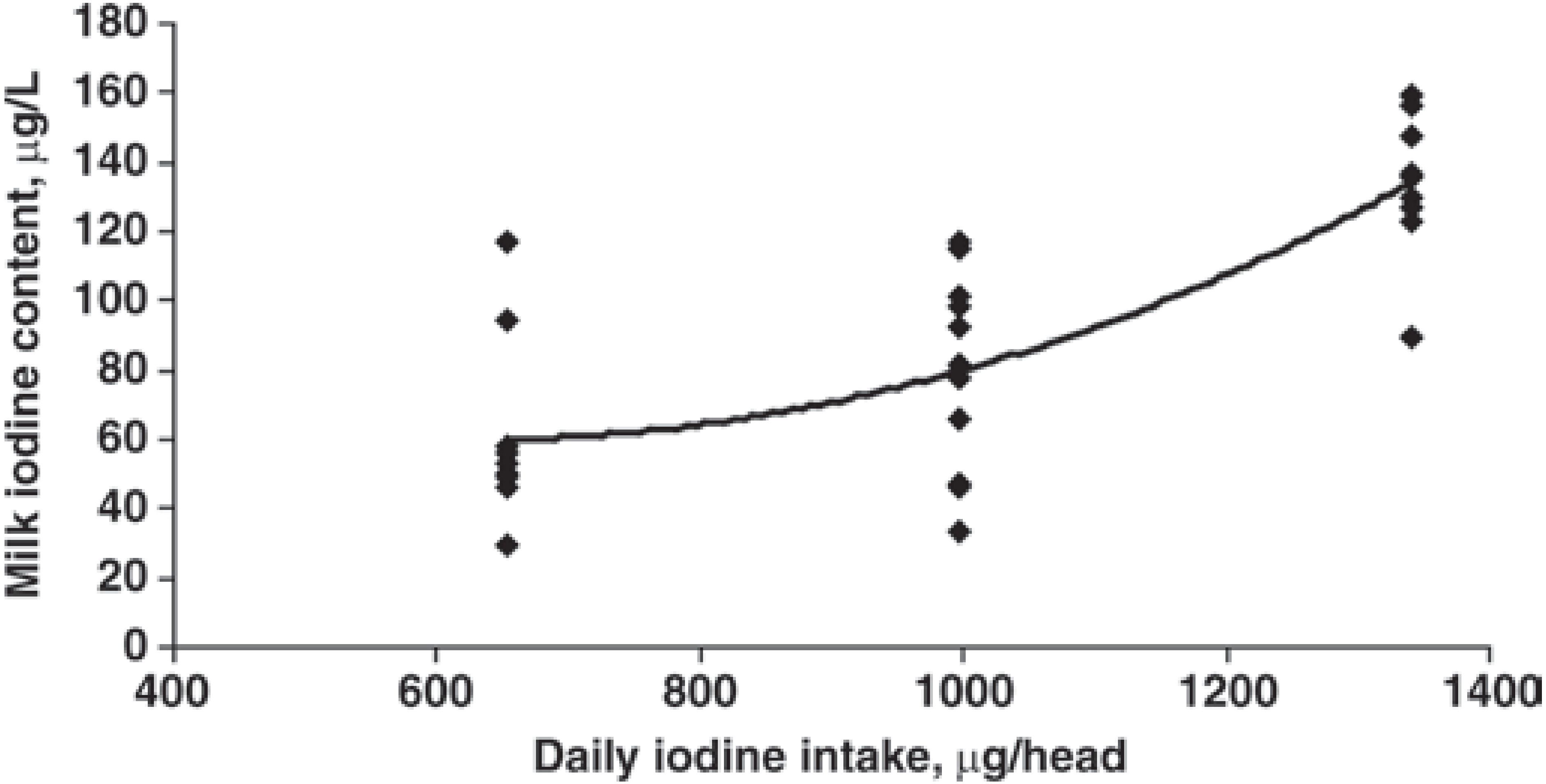


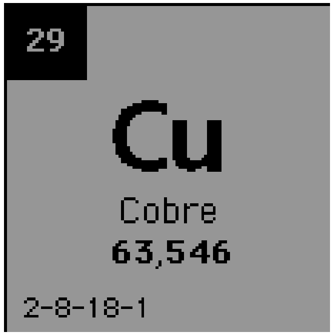
Figure 2. Relationship between daily iodine intake and milk iodine content in dairy goats.

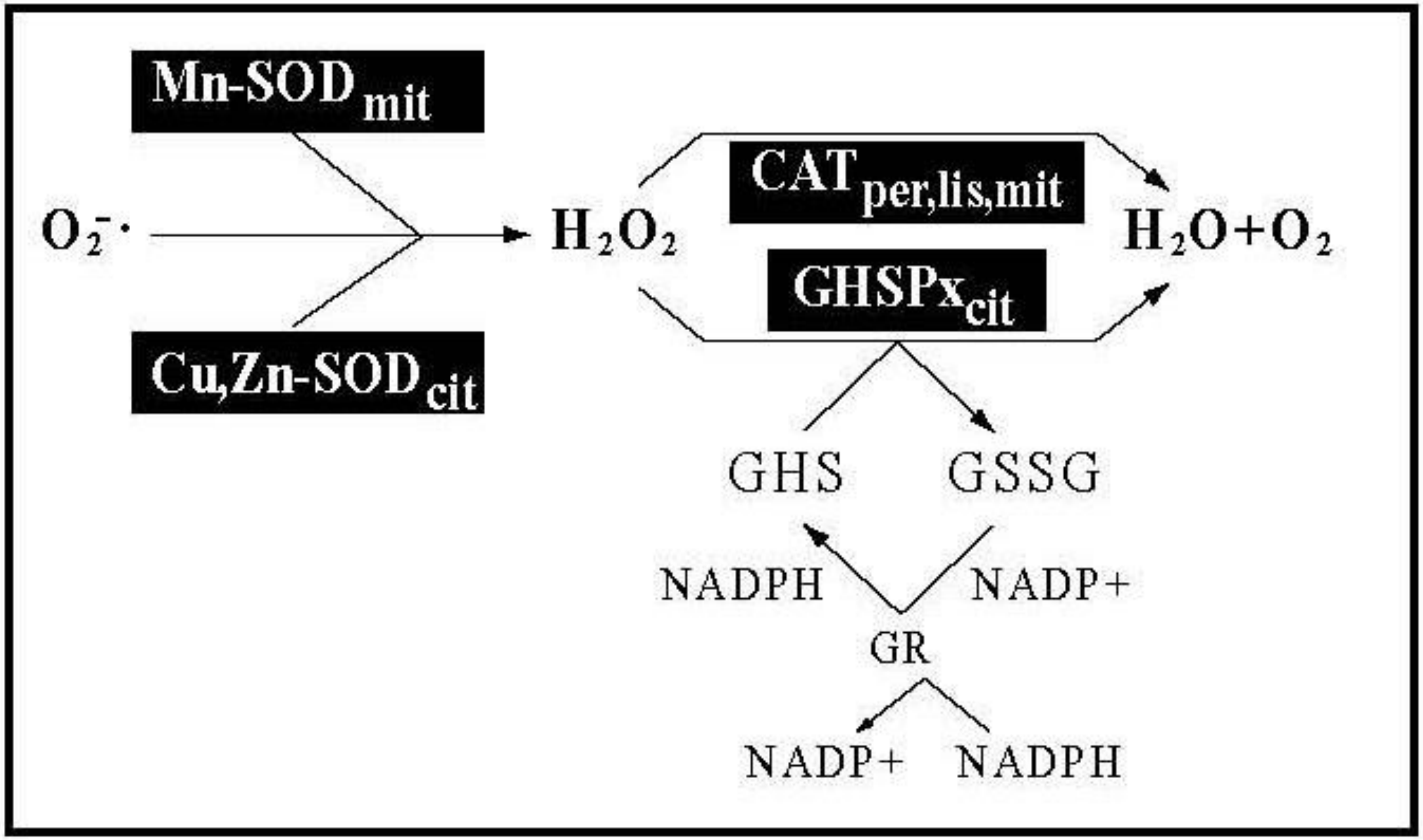
Conclusión

- ✓ Suplementación de cabra lechera con dosis altas de iodo en la dieta (1 mg/kg de KI/d/a incrementa el contenido de iodo en leche significativamente
- ✓ Suplementación con iodo no influencia la producción de leche

Cobre

- ✓ Componente esencial de enzimas tales como citocromo-oxidasa, lisyl-oxidasa, ceruplasmina, tirosinasa, superoxido-dismutasa, así como para el transporte de electrones durante la respiración aeróbica.


29
Cu
Cobre
63,546
2-8-18-1


Mn-SOD mit
Cu,Zn-SOD cit
$O_2^{-}\cdot$
H_2O_2
CAT per,lis,mit
GHSPx cit
H_2O+O_2
GHS
GSSG
NADPH
NADP+
GR
NADP+
NADPH

Absorción

- ✓ Durante las primeras cuatro semanas de edad, en los rumiantes el coeficiente de absorción se da en un 60%
- ✓ Con el desarrollo del rumen existe una disminución bastante fuerte en la absorción del cobre
- ✓ Solo entre un 1-5% del cobre de la dieta es absorbido por los rumiantes adultos
- ✓ Absorción de cobre se ve afectada por la presencia de azufre y molibdeno.

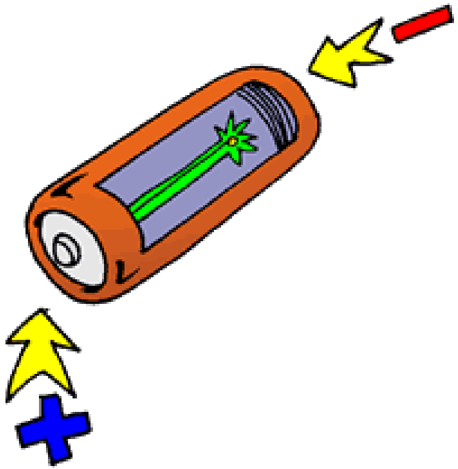
Cobre en forrajes

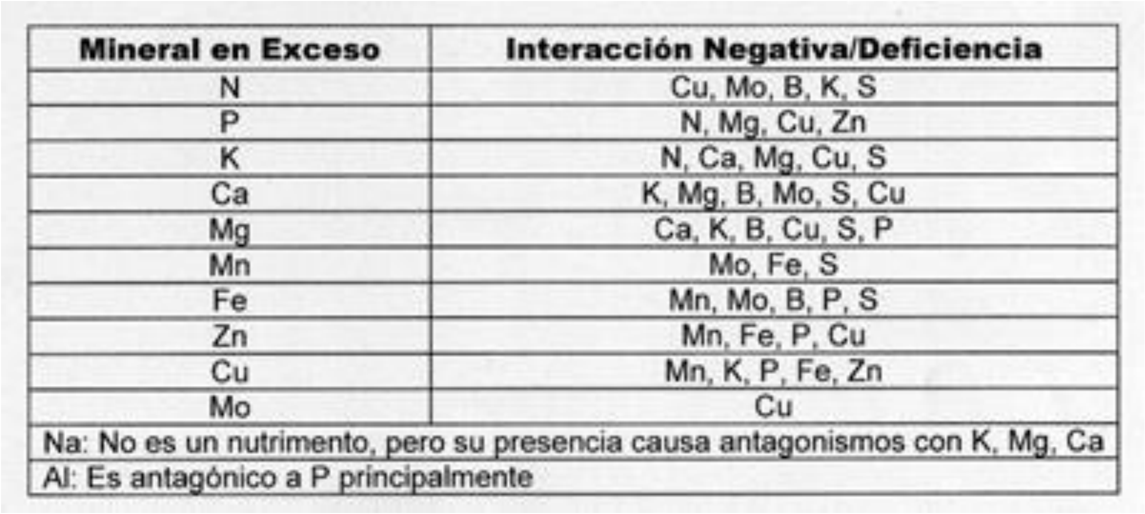
- ✓ Cerca de un 10% de MS que es consumida por el ganado puede ser suelo cuando el pasto es demasiado escaso y corto. Se ha demostrado que esto reduce hasta un 50% la absorción del cobre

- ✓ Coeficiente de absorción para animales en pastoreo no debe disminuir en mas de un 50% para asegurar el aporte adecuado de cobre.

Antagonismos

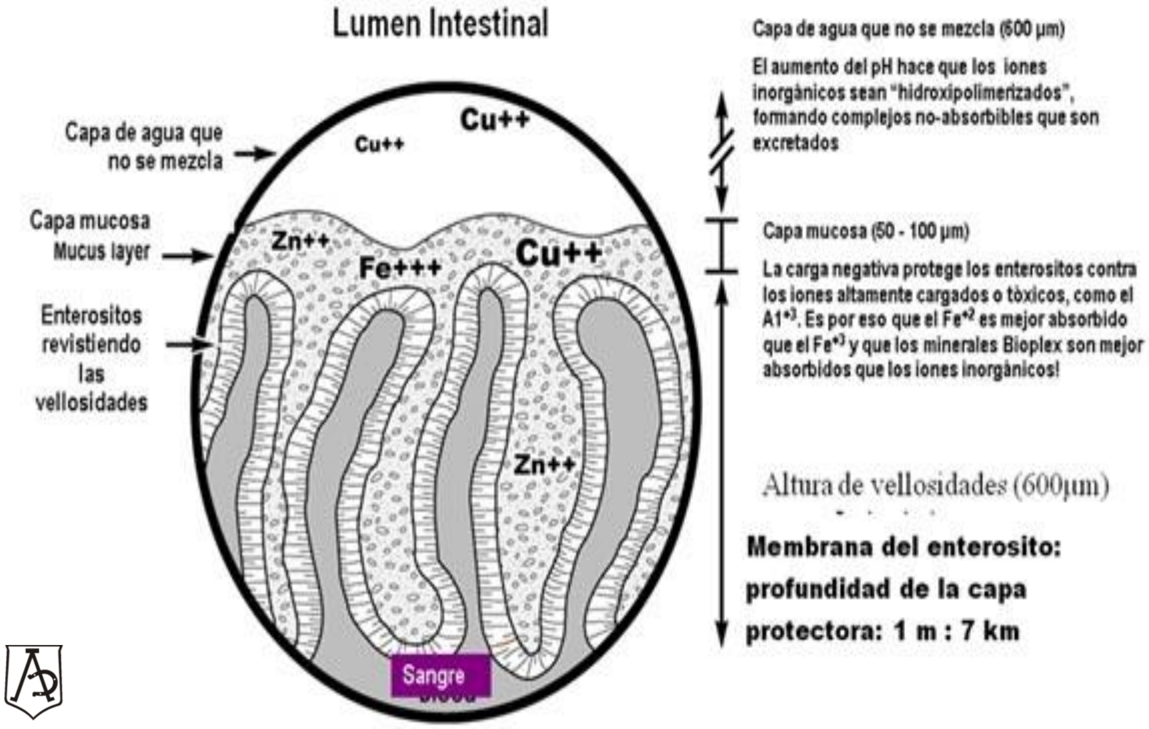
- ✓ Zinc induce un incremento en la producción de metalotionina en el intestino
- ✓ Este compuesto cubre la superficie del lado luminal de las células epiteliales ligando sus transportadores, además de ello, funciona como agente quelador del cobre, el cual al ser quelado es excretado en heces.





Mineral en Exceso	Interacción Negativa/Deficiencia
N	Cu, Mo, B, K, S
P	N, Mg, Cu, Zn
K	N, Ca, Mg, Cu, S
Ca	K, Mg, B, Mo, S, Cu
Mg	Ca, K, B, Cu, S, P
Mn	Mo, Fe, S
Fe	Mn, Mo, B, P, S
Zn	Mn, Fe, P, Cu
Cu	Mn, K, P, Fe, Zn
Mo	Cu
Na: No es un nutrimento, pero su presencia causa antagonismos con K, Mg, Ca	
Al: Es antagónico a P principalmente	

- ✓ Reservas de cobre en el hígado se ven fuertemente afectadas por la presencia de hierro en la dieta, disminuyendo dicha reserva
- ✓ De la misma manera, existe una relación entre el hierro y azufre ya que cuando ambos están presentes la inhibición de la absorción del cobre es mas pronunciada.


Lumen Intestinal
Capa de agua que no se mezcla
Capa mucosa
Mucus layer
Enterositos revistiendo las vellosidades
Cu++
Cu++
Zn++
Fe+++
Cu++
Zn++
Sangre
Altura de vellosidades (600µm)

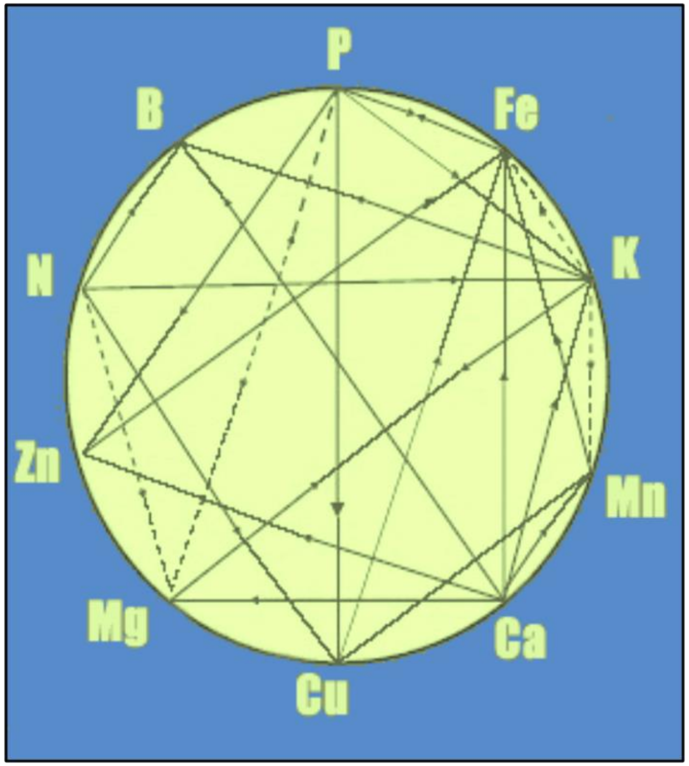
Capa de agua que no se mezcla (600 µm)

El aumento del pH hace que los iones inorgànicos sean "hidroxipolimerizados", formando complejos no-absorbibles que son excretados

Capa mucosa (50 - 100 µm)

La carga negativa protege los enterositos contra los iones altamente cargados o tòxicos, como el $A1^{+3}$. Es por eso que el Fe^{+2} es mejor absorbido que el Fe^{+3} y que los minerales Bioplex son mejor absorbidos que los iones inorgànicos!

Membrana del enterosito: profundidad de la capa protectora: 1 m : 7 km


P
Fe
K
Mn
Ca
Cu
Mg
Zn
N
B

- ✓ Algunos estudios sugieren que existe una disminución en la absorción de cobre cuando los niveles de calcio incrementan en la dieta
- ✓ Incremento del 0.7 - 0.95% de calcio en la dieta disminuye drásticamente la absorción de cobre por parte de los rumiantes.

Diferencias entre razas

- ✓ Existen diferencias entre razas de ganado, ya que algunas de ellas son mas susceptibles a la intoxicación por cobre, por ejemplo, se ha demostrado que una de las razas mas susceptibles a la intoxicación por cobre es la Jersey y Angus.

Requerimientos

Ganado lechero:

- ✓ Vaquillas de 300 kg PV, con una GDP de 0.7 kg: 72.6 mg/d
- ✓ Vaquillas de 500 kg PV con una GDP de 0.5 kg con 190 d de preñez: 152 mg/d
- ✓ Vacas de 650 kg con una producción de 40 kg de leche: 313 mg/d
- ✓ Vacas de 650 kg con una preñez de 190 d: 153.5 mg/d.

Ganado de carne:

- ✓ 10 mg/kg de materia seca

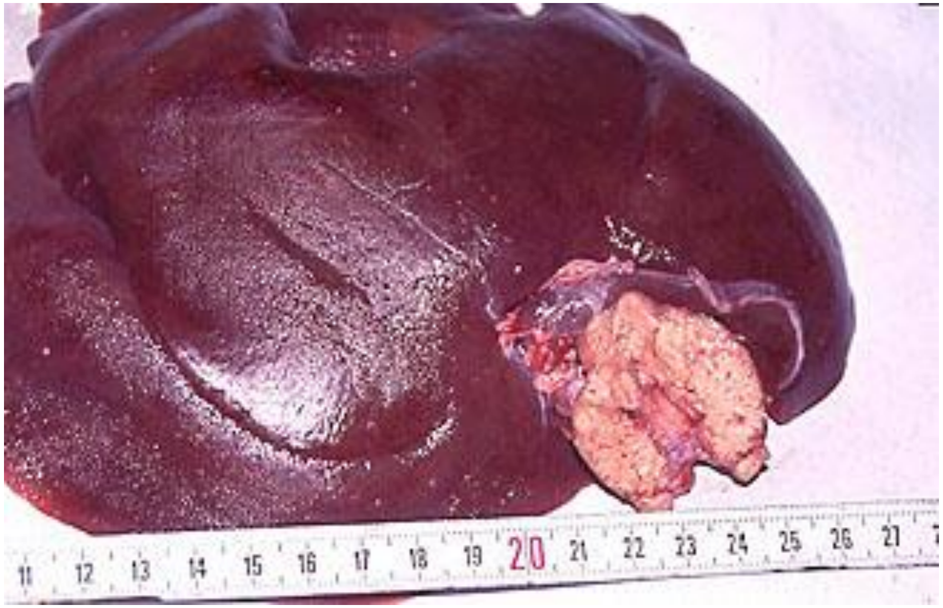
Deficiencia

Signos clásicos de deficiencia de cobre son:

- ✓ Despigmentación del pelo, especialmente alrededor de los ojos
- ✓ Anemia (macrocítica hipocrómica)
- ✓ Osteoporosis
- ✓ Huesos frágiles
- ✓ Fallas cardiacas
- ✓ Crecimiento retardado
- ✓ Ineficiencia en la reproducción caracterizada por estros retardados.

Toxicidad

- ✓ Toxicosis causada por incremento el los niveles de cobre es difícil de encontrar, dado que el hígado tiene la capacidad de almacenar grandes cantidades de este mineral; sin embargo, existen factores que desencadenan la liberación del cobre almacenado, el cual al ser liberado causa crisis hemolítica.


11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

Effect of Copper Source and Level on the Rate and Extent of Copper Repletion in Holstein Heifers

G. P. Yost,* J. D. Arthington,‡ L. R. McDowell,* F. G. Martin†, N. S. Wilkinson,* and C. K. Swenson§

*Departments of Animal Sciences and †Statistics, University of Florida-IFAS, Gainesville 32611
‡Range Cattle Research and Education Center, Ona, FL 33865, §Zinpro Corporation, Eden Prairie, MN 55344

J. Dairy Sci. 85:3297–3303
. American Dairy Science Association, 2002.

Introducción

- ✓ Deficiencias de Cu en rumiantes han sido usualmente corregidas por suplementación con minerales inorgánicos
- ✓ Complejo de minerales traza con moléculas orgánicas han sido empleadas por ser mas biodisponibles que los minerales traza inorgánicos

- ✓ Algunos investigadores han indicado que la lisina-Cu puede ser mas beneficiosa que el CuSO4 en corregir deficiencias de Cu en bovinos
- ✓ Ventaja fisiológica proporcionada por compuestos orgánicos de Cu puede ser debido a su coordinación química única, la cual permite la formación altamente soluble, productos químicamente estables que resisten la interacción y digestión con antagonistas en el intestino

clasipar.com

Table 1. Composition of depletion and repletion diets.

Item	Depletion diet[1]	Repletion diet[1,2]
	% of DM	
Corn	55.0	60.5
Soybean meal	16.3	15.2
Cottonseed hulls	19.0	15.0
Molasses	7.0	7.0
Limestone	0.9	0.9
Dicalcium phosphate	0.9	0.9
Vitamin/mineral premix	0.9[3,4]	0.5[3]

[1] Diets fed for 111 and 70 d for Cu depletion and repletion, respectively. Diet DM = 84.8 and 84.4% for the Cu depletion and repletion diets, respectively.

[2] Analyzed Cu concentration for each repletion diet was 19.48, 29.38, 20.80, 40.39, and 4.81 mg/kg for $CuSO_4$ at 15 mg/kg, $CuSO_4$ at 30 mg/kg, Availa-Cu at 15 mg/kg, Availa-Cu at 30 mg/kg, and CuO bolus, respectively.

[3] Vitamin/mineral premix supplied 50, 0.10, 0.10, 20, and 20 mg/kg of Fe, Se, Co, Mn, and Zn, respectively. Vitamins A and D were supplied at 8480 IU/d and 1320 IU/d, respectively.

[4] Fortified with flowers of S to provide a dietary S level of 0.40% and 15 mg/kg of Mo as Na_2MoO_4 to achieve a Cu:Mo ratio of 1:3. Copper concentration of depletion diet was 5.50 mg/kg.

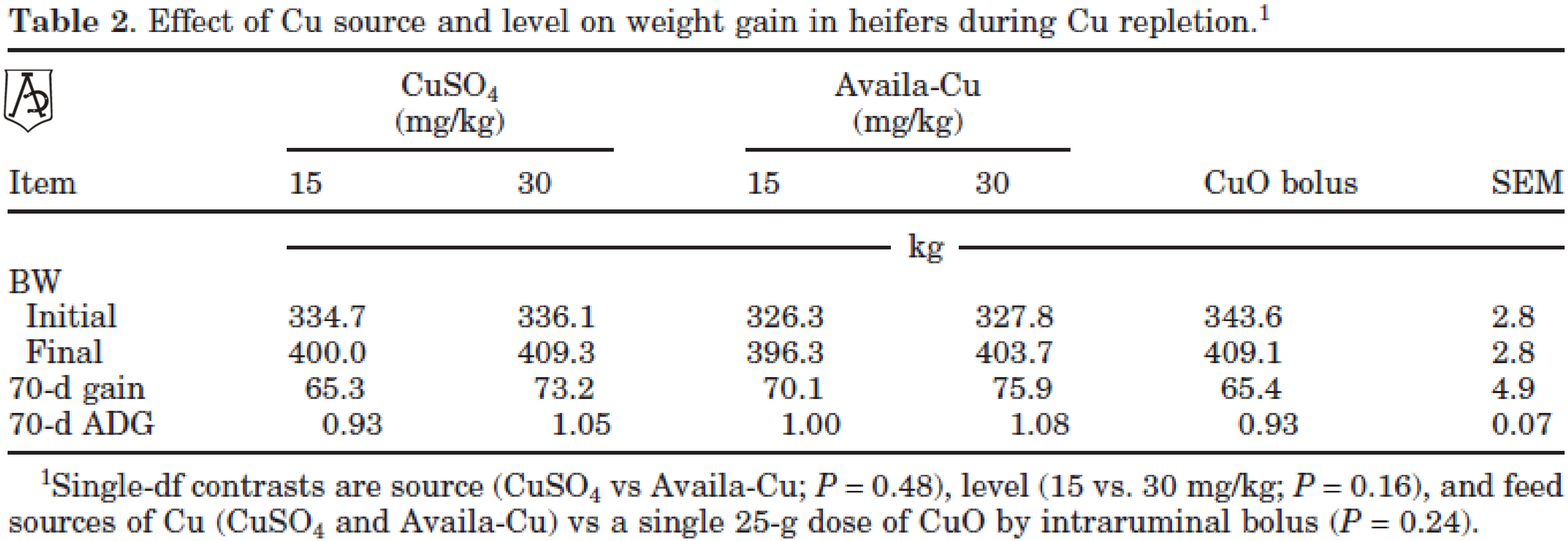


Table 2. Effect of Cu source and level on weight gain in heifers during Cu repletion.[1]

	$CuSO_4$ (mg/kg)		Availa-Cu (mg/kg)			
Item	15	30	15	30	CuO bolus	SEM
	kg					
BW						
Initial	334.7	336.1	326.3	327.8	343.6	2.8
Final	400.0	409.3	396.3	403.7	409.1	2.8
70-d gain	65.3	73.2	70.1	75.9	65.4	4.9
70-d ADG	0.93	1.05	1.00	1.08	0.93	0.07

[1] Single-df contrasts are source ($CuSO_4$ vs Availa-Cu; $P = 0.48$), level (15 vs. 30 mg/kg; $P = 0.16$), and feed sources of Cu ($CuSO_4$ and Availa-Cu) vs a single 25-g dose of CuO by intraruminal bolus ($P = 0.24$).

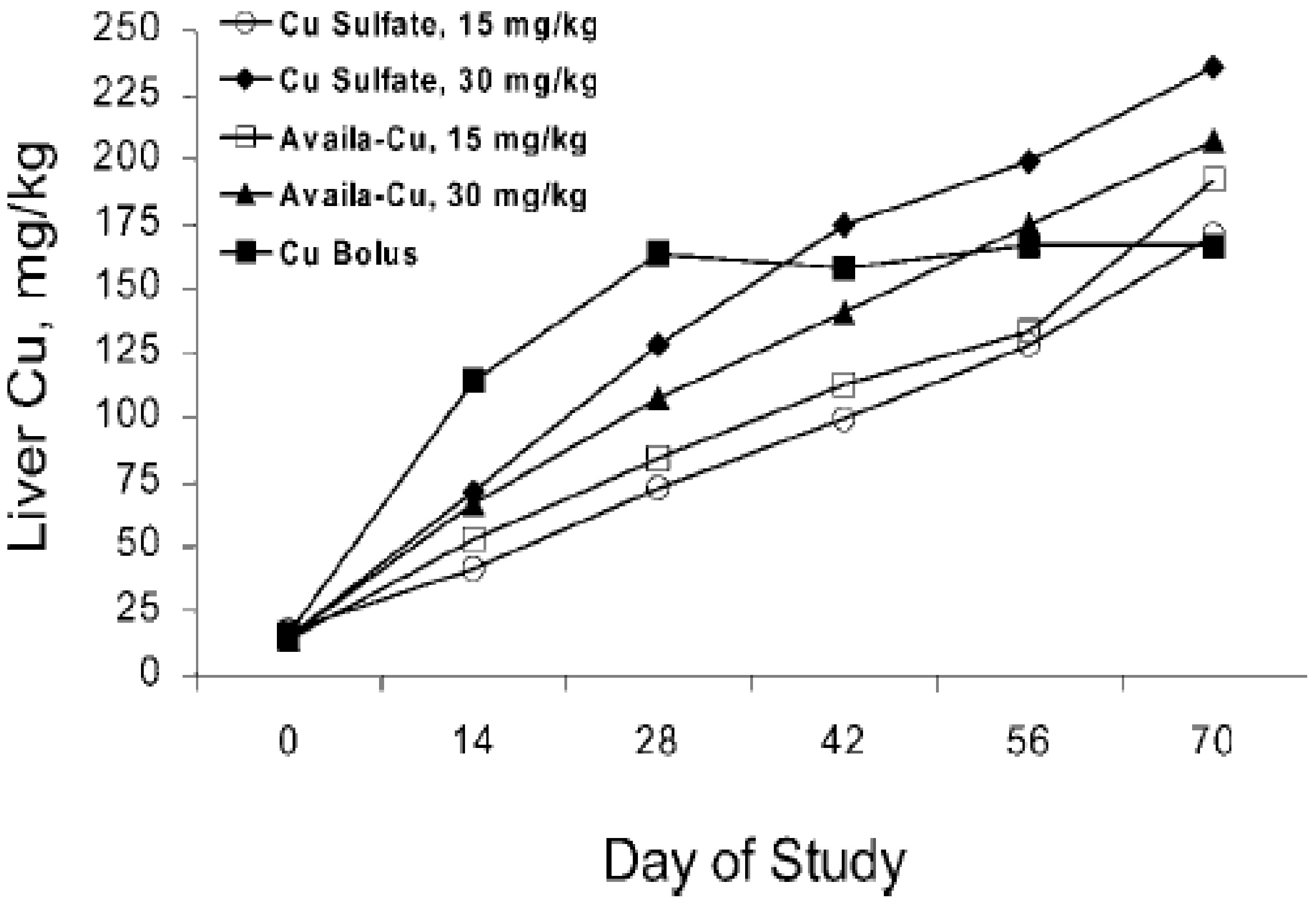


Figure 1. Effect of Cu source and level on liver Cu concentration. Pooled SEM = 12 mg/kg. Liver Cu concentration was higher ($P < 0.05$) in heifers treated with a 25-g dose of CuO by intraruminal bolus than all heifers given feed sources of Cu on d 14 and 28. Mean liver Cu concentration over all times was higher ($P < 0.01$) in heifers fed 30 vs 15 mg/kg of Cu.

Table 3. Effect of Cu source and level on plasma Cu concentration during Cu repletion.[1]

	CuSO$_4$ (mg/kg)		Availa-Cu (mg/kg)		
Day	15	30	15	30	CuO bolus
	mg/kg				
0	0.26	0.27	0.32	0.32	0.27
14	0.75	0.81	0.89	0.79	0.88
28	0.84	0.79	0.88	0.84	0.85
42	0.87	0.97	0.92	0.89	0.95
56	0.79	0.80	0.82	0.85	0.88
70	0.86	0.93	0.88	0.96	0.97
Mean	0.73	0.76	0.79	0.78	0.80

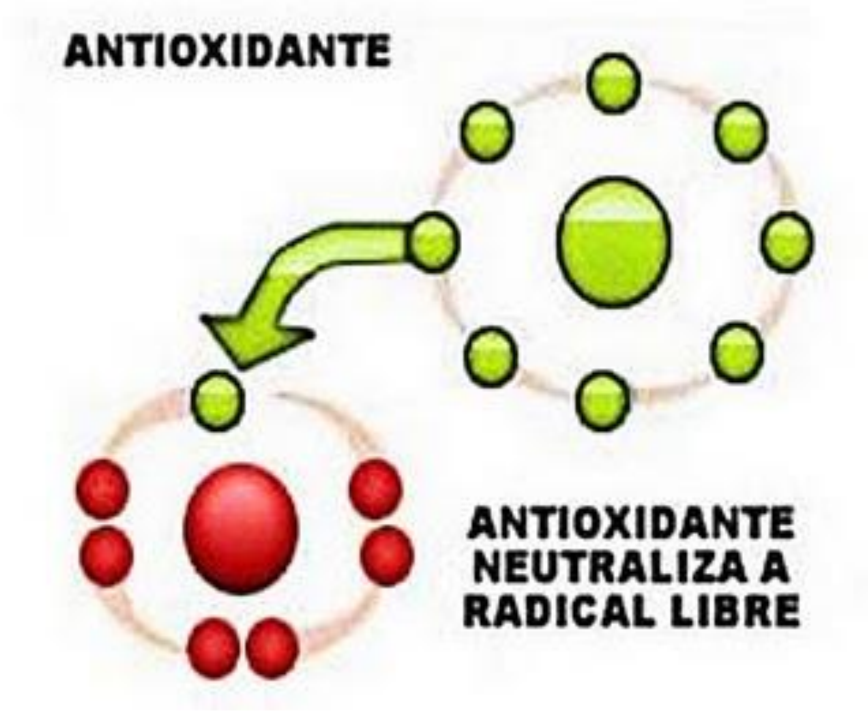
[1] Single-df contrasts are source (CuSO$_4$ vs Availa-Cu; $P = 0.24$), level (15 vs 30 mg/kg; $P = 0.72$), and feed sources of Cu(CuSO$_4$ and Availa-Cu) vs 25-g single dose of CuO by intraruminal bolus ($P = 0.24$). Pooled SEM = 0.04, based on 36 df.

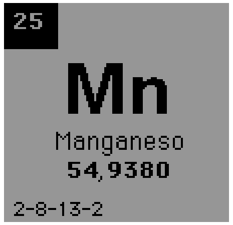
Conclusión

- ✓ Availa-Cu y CuSO4 son igualmente efectivos en elevar el estatus de Cu en vaquillas Holstein con deficiencia en Cu
- ✓ Suplementación con 30 mg/kg Cu incrementan significativamente la concentración de Cu en hígado comparado con 15 mg/kg Cu
- ✓ Administración de bolos intraruminales de CuO (una sola dosis de 20 g Cu) resulta en una alta concentración de ceruloplasmina en plasma y una concentración más rápida en hígado

Manganeso

- ✓ Importante en la formación de enzimas como galactotransferasa y glicosyltransferasa las cuales son vitales en la formación de cartílago y hueso
- ✓ Manganeso-super-oxidodismutasa trabaja con otros antioxidantes para minimizar la acumulación de formas reactivas de oxígeno, que puede causar daño celular.

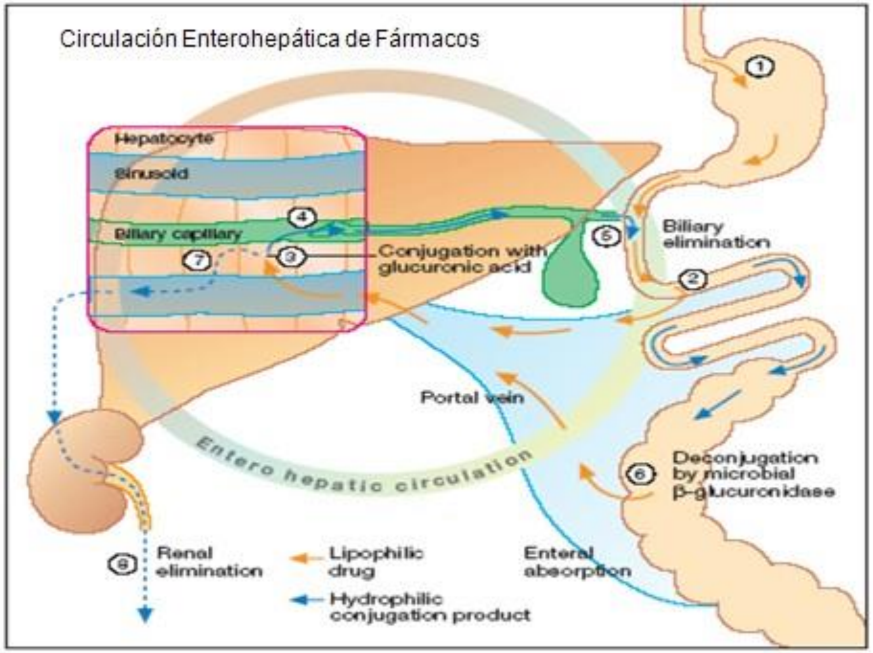

ANTIOXIDANTE
ANTIOXIDANTE NEUTRALIZA A RADICAL LIBRE


25
Mn
Manganeso
54,9380
2-8-13-2

Absorción

- ✓ Mayor parte del manganeso es absorbida por el intestino delgado, y llevado al hígado a través de la circulación portal en donde es utilizado. El exceso es excretado a través de la bilis

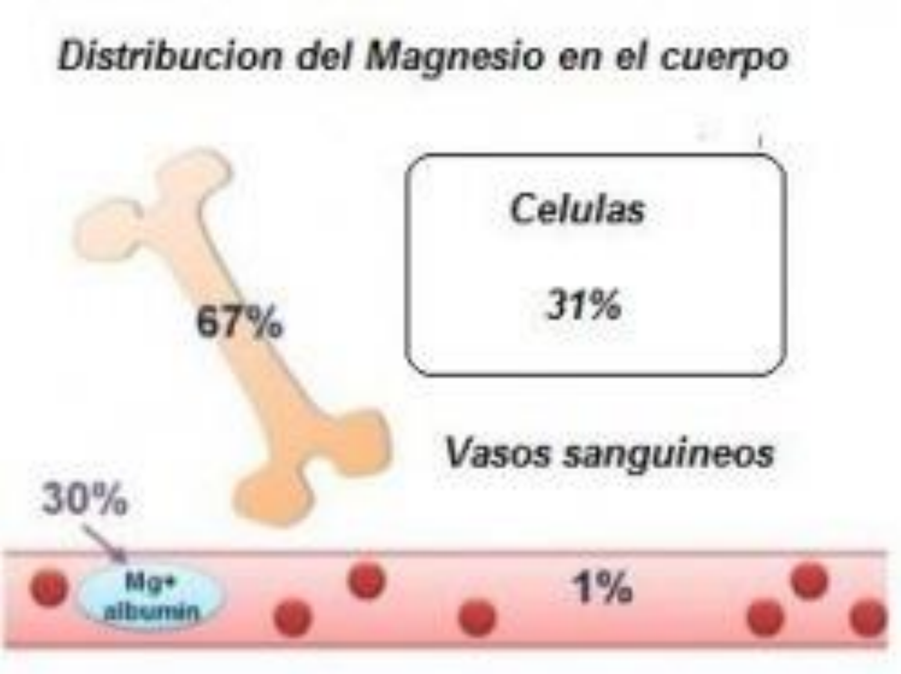
- ✓ Una pequeña porción es ligado a la transferrina dentro del hígado y liberado a la circulación para ser transportado a los tejidos.


Circulación Enterohepática de Fármacos
Hepatocyte
Sinusoid
Biliary capillary
4
7
3
Conjugation with glucuronic acid
5
Biliary elimination
1
2
Portal vein
Entero hepatic circulation
6
Deconjugation by microbial β-glucuronidase
8
Renal elimination
Lipophilic drug
Hydrophilic conjugation product
Enteral absorption

- ✓ Cierta cantidad del manganeso absorbido es ligado a 2-acroglobulina y albúmina en la circulación

- ✓ Proporción de manganeso absorbida en la dieta es menor de 4% y generalmente es de 1%

- ✓ Mayor parte del manganeso encontrado en el cuerpo de los rumiantes se da en hígado, esqueleto y pelo.


Distribucion del Magnesio en el cuerpo
67%
Celulas
31%
Vasos sanguineos
30%
Mg+
albumin
1%

UACH-ICAMEX-2006
Dr. Baldomero Alarcón Z.

Deficiencia

Deficiencia de manganeso puede traer como resultado:

- ✓ Crecimiento retardado e inconsistente
- ✓ Anormalidades en el esqueleto
- ✓ Baja reproducción
- ✓ Anormalidades en los animales recién nacidos.

Requerimientos

Ganado lechero:

- ✓ Vaquillas de 300 kg con una GDP de 0.7 kg: 145 mg/d
- ✓ Vaquillas de 500 kg con una GDP de 0.5 kg con 250 d de preñez: 220 mg/d
- ✓ Vacas de 650 kg con una producción de 40 kg de leche: 333 mg/d
- ✓ Vacas de 650 kg con una preñez de 250 d: 213 mg/d.

Ganado de carne:

20 mg/kg de materia seca consumida.

Feeding a Low Manganese Diet to Heifers During Gestation Impairs Fetal Growth and Development

S. L. Hansen, J. W. Spears, K. E. Lloyd, and C. S. Whisnant
Department of Animal Science, North Carolina State University, Raleigh 27695-7621

J. Dairy Sci. 89:4305–4311
c American Dairy Science Association, 2006.

Introducción

- ✓ Trabajos anteriores han mostrado que el Mn es requerido para el correcto desarrollo del esqueleto de animales jóvenes y el comportamiento reproductivo normal en adultos
- ✓ Deficiencia de Mn en hembras gestantes es frecuentemente difícil de diagnosticar, porque no presenta signos visuales
- ✓ Cantidades insuficientes de Mn en la dieta de vaquillas preñadas pueden presentar una variedad de signos de deficiencia en sus crías, incluyendo malformaciones esqueléticas y ataxia

- ✓ Elemento traza esencial que juega un rol importante en varias enzimas del cuerpo, tales como glicosiltransferasa; las cuales son un grupo de enzimas que están involucradas en el metabolismo de proteoglicanos del cartílago
- ✓ Rol de Mn en la formación de cartílago es esencial para la formación del crecimiento epifisario, los cuales afectan directamente el crecimiento longitudinal del hueso

Table 1. Ingredient and chemical composition of diets fed to beef heifers from the growing phase through early lactation[1]

	Growing and early gestation	Mid-gestation	Late gestation and early lactation
Ingredient, % of DM			
Cottonseed hulls	40.0	40.0	40.0
Citrus pulp	20.0	20.0	15.0
Corn gluten feed	25.0	5.0	10.0
Ground corn	11.71	31.71	31.96
Urea	0.75	0.75	0.5
Calcium carbonate	0.5	0.5	—
Dicalcium phosphate	—	—	0.5
Vitamin premix[2]	0.03	0.03	0.03
Mineral premix[3]	0.01	0.01	0.01
Corn supplement[4]	2.0	2.0	2.0
Chemical composition			
CP, % of DM[5]	12.38	9.39	9.76
NDF, % of DM[5]	50.88	45.44	46.13
ME, Mcal/kg of DM[5]	2.40	2.46	2.47
Mn, mg/kg of DM[6]	15.8	18.6	16.3

[1] Diet contained Rumensin (Elanco Animal Health, Indianapolis, IN) at 33 mg/kg.

[2] Provided per kilogram of diet: 1,980 IU of vitamin A; 456 IU of vitamin D_3; and 1.98 IU of vitamin E.

[3] Provided per kilogram of diet: 30 mg of Zn as $ZnSO_4$; 10 mg of Cu as $CuSO_4$; 0.5 mg of I as $Ca(IO_3)_2(H_2O)$; 0.2 mg of Se as Na_2SeO_3; and 0.1 mg of Co as $CoCO_3$.

[4] Provided supplemental Mn as $MnSO_4$.

[5] Calculated value (NRC, 1996).

[6] Analyzed value.

Table 2. Effects of Mn supplementation on weight change during pregnancy and lactation of beef heifers

	Supplemental Mn, mg/kg			
Weight change, kg[1,2]	0	50	SEM	*P*
Overall (d 0 to 267)	+50	+61	20.46	0.75
d 0 to 170 (precalving)	+98	+108	6.81	0.40
d 170 to 267 (postcalving)	–49	–47	18.36	0.97

[1] Calving date and calf birth weight used as covariant.

[2] Final weights taken on d 267 of study when calves averaged 67 d of age.

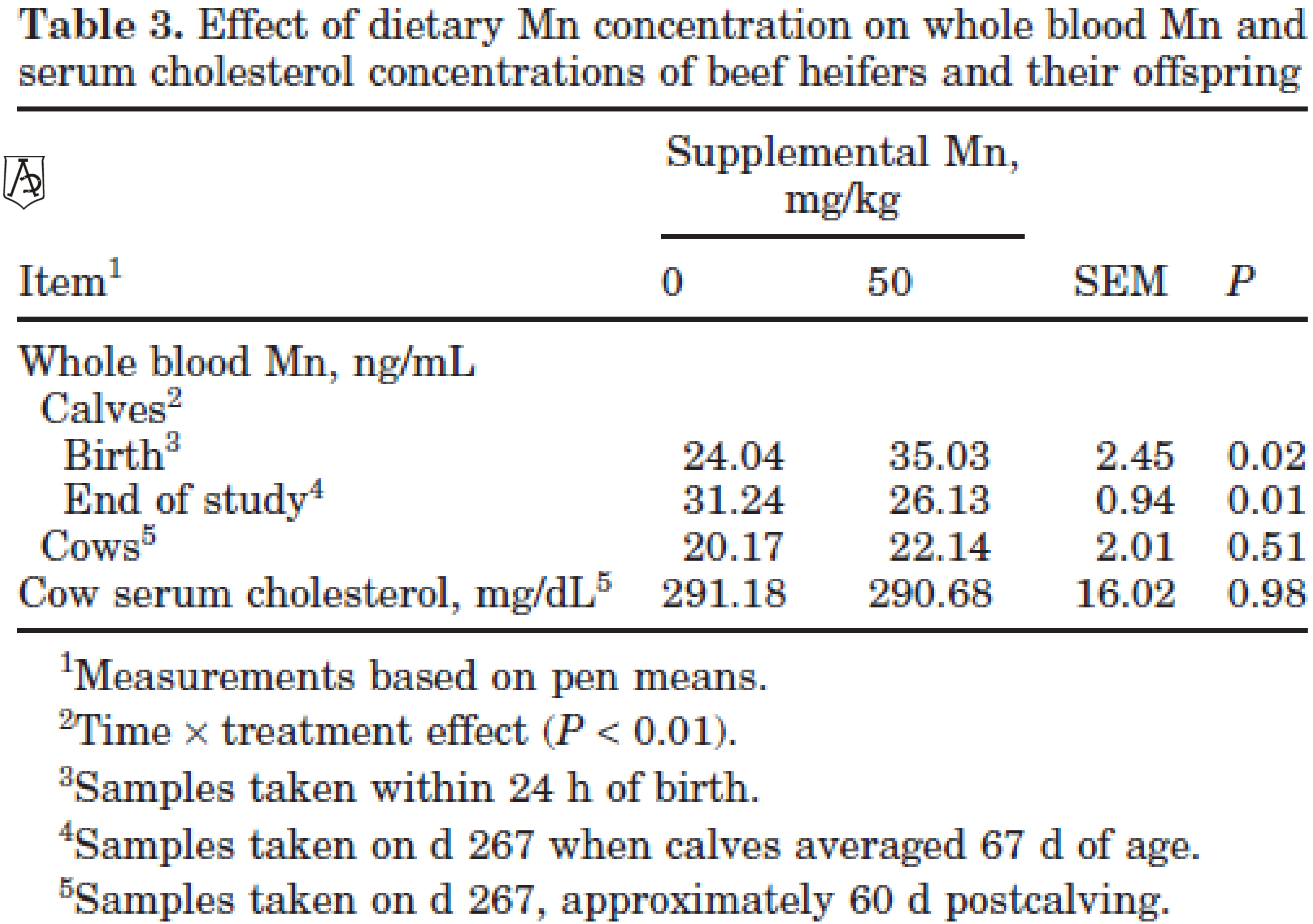


Table 3. Effect of dietary Mn concentration on whole blood Mn and serum cholesterol concentrations of beef heifers and their offspring

Item[1]	Supplemental Mn, mg/kg 0	Supplemental Mn, mg/kg 50	SEM	*P*
Whole blood Mn, ng/mL				
Calves[2]				
Birth[3]	24.04	35.03	2.45	0.02
End of study[4]	31.24	26.13	0.94	0.01
Cows[5]	20.17	22.14	2.01	0.51
Cow serum cholesterol, mg/dL[5]	291.18	290.68	16.02	0.98

[1] Measurements based on pen means.

[2] Time × treatment effect ($P < 0.01$).

[3] Samples taken within 24 h of birth.

[4] Samples taken on d 267 when calves averaged 67 d of age.

[5] Samples taken on d 267, approximately 60 d postcalving.

Concentración de colesterol en suero fue afectado por el tiempo (P<0.001) pero no por tratamiento

Table 4. Performance of calves born to heifers fed varying concentrations of dietary Mn

	Supplemental Mn, mg/kg			
Item	0	50	SEM	*P*
Birth weight,[1] kg	32	39	1.75	0.02
ADG, kg[2,3]	0.82	0.84	0.08	0.84

[1] Weights taken within 24 h of birth.

[2] Final weights taken on d 267 of study when calves averaged 67 d of age.

[3] ADG = Average daily gain.

Table 5. Observed signs of Mn deficiency in calves born to heifers fed 16.6 mg of Mn/kg of DM

	Supplemental Mn, mg/kg		
Observed sign[1]	0	50	*P*
Disproportionate dwarfism[2]	3/7	0/6	0.03
Unsteadiness/weakness at birth[3]	3/7	0/6	0.03
Superior brachygnathism[4]	5/7	0/6	0.003

[1] Data were pooled for calves across breeds.

[2] Defined as calves that were smaller in stature when compared with their age and breed matched supplemented counterparts.

[3] Defined as calves that trembled or shook when walking and could be put off balance by a push of the hand.

[4] Defined as calves that had an extended lower jaw due to shortened nasomaxillary bones.

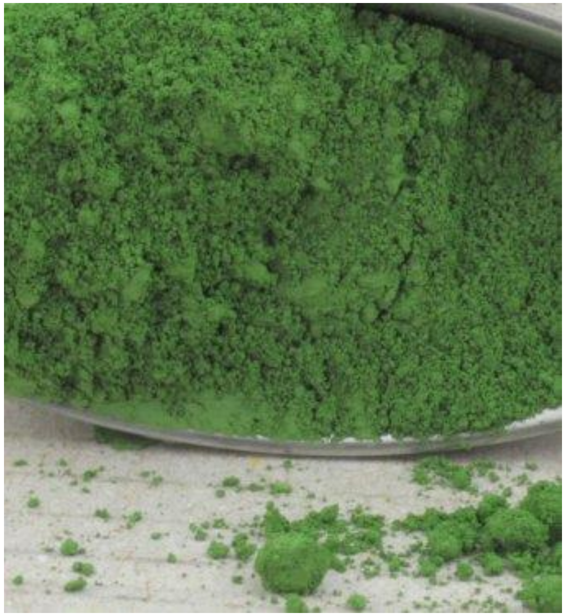
Conclusión

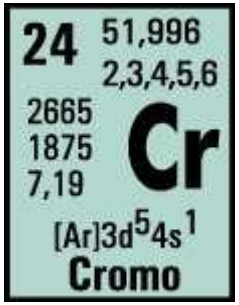
- ✓ Resultados del presente estudio sugiere que una dieta que contiene 16.6 mg de Mn/kg de MS es insuficiente para el correcto desarrollo fetal de vaquillas gestantes
- ✓ Sus crías presentan baja concentración de Mn en sangre y muestran varios grados de enanismo, Braquignatismo superior y debilidad
- ✓ Requerimientos de Mn para vaquillas gestantes es mas alto que para vaquillas en crecimiento

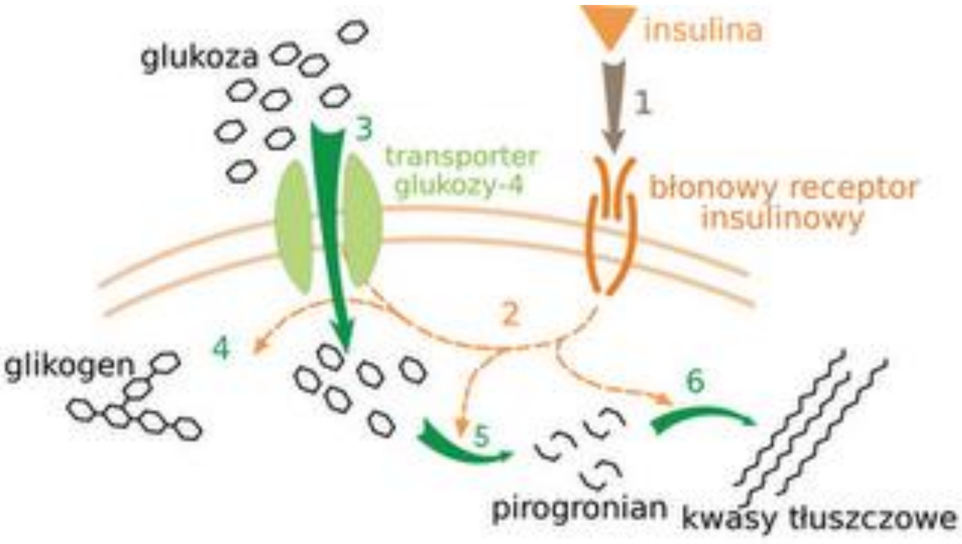
Cromo

- ✓ Encuentra principalmente en los tejidos como una molécula organometálica, ácido nicotínico y glutámico, en forma de glicina y cisteína conocida como factor resistente a la insulina

- ✓ Factor resistente a la insulina puede potencializar el efecto de la insulina en los tejidos, ya sea estabilizando a la molécula de la insulina o bien facilitando su interacción con sus receptores en los tejidos.




24
51,996
2,3,4,5,6
2665
1875
7,19
Cr
[Ar]3d^{5}4s^1
Cromo


glukoza
insulina
1
3
transporter glukozy-4
błonowy receptor insulinowy
2
4
glikogen
6
5
pirogronian
kwasy tłuszczowe

- ✓ Sus formas inorgánicas se absorben de manera poco eficiente, sin embargo los rumiantes son eficientes en absorber fuentes orgánicas

- ✓ Picolinato y Polinicotinato de cromo son usualmente considerados como fuentes disponibles para sustituir el cromo

- ✓ Algunos estudios han demostrado que el cromo promueve una respuesta favorable cuando los animales se encuentran sometidos a algún tipo de estrés fisiológico.

200 a 400 g/ton de alimento

MiCrOPLEX
1000
Chromium L-Methionine Complex
Nutritional Feed Additive

- ✓ Éstos estudios se han llevado acabo ampliamente en el periodo del periparto
- ✓ Efectos positivos incluyen una mejor respuesta humoral y posiblemente una respuesta mediada por células
- ✓ Desafortunadamente la cantidad de cromo requerida en la dieta para un comportamiento productivo, no está claro ya que la literatura no da una recomendación general para la suplementación con dietas típicas en rumiantes.

LOS MINERALES EN LA ALIMENTACION DE VACUNOS PARA CARNE

Ing. Químico Demetrio J. Mufarrege (INTA)

Introducción

- ✓ Cromo tiene funciones como componente del factor de tolerancia a la glucosa, que sirve para potenciar la acción de la insulina y actuar en el metabolismo energético
- ✓ Información actual no es suficiente para determinar los requerimientos de Cr en el ganado
- ✓ Compuestos orgánicos de Cr tienen un valor biológico mucho mayor que las sales inorgánicas, según lo muestran estudios hechos en humanos y animales de laboratorio

Requerimientos

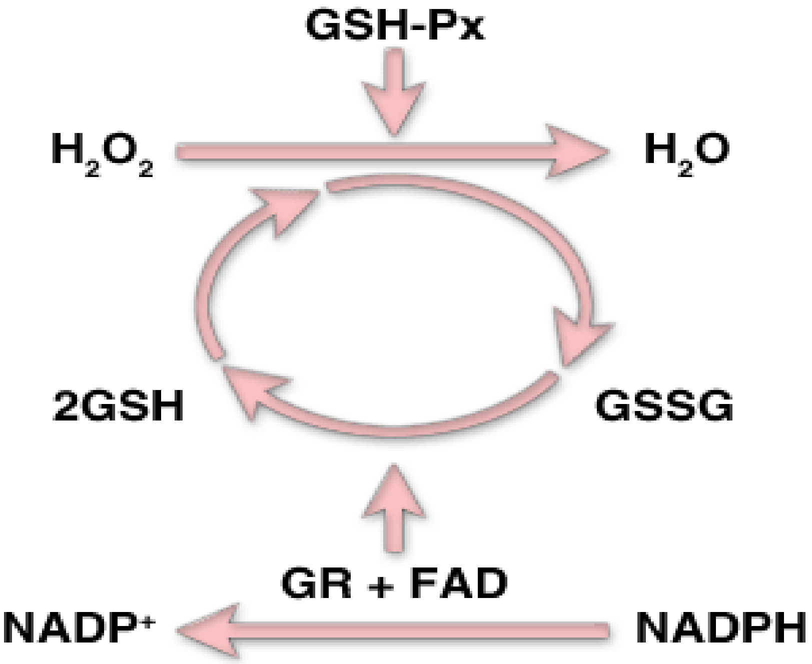
- ✓ Adición de 0.05 ppm de Cr como picolinato de Cromo ó 35 polinicotinato de Cr a la dieta de terneros en crecimiento, aumentó la taza de desaparición de glucosa
- ✓ Agregando Cr en la ración (0.2 a 1.0 ppm Cr), se aumentó la ganancia de peso vivo y la respuesta inmune en terneros afectados por el transporte (NRC, 1996)

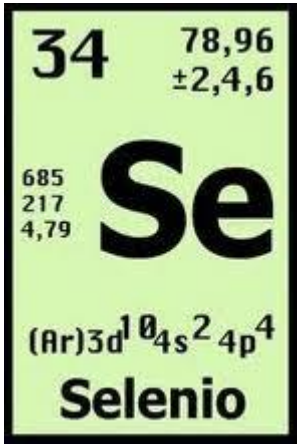
- ✓ Suministro de picolinato de Cr a corderos hizo decrecer la deposición de grasa y altero las características de la canal (Kitcharlong *et al*., 1995)
- ✓ Máxima concentración de Cr tolerable en el ganado para carne es de 1000 ppm, en la forma trivalente como $CrCl_3$. Las sales hexavalentes de Cr son mucho más tóxicas que las trivalentes por lo que no son recomendables para usar (NRC, 1996)

Selenio

- ✓ Principal función del selenio es formar parte de la enzima glutatión peroxidasa, la cual convierte el peróxido de hidrógeno a agua y es un componente esencial del sistema celular antioxidante

- ✓ Además de ello recientemente se ha descubierto como componente de la enzima iodotironina-5-deiodinasa tipo I que convierte la t_4 a t_3.

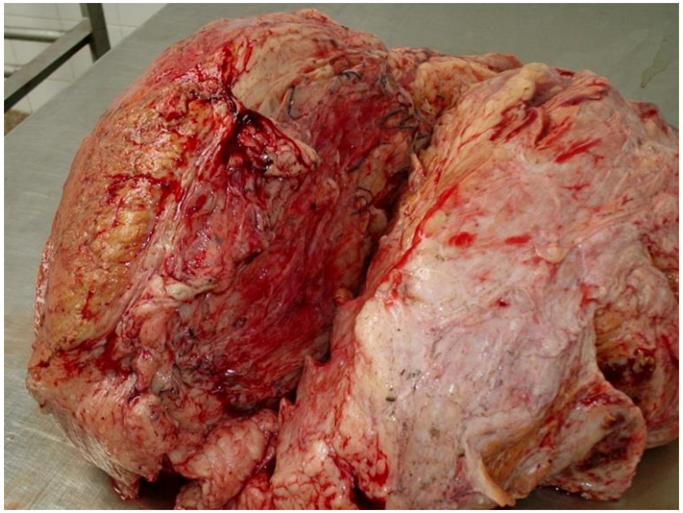

GSH-Px
H_2O_2
H_2O
2GSH
GSSG
GR + FAD
NADP+
NADPH


34
78,96
±2,4,6
685
217
4,79
Se
(Ar)3d10 4s2 4p4
Selenio

✓ Se ha descubierto una función con otras proteínas que hasta el momento no esta clara

✓ Se ha relacionado con el metabolismo del ácido araquidónico, en donde se asume que el selenio incrementa la capacidad de ataque de los neutrófilos, lo cual a través de su suplementación ayuda a reducir la severidad y frecuencia de mastitis en ganado lechero.

REACTIVO
CALIFORNIA
MASTITIS TEST
(C.M.T.)



Absorción

- ✓ Digestibilidad aparente del selenio en granos y forrajes es de 30 a 60% para borregas, cabras y vacas no lactantes
- ✓ Información es limitada pero se menciona que la digestibilidad verdadera del selenio en alimentos es del 40 al 65% en rumiantes
- ✓ Selenio proveniente del selenato y selenito de sodio así como del selenio enriquecido con levaduras tiene una digestibilidad promedio del 40 al 50%.

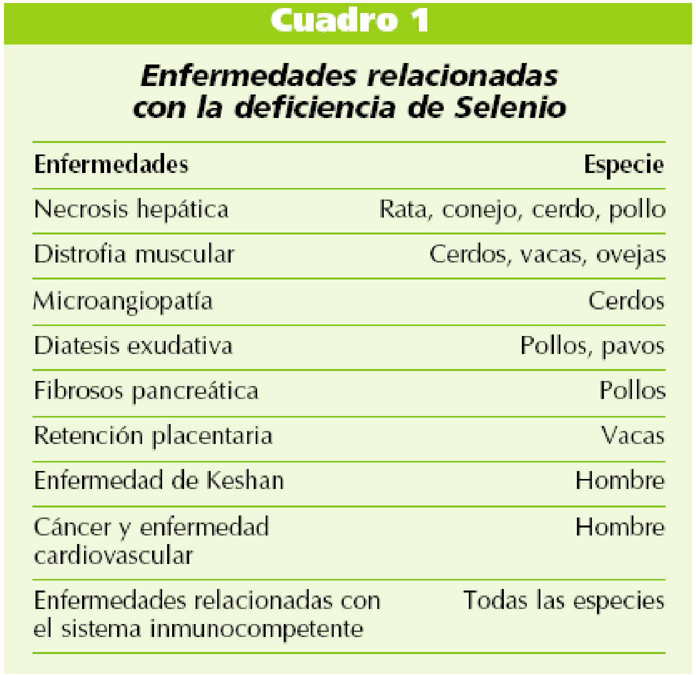
- ✓ Sin embargo, en un estudio se encontró una digestibilidad aparente menor al 4%
- ✓ Alimentación con fuentes orgánicas de selenio en rumiantes usualmente incrementa las concentraciones de selenio en sangre y tejidos.

Nutrasal Selenio

INMUNIDAD REFORZADA

Deficiencias

- ✓ Principal patología en rumiantes asociada a la deficiencia de selenio es la enfermedad del músculo blanco o distrofia muscular
- ✓ Signos clínicos incluyen adelgazamiento de las piernas, flexión de las articulaciones y tremores musculares
- ✓ Músculos esqueléticos y cardíaco sufren de necrosis y rompimiento de sus fibras.

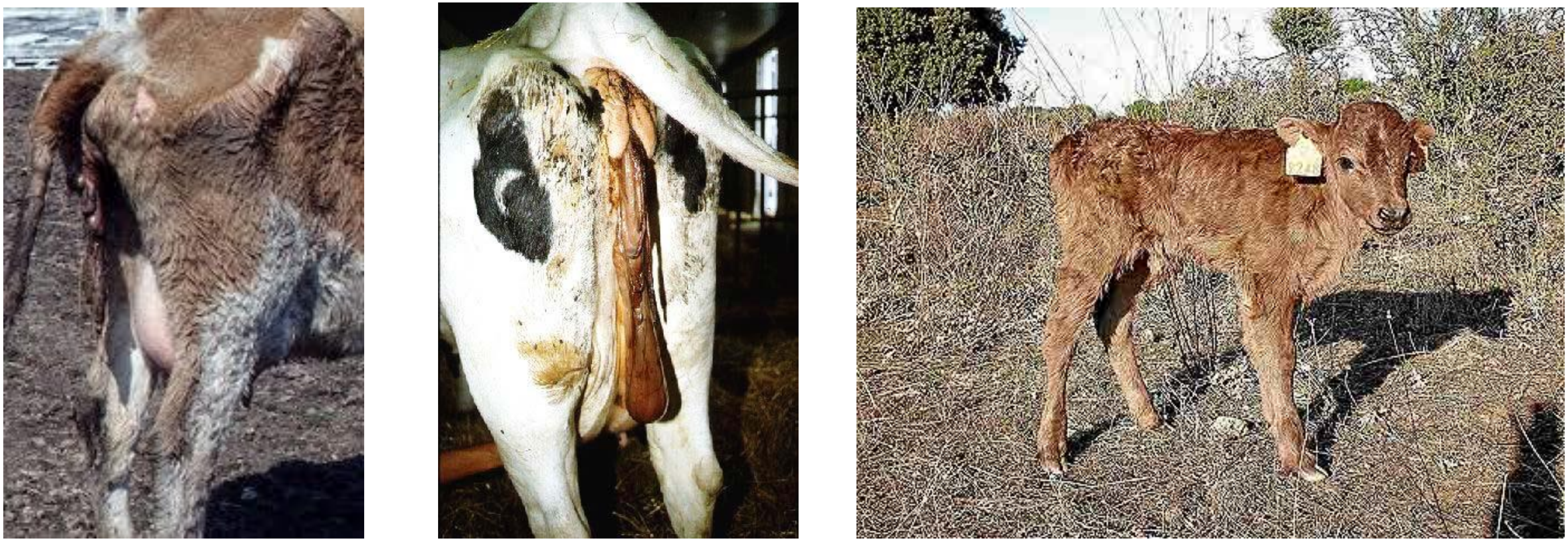


Cuadro 1

Enfermedades relacionadas con la deficiencia de Selenio

Enfermedades	Especie
Necrosis hepática	Rata, conejo, cerdo, pollo
Distrofia muscular	Cerdos, vacas, ovejas
Microangiopatía	Cerdos
Diatesis exudativa	Pollos, pavos
Fibrosos pancreática	Pollos
Retención placentaria	Vacas
Enfermedad de Keshan	Hombre
Cáncer y enfermedad cardiovascular	Hombre
Enfermedades relacionadas con el sistema inmunocompetente	Todas las especies

- ✓ Animales normalmente mueren de falla cardiaca
- ✓ Sintomas asociados a bajas deficiencias de selenio se asocian a crecimiento retardado, diarrea y pobre salud general
- ✓ Se ha disminuido la retención de membranas fetales en animales suplementados con selenio en lugares con bajos contenidos de este mineral.



Toxicidad

- ✓ Principales signos clínicos involucran emaciación, pérdida de pelo y en casos extremos la muerte
- ✓ Mayoría de los casos se ha relacionado con el consumo de plantas acumuladoras de este mineral (por ejemplo *Astragalus sp*)
- ✓ Intoxicación crónica se da con una concentración de 5 a 40 mg/kg de alimento en periodos de semanas a meses
- ✓ Intoxicación aguda ocurre en bovinos cuando éstos consumen 10 a 20 mg/kg corporal.

Requerimientos

Ganado lechero:

✓ Vacas en el último tercio de gestación: 1.75 mg/d

✓ Vacas con una producción de 30 kg/d de leche: 4 mg/d

✓ Vacas secas: 1.4 mg/d

Estos requerimientos aun no se han establecido por completo, ya que estudios realizados con dichos niveles no favorecen la disminución de mastitis y retenciones placentarias.

Ganado de carne:

Basándose en reciente información, se ha determinado una cantidad de 0.1 mg/kg de peso corporal, la cual inhibe signos de deficiencia en el ganado.

Selenium Supplementation of Lactating Dairy Cows: Effect on Selenium Concentration in Blood, Milk, Urine, and Feces

D. T. Juniper,* R. H. Phipps,* A. K. Jones,* and G. Bertin†

*Centre for Dairy Research, School of Agriculture, Policy and Development, University of Reading, RG6 6AR Reading, UK
†Alltech France, EU Regulatory Department, 14 Place Marie-Jeanne Bassot, 92300 Levallois-Perret, France

J. Dairy Sci. 89:3544–3551
© American Dairy Science Association, 2006

Introducción

- ✓ Se es reconocido como un elemento traza esencial, y su deficiencia a sido asociado con alteraciones en el crecimiento, fertilidad y salud de los animales de granja
- ✓ Unión Europea solo las fuentes de selenio inorgánico, tales como selenito y selenato de sodio son aprobados como aditivos en el alimento, con una dosis legal máxima de 0.5 mg/kg de MS
- ✓ Weiss (2005) y Givens et al., (2004) reportaron que al comparar fuentes de Se inorgánico con el uso de Levaduras-Se, este último incremente significativamente la concentración de Se en leche

UACH-ICAMEX-2006
Dr. Baldomero Alarcón Z.

- ✓ Mayoría de Se en fluidos y tejido corporal esta presente como selenocisteina (SeCys), la cual funciona como un centro activador para las selenometioninas (SeMet), incorporandose generalmente dentro de las proteínas actuando como un pool biológico para el Se

clasipar.com

Table 2. Mean values for milk yield; milk fat, protein, and lactose; SCC; MUN concentration; and DMI for cows receiving increasing rates of selenized yeast (*Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-3060) in treatments 1 to 4 (T1 to T4), and sodium selenite in treatment 5 (T5)

	Treatment					
Item	T1	T2	T3	T4	T5	SEM,[1] 59 df
Total dietary selenium, mg/kg of DM	0.15	0.27	0.33	0.40	0.25	
Milk yield, kg/d	31.3	31.5	30.4	31.0	30.6	0.48
Composition, g/kg						
Fat	42.2	44.4	44.2	43.0	43.4	0.66
Protein	35.4	35.0	35.4	35.4	34.9	0.20
Lactose	45.7	45.4	45.5	45.7	45.8	0.21
Constituent yield, g/d						
Fat	1,317	1,392	1,324	1,325	1,320	28.5
Protein	1,106	1,098	1,067	1,093	1,057	17.5
Lactose	1,429	1,431	1,382	1,417	1,398	22.9
SCC, $\log_{10}$	5.14	5.22	5.14	5.18	5.20	0.083
MUN, mg/L	213	215	214	224	208	6.9
Total DMI, kg/d	23.5	23.7	23.2	23.4	23.1	0.33

[1] Standard error of the treatment mean for 20 cows.

Table 3. Mean values for blood chemistry and hematology for animals receiving increasing rates of selenized yeast in treatments 1 to 4 (T1 to T4), and sodium selenite in treatment 5 (T5)

	Treatment					
Item	T1	T2	T3	T4	T5	SEM,[1] 59 df
Total dietary selenium, mg/kg of DM	0.15	0.27	0.33	0.40	0.25	
Red blood cells, $\times 10^{12}$/L	6.1	6.1	6.0	6.1	6.0	0.07
White blood cells, $\times 10^{9}$/L	8.8	8.3	8.6	8.8	9.1	0.44
Hemoglobin, g/dL	10.6	10.6	10.5	10.7	10.5	0.11
Packed-cell volume, %	29.7	29.5	29.5	29.7	29.4	0.32
Mean corpuscular volume, fL	48.8	48.9	48.9	48.7	49.1	0.14
Mean corpuscular hemoglobin, g/dL	35.6	35.8	35.6	36.0	35.7	0.12
Thrombocytes (platelets), $\times 10^{9}$/L	402	401	355	369	386	18.4
Segmented neutrophils, %	13.3	13.3	19.5	14.6	10.5	1.99
Banded neutrophils, %	1.0	1.6	3.6	1.9	1.7	0.58
Lymphocytes, %	42.9	44.3	37.6	43.3	41.9	1.75
Monocytes, %	6.7	7.1	5.5	6.6	7.4	0.53
Eosinophils, %	5.6	5.6	6.0	5.6	4.7	0.75
Basophils, %	30.7	28.3	28	28.2	33.9	2.49
Alkaline phosphate, U/L at 37°C	93.1	98.3	99.1	96.0	93.4	2.12
Creatinine kinase, U/L at 37°C	143	142	132	119	135	14.6
γ-Glutamyl transferase, U/L at 37°C	41.4	39.4	41.5	40.1	40.2	1.22
Urea, (mmol/L)[2]	9.3	9.1^{a}	8.9	8.8	8.4^{b}	0.16
Glucose, (mmol/L)[2]	3.9	3.9^{b}	4.0	3.9	4.1^{a}	0.05
Total proteins, g/L	85.2	84.6	85.3	83.3	83.7	0.88
Albumin, g/L	34.6	34.4	35.0	34.7	34.1	0.34
Globulin (g/L)	50.6	50.2	50.3	48.6	49.1	0.99
Glutamate dehydrogenase, U/L at 37°C	40.7	49.0	44.3	47.4	45.6	4.13
Inorganic phosphate, mmol/L	2.2	2.01	1.98	2.01	2.0	0.052
Glutathione peroxidase, per g of Hb	487	474	513	484	500	12.1
Alanine aminotransferase, U/L at 37°C	30	29.5	29.7	29.7	28.6	0.63
Aspartate aminotransferase, U/L at 37°C	120	135	132	134	129	5.6
Lactic dehydrogenase, U/L at 37°C	2,149	2,260	2,247	2,174	2,194	42.7

[a,b] Means for T2 and T5 (selenium source) with different superscripts differ ($P < 0.01$).

[1] Standard error of treatment mean of 20 cows.

Table 4. Mean selenium concentration and linear effects of level of dietary selenium in blood, milk, urine, and feces for cows receiving increasing inclusion rate of selenized yeast in treatments 1 to 4 (T1 to T4), and mean selenium concentrations in blood, milk, urine, and feces of cows receiving sodium selenite in treatment (T5)

Item	Treatment					SEM[1] (df)	Linear effect,[2] per mg of selenium/kg of DM
	T1	T2	T3	T4	T5		
Total dietary selenium, mg/kg of DM	0.15	0.27	0.33	0.40	0.25		
Blood selenium, (µg/L)[2]	211	214	235	251	208	6.2 (55)	162*** ± 33.4
Milk selenium, (µg/L)[3]	19.4	27.8[a]	40.3	53.7	20.8[b]	2.0 (59)	137*** ± 10.9
Urine selenium, mg/L	0.02	0.05	0.08	0.14	0.06	0.007 (27)	0.48*** ± 0.040
Feces selenium, mg/kg at 100% DM	0.37	0.51	0.65	0.78	0.58	0.034 (27)	1.65*** ± 0.188

[1] Standard error of the treatment mean for 20 cows (mean of 12 for selenium in urine and feces).

[2] Mean values adjusted for residual effects.

[3] Means for T2 and T5 (selenium source) with different superscripts differ ($P < 0.05$).

***$P < 0.001$ (for T1 to T4).

Table 5. Mean treatment values for total selenium and selenomethionine concentrations (mg selenium/L) and selenomethionine as percentage of total selenium in milk and blood for animals receiving increasing rates of selenized yeast in treatments 1 to 4 (T1 to T4), and sodium selenite in treatment (T5)

	Treatment				
Item	T1	T2	T3	T4	T5
Total dietary selenium, mg/kg of DM	0.15	0.27	0.33	0.40	0.25
Milk, mg selenium/L					
Total selenium	24	36	45	64	25
Selenomethionine	4.6	7.5	11.2	15.5	4.9
Selenomethionine, as % total selenium	19.1	20.8	24.8	24.4	19.6
Blood, mg of selenium/L					
Total selenium	113	152	171	200	149
Selenomethionine	11.0	20.9	29.3	40.2	14.5
Selenomethionine, as % total selenium	9.7	13.7	17.1	20.0	9.7

Conclusión

- ✓ Fuente y concentración de Se en la dieta no afecta significativamente el consumo de materia seca y las concentraciones de lactosa, producción de leche, grasa, proteína y urea en la leche; CCS, los análisis hematológicos y químicos de sangre mostraron poco efecto significativo entre tratamientos
- ✓ Comparación de Selenito de Sodio y Levaduras-Se se incremento significativamente la concentración de Se en leche, indicando mejor biodisponibilidad de Se derivado de Levaduras-Se

- ✓ Concentración de Se en leche del 30% podría ayudar a encontrar una recomendación diaria permitida para humanos
- ✓ Incrementar la tasa de inclusión de Levaduras-Se, resulta en una significancia positiva lineal en la concentración de Se en orina, heces, sangre y leche

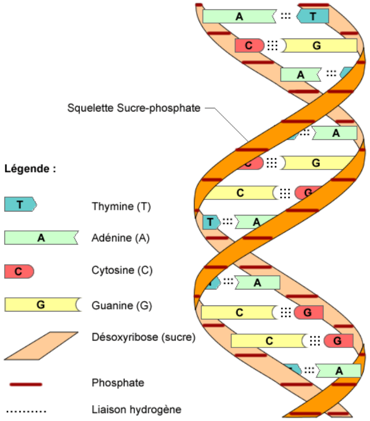
Zinc

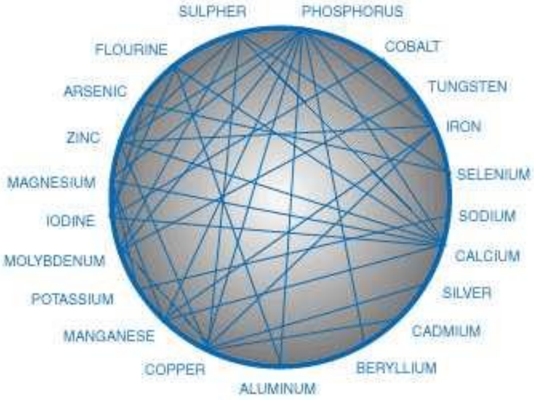
Componente esencial de diversas enzimas tales como:

Zn
Zinc
65.39

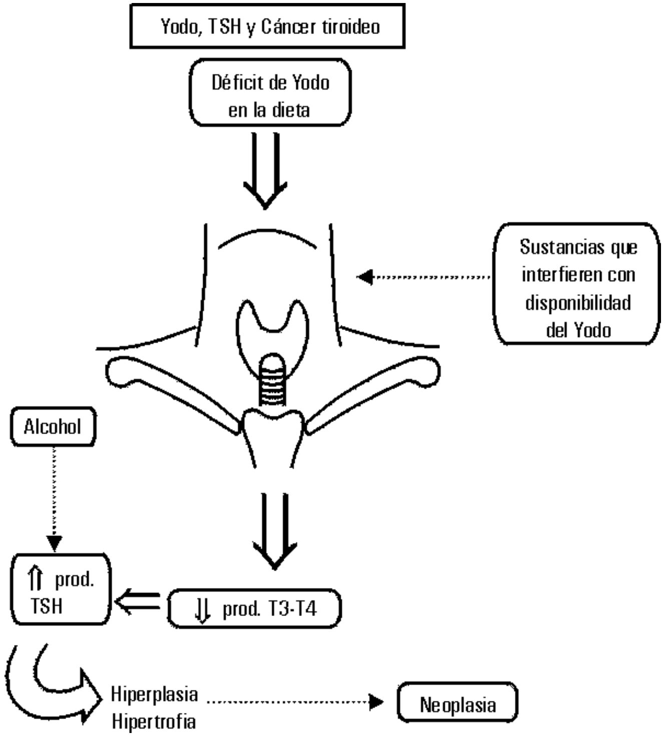
- ✓ Cobre-zinc superoxido dismutasa
- ✓ Anhidrasa carbónica
- ✓ Alcohol deshidrogenasa
- ✓ Carboxipeptidasa
- ✓ Alcalin fosfatasa
- ✓ RNA polimerasa

Las cuales intervienen en el metabolismo de los carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucléicos.


Squelette Sucre-phosphate
Légende :
T Thymine (T)
A Adénine (A)
C Cytosine (C)
G Guanine (G)
Désoxyribose (sucre)
Phosphate
Liaison hydrogène

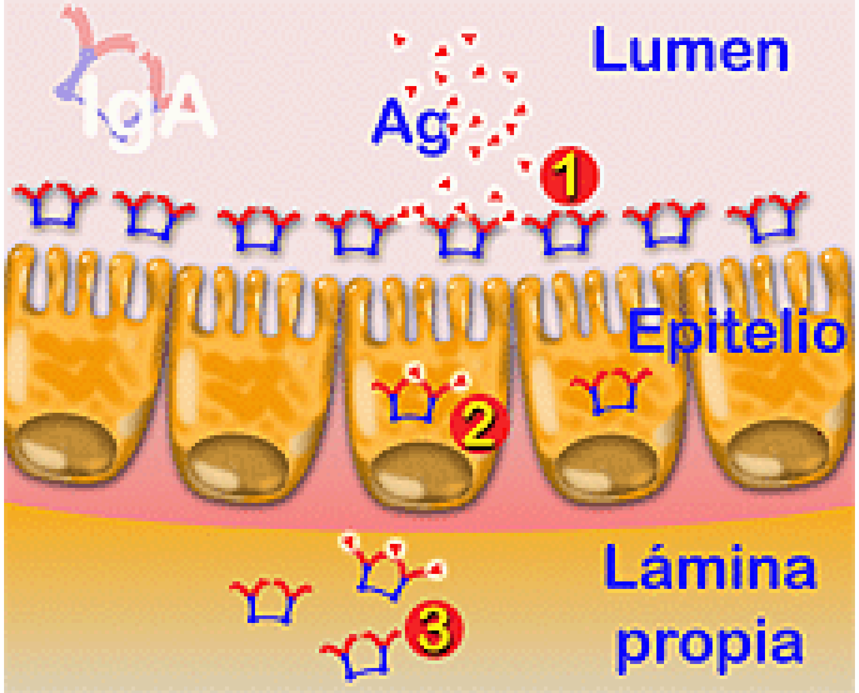

SULPHER
PHOSPHORUS
FLOURINE
COBALT
ARSENIC
TUNGSTEN
IRON
ZINC
SELENIUM
MAGNESIUM
SODIUM
IODINE
MOLYBDENUM
CALCIUM
SILVER
POTASSIUM
MANGANESE
CADMIUM
COPPER
BERYLLIUM
ALUMINUM

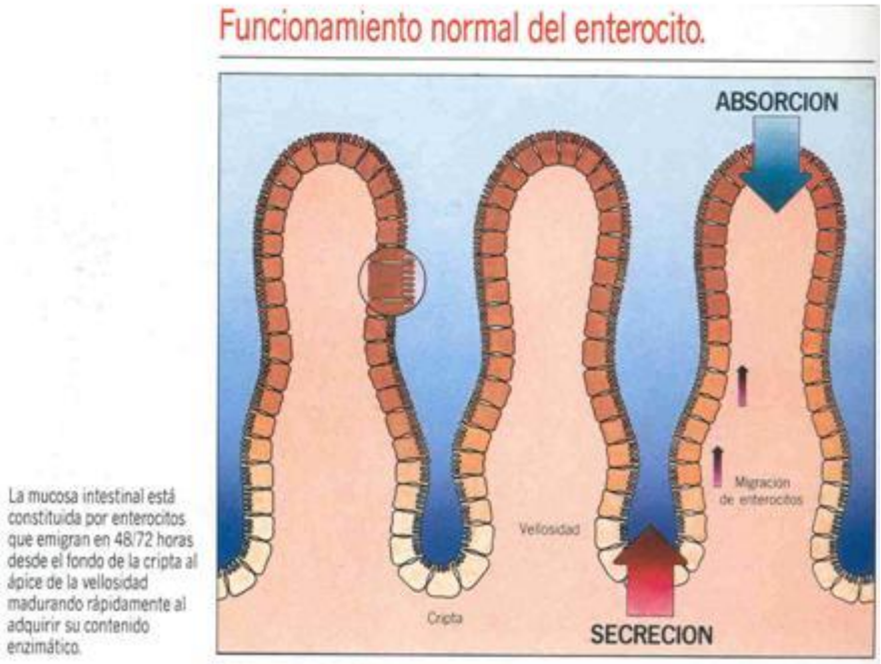
- ✓ Así mismo se encarga de la regulación de la calmodulina, protein-quinasa C, fijación de la hormona tiroidea (t3) y la síntesis de inositol-fosfato
- ✓ Además de ello se le ha relacionado como componente de la timosina, que es una hormona reguladora de la inmunidad mediada por células.


Yodo, TSH y Cáncer tiroideo
Déficit de Yodo en la dieta
Sustancias que interfieren con disponibilidad del Yodo
Alcohol
⇑ prod. TSH
⇓ prod. T3-T4
Hiperplasia Hipertrofia
Neoplasia

Absorción

- ✓ Absorción se da principalmente en el intestino delgado
- ✓ Animales deficientes, el zinc entra a los enterocitos en donde es transportado a través de la célula por una proteína intestinal (CRIP) la cual es rica en cisteína, posteriormente es liberado en la circulación portal para ser captado y transportado por la transferrina.


IgA
Ag
Lumen
1
Epitelio
2
Lámina propia
3


Funcionamiento normal del enterocito.

ABSORCION
Migración de enterocitos
Vellosidad
Cripta
SECRECION

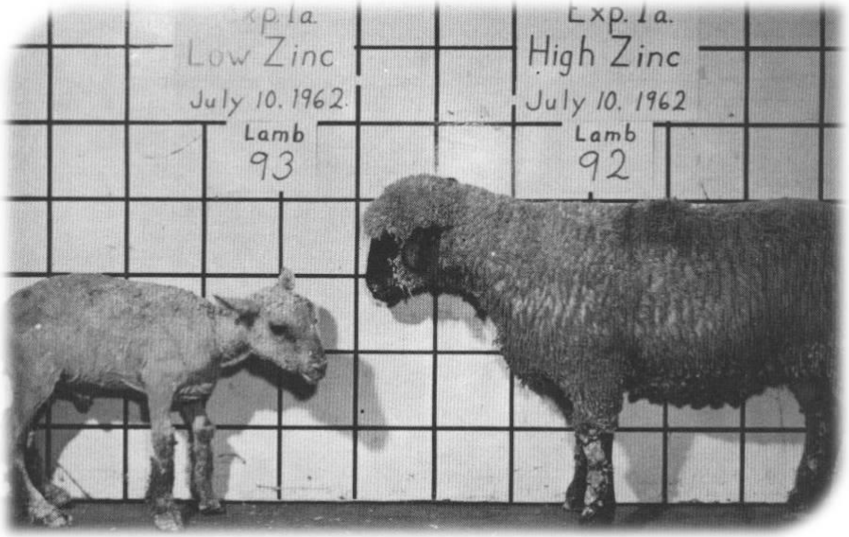
La mucosa intestinal está constituida por enterocitos que emigran en 48/72 horas desde el fondo de la cripta al ápice de la vellosidad madurando rápidamente al adquirir su contenido enzimático.

- ✓ Animales alimentados con niveles óptimos de zinc, la metalotionina, que es una segunda proteína rica en cisteína y que se encuentra en células de la mucosa, compite con la CRIP en el transporte del zinc a través de la membrana con borde en cepillo

- ✓ Mecanismo mediante el cual el zinc regula la presencia de metalotionina aun se desconoce, sin embargo, se requieren de días o semanas para que las concentraciones de metalotionina en el intestino se ajusten a las bajas cantidades de zinc en la dieta.

Deficiencias

- Principal relación que se ha encontrado con la deficiencia del zinc, es la alteración en la síntesis de prostaglandinas, la cual afecta la función lútea; lo cual trae como resultados afecciones en los parámetros reproductivos.


xp. Ia.
Low Zinc
July 10. 1962
Lamb
93
Exp. Ia.
High Zinc
July 10. 1962
Lamb
92

Toxicidad

- ✓ Ganado normalmente es capaz de tolerar grandes cantidades de zinc en la dieta, sin embargo, se ha observado intoxicación a partir de los 900 mg/kg de alimento.
- ✓ Altas cantidades de zinc tienen un efecto negativo sobre la absorción y metabolismo del cobre, siendo los signos clínicos de la deficiencia de cobre los asociados, a su vez, a una intoxicación por zinc.

120 a 200 g/100 kg PV

Suplemento Mineral Protéico de Pronto Uso para Bovinos
LAMBISK
M
Peso Líquido
30kg
Bellman
Nutrição Animal

Requerimientos

Ganado lechero:

- ✓ Vaquillas de 300 kg con GDP de 0.7 kg: 202 mg/d
- ✓ Vaquillas de 500 kg con GDP de 0.5 kg con 250 d de preñez: 310 mg/d
- ✓ Vacas de 650 kg con una producción de 40 kg de leche: 1261 mg/d
- ✓ Vacas de 650 kg con una preñez de 250 d: 274 mg/d

✓ Ganado de carne:

22 a 26 mg/kg de alimento.

Effect of Zinc Source and Dietary Level on Zinc Metabolism in Holstein Calves

C. L. Wright and J. W. Spears
Department of Animal Science and Interdepartmental Nutrition Program North Carolina State University, Raleigh 27695-7621

J. Dairy Sci. 87:1085–1091
c American Dairy Science Association, 2004

07/20/2009

Introducción

- ✓ Proteinatos de metal son producidos por quelación de una sal soluble con aminoácidos y proteína parcialmente hidrolizada
- ✓ Proteinato de Zinc (ZnProt) mejora el comportamiento y ciertas características de la canal en novillos finalizados e incrementa la retención de Zn orgánico en corderas
- ✓ Corderas alimentadas con altas concentraciones de Zn en la dieta (1400 mg de Zn/kg de MS) de ZnProt tienen más concentraciones de Zn en tejidos que las suplementadas con $ZnSO_4$

- ✓ Evidencias sugieren que las fuentes de Zn inorgánico pueden bajo ciertas condiciones, mejorar el comportamiento (productivo y reproducción) y la salud de los animales, aunque el mecanismo específico no se conoce
- ✓ Absorción aparente de Zn a sido similar en rumiantes suplementados con fuentes orgánicas e inorgánicas
- ✓ Sin embargo, las investigaciones sugieren que el metabolismo y absorción de los minerales traza orgánicos difieren de las formas inorgánicas

Table 1. Ingredient composition of basal diet.[1]

Ingredient	% of DM
Cottonseed hulls	40.00
Cracked corn	45.08
Soybean meal	11.18
Calcium carbonate	1.40
Urea	1.00
Calcium sulfate	0.60
Dicalcium phosphate	0.50
Sodium chloride	0.20
Vitamin premix[2]	0.02
Mineral premix[3]	0.02

[1] Basal diet analyzed 28 mg of Zn/kg of DM.

[2] Vitamin premix contained per kg: 6,600,000 IU of vitamin A, 4,400,000 IU of vitamin D, and 2,200 IU of vitamin E.

[3] Trace minerals provided in mg/kg of diet: 25 mg of Fe as $FeSO_4$, 20 mg of Mn as $MnSO_4$, 10 mg of Cu as $CuSO_4$, 0.5 mg of I as $Ca(IO_3)\cdot H_2O$, 0.1 mg of Co as $CoCO_3$, and 0.1 mg of Se as $NaSeO_3$.

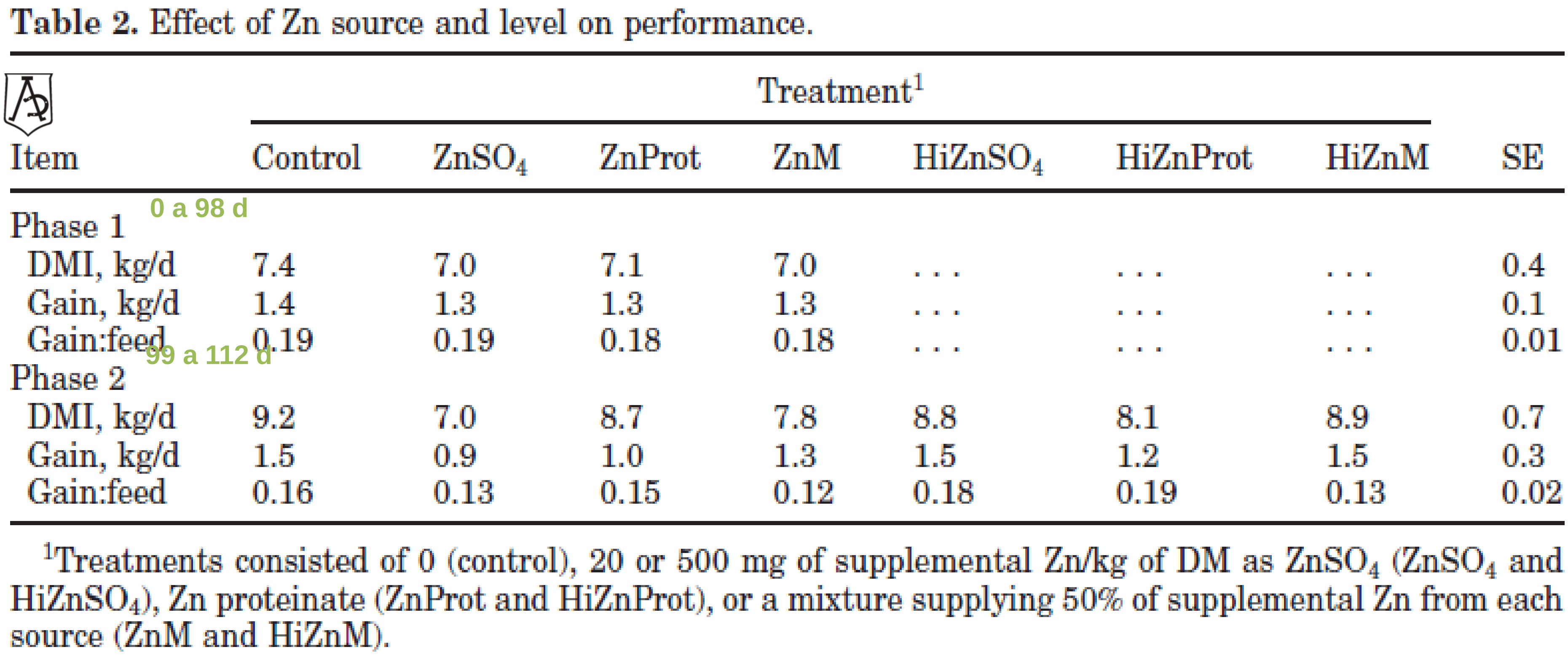


Table 2. Effect of Zn source and level on performance.

	Treatment[1]							
Item	Control	$ZnSO_4$	ZnProt	ZnM	$HiZnSO_4$	HiZnProt	HiZnM	SE
Phase 1 0 a 98 d								
DMI, kg/d	7.4	7.0	7.1	7.0	. . .	. . .	. . .	0.4
Gain, kg/d	1.4	1.3	1.3	1.3	. . .	. . .	. . .	0.1
Gain:feed	0.19	0.19	0.18	0.18	. . .	. . .	. . .	0.01
Phase 2 99 a 112 d								
DMI, kg/d	9.2	7.0	8.7	7.8	8.8	8.1	8.9	0.7
Gain, kg/d	1.5	0.9	1.0	1.3	1.5	1.2	1.5	0.3
Gain:feed	0.16	0.13	0.15	0.12	0.18	0.19	0.13	0.02

[1] Treatments consisted of 0 (control), 20 or 500 mg of supplemental Zn/kg of DM as $ZnSO_4$ ($ZnSO_4$ and $HiZnSO_4$), Zn proteinate (ZnProt and HiZnProt), or a mixture supplying 50% of supplemental Zn from each source (ZnM and HiZnM).

Table 3. Effect of zinc source and level on plasma and liver zinc concentrations and plasma alkaline phosphatase activity (phase 1).

	Treatment					
Item	Control	$ZnSO_4$*	ZnProt	ZnM	SE	Contrasts[1]
Plasma Zn, mg/L	1.07	1.03	1.11	1.11	0.04	NS
Liver Zn, mg/kg DM	128.7	156.8	133.3	139.7	7.5	A† B*
Plasma Alp, U/L	99.2	106.9	103.3	100.5	4.7	NS

[1] A = Control vs. Zn supplementation, B = ZnSO4 vs. ZnProt.

[2] †$P < 0.10$.

[3] *$P < 0.05$.

Table 4. Effect of zinc source and level on tissue homogenate Zn concentration.

	Treatment[1]								
Item	Control	$ZnSO_4$	ZnProt	ZnM	$HiZnSO_4$	HiZnProt	HiZnM	SE	Contrast[2]
	mg/L								
Duodenum	0.8	1.0	0.7	0.9	0.7	2.6	2.0	0.3	A**, B**, C**
Rumen	8.8	8.2	10.3	9.1	10.3	9.1	9.0	0.9	NS
Omasum	10.7	10.5	10.5	10.3	10.5	11.8	10.5	0.9	NS

[1] Treatments consisted of 0 (control), 20 or 500 mg of supplemental Zn/kg of DM as $ZnSO_4$ ($ZnSO_4$ and $HiZnSO_4$), Zn proteinate (ZnProt and HiZnProt), or a mixture supplying 50% of supplemental Zn from each source (ZnM and HiZnM).

[2] A = Low Zn vs. high Zn, B = $HiZnSO_4$ vs HiZnProt, C = $HiZnSO_4$ vs. HiZnM.

*$P < 0.05$.

**$P < 0.01$.

Table 5. Effect of zinc source and level on plasma and liver zinc concentrations and liver metallothionein (phase 2).

	Treatment								
Item	Control	$ZnSO_4$	ZnProt	ZnM	$HiZnSO_4$	HiZnProt	HiZnM	SE	Contrast[2]
Plasma Zn (mg/L)	1.10	1.20	1.19	1.14	~~1.79~~	2.33	2.30	0.09	A**, B**, C**
Liver Zn (mg/kg DM)	133.2	127.9	146.1	175.9	~~231.0~~	331.0	286.8	32.9	A**, B†
Liver MT ((g/g tissue)	334.8	425.4	418.8	377.1	~~616.1~~	683.6	668.8	56.3	A**

[1] Treatments consisted of 0 (control), 20 or 500 mg of supplemental Zn/kg of DM as $ZnSO_4$ ($ZnSO_4$ and $HiZnSO_4$), Zn proteinate (ZnP and HiZnProt), or a mixture supplying 50% of supplemental Zn from each source (ZnM and HiZnM).

[2] A = Low Zn vs. high Zn, B = $HiZnSO_4$ vs. HiZnProt, C = $HiZnSO_4$ vs. HiZnM.

†$P < 0.10$.

*$P < 0.05$.

**$P < 0.01$.

Table 6. Effect of zinc source and level on tissue zinc concentrations (phase 2).

Item	Treatment							SE	Contrast[2]
	Control	ZnSO$_4$	ZnProt	ZnM	HiZnSO$_4$	HiZnProt	HiZnM		
	mg/kg DM								
Heart	102.8	80.1	85.3	89.6	90.2	90.7	102.1	12.1	NS
Kidney	95.8	97.2	89.7	114.3	183.1	356.7	299.5	33.5	A**,B**,C*
Spleen	112.5	97.6	97.6	92.8	105.2	99.3	99.3	9.0	NS
Testicle	98.3	83.7	77.5	69.4	84.1	83.2	104.9	11.4	NS
Skin	18.5	14.9	14.2	21.1	23.8	15.3	20.6	2.2	B*,D*
Hair	155.9	156.6	174.4	157.1	172.0	172.7	160.9	7.3	NS
Bone									
Shaft	49.7	45.6	44.6	49.5	55.2	53.8	59.5	4.7	A*
Endpoint	84.1	86.6	87.1	109.7	85.9	89.2	116.89	21.0	NS
Hoof									
Sole	61.6	58.7	66.7	54.3	51.5	54.9	51.3	5.5	NS
Wall	159.7	175.6	185.0	149.5	157.5	174.4	171.7	9.0	D*

[1] Treatments consisted of 0 (Con), 20 or 500 mg of supplemental Zn/kg of DM as ZnSO$_4$ (ZnS and HiZnSO$_4$), Zn proteinate (ZnProt and HiZnProt), or a mixture supplying 50% of supplemental Zn from each source (ZnM and HiZnM).

[2] A = Low Zn vs. high Zn, B = HiZnSO$_4$ vs. HiZnProt, C = HiZnSO$_4$ vs. HiZnM, D = ZnSO$_4$ vs. ZnM.

*$P < 0.05$.

**$P < 0.01$.

Conclusión

✓ Concentraciones de Zn en tejidos y plasma fueron generalmente similares en terneras que recibieron $ZnSO_4$, ZnProt (mezcla 50:50) cuando el Zn fue suplementado con 20 mg/kg a la dieta basal

✓ Suplementación de 500 mg de Zn/kg para 14 días incremento las concentraciones de Zn en plasma, riñón, hígado y duodeno comparado con los tratamientos de 20 mg de Zn/kg

✓ Cuando el Zn fue suplementado con 500 mg/kg en el tratamiento ZnProt tuvo grandes concentraciones en plasma, riñón, hígado y duodeno que las que recibieron $ZnSO_4$