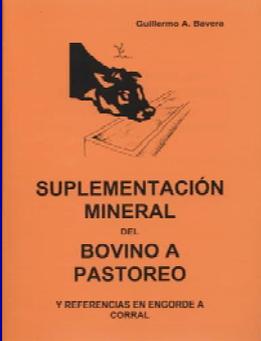


# SUPLEMENTACIÓN MINERAL DEL BOVINO A PASTOREO

Guillermo A. Bavera. 2005. PowerPoint empleado en Cursos de Producción Bovina de Carne.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Suplementación mineral](#)



Guillermo A. Bavera

**SUPLEMENTACIÓN MINERAL DEL BOVINO A PASTOREO**

Y REFERENCIAS EN ENGORDE A CORRAL

Med. Vet. Guillermo A. Bavera  
Profesor Titular Efectivo  
Producción Bovina de Carne  
Fac. de Agronomía y Veterinaria - U.N.R.C.

Ampliar el tema en:  
[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) o [www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)  
> Producción Bovina de Carne > Agua de bebida y Suplementación mineral

“La sal facilita la digestión, evita muchas enfermedades, mantiene siempre sano al animal, le hace hechar más carne y mejora el cuero”

José Hernández. 1882. Instrucción del Estanciero, Edit. Casavalle, Bs.As.,:172.

Minerales: 4 – 6 % del cuerpo animal

Es **esencial** cuando:

- Siempre está **presente** en concentraciones semejantes.
- Sigue el **mismo patrón** en los tejidos.
- Una **deficiencia produce cambios**.
- Los síntomas clínicos o subclínicos y cambios bioquímicos pueden prevenirse o eliminarse con su **adición**.

## Elementos esenciales

**Macroelementos:**  
P Ca Na Cl S Mg K

**Oligoelementos:**  
Cu Co Mn Zn I Fe Se Mo F Cr Ni

**Posibles:**  
Si Al V As Bo Br Ru Sr Ba Cd Sn Li

## Variación genética del metabolismo mineral (adaptación a la deficiencia)

**P** =  $h^2$  .47

**K** =  $h^2$  .45

**Cu** =  $h^2$  .31



## Lugar de función:

A nivel tisular:

- ◆ Funciones metabólicas
- ◆ Funciones estructurales

A nivel rumen:

- ◆ Poder tampón
- ◆ Presión osmótica
- ◆ Tasa de dilución (aumenta proteosíntesis bacteriana)
- Componentes celulares de microorganismos
- Activadores enzimáticos en microorganismos

## FÓSFORO

### Su deficiencia produce:

- ◆ Menor tasa de crecimiento
- ◆ Ineficiente utilización del alimento
- ◆ Pica
- ◆ Baja producción de leche
- ◆ Alteración ciclos estruales (anestro posparto, irregularidades ciclo, celos silentes, baja tasa concepción, retraso pubertad)
- ◆ Mayor susceptibilidad al meteorismo.
- ◆ Menor consumo
- ◆ Menor conversión alimenticia
- ◆ Reducción del frame del rodeo.
- ◆ Retardo en la terminación
- ◆ Casos graves: osteomalacia, osteoporosis, raquitismo, crecimiento y desarrollo afectados, rigidez articular, huesos quebradizos, decaídos, enfermizos.

### Deficiencia por:

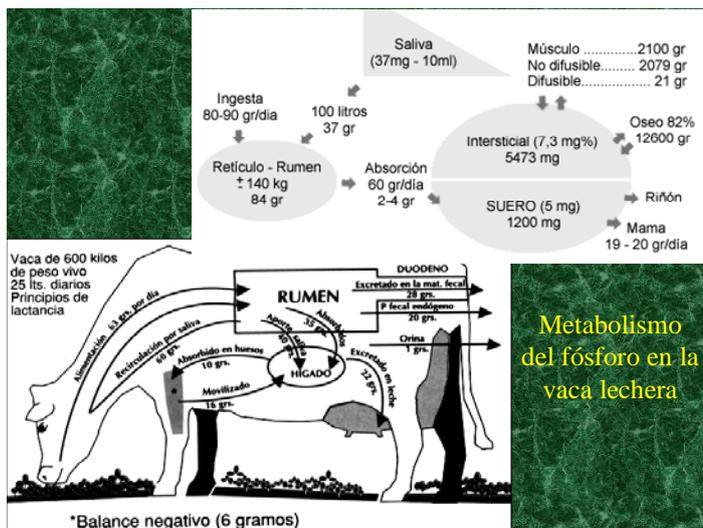
Suelo pobres en P

Pasturas diferidas, rastrojos, secas, falta de lluvias.

Excesos de Fe, Al, Mg precipitan fosfatos insolubles en intestino.

Exceso de Cu y Mo interfieren en la absorción.

Parasitismo disminuye P del plasma (ostertagia)



### ALOTRIOFAGIA, PICA O MALACIA

- ◆ Botulismo,
- ◆ Carbunco, clostridiosis,
- ◆ Intoxicaciones,
- ◆ Atorarse,
- ◆ Sedimentos en rumen.



Osteofagia

Geofagia



### Niveles normales de P:

Adultos: 4 - 6 mg/100 cc de suero sanguíneo

Jóvenes: 6 - 8 mg/100 cc de suero sanguíneo.

### Deficiencia:

Permanentemente por debajo de 4 mg/100 cc

En Comechingones con suplementación: la preñez de 45 % aumentó a 65 %; al destete 35 kg más por vaca suplementada.

### CALCIO

Su deficiencia en el animal joven produce:

- ◆ Fracturas espontáneas.
- ◆ Articulaciones aumentadas en tamaño, blandas, aumento epífisis
- ◆ Diáfisis arqueadas.
- ◆ Bajo crecimiento del hueso
- ◆ Miembros rígidos
- ◆ Abultamientos (rosario) en las articulaciones costocentrales.

En el animal adulto:

- ◆ Osteomalacia

Glándula paratiroidea regula muy bien el Ca a través de:

- ◆ Absorción en intestino delgado (Vit. D3).
- ◆ Reabsorción en riñón.
- ◆ Movilización desde hueso.

Calcio plasmático inadecuado generalmente como medida del estado del calcio

**Calcemia normal:**

9 – 12 mg/100 ml de plasma

**Disminuye levemente:**

- a) Con la edad
- b) Alta producción de leche

**Calcemia sin suplementación**

	Media		Desviación estándar		Menor a normal (<9,7 mg/100 ml plasma)	
	Julio	Agosto	Julio	Agosto	Julio	Agosto
Melo-Serrano Novillos	8,08 mg/100 ml de plasma	9,05 mg/100 ml plasma	0,96	1,04	92,85 %	82,5 %
Comechingones Vacas cria	9,20 mg/100 ml plasma	9,13 mg/100 ml plasma	0,97	0,69	32 %	80 %

Ecuación utilizada en análisis de MS con referencia a hipocalcemia

$$\text{Diferencia catión-anión en mEq (DCA)} = (\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + \text{S})$$

Se elimina la aparición de la fiebre de la leche cuando la diferencia catión-anión en el **parto** es:

negativa o inferior a 100 mEq por kg de MS de la dieta.  
(> cloruro y sulfatos; < potasio)

**Posparto** la diferencia debe ser positiva

**La calcemia:**

Aumenta en el último tercio de la gestación  
Disminuye desde las 48 hs posparto (1-2 mg/100 ml de plasma)  
Hipocalcemia: Si cae debajo de 5 mg/100 ml (vaca caída)

**Para evitar fiebre puerperal:**

Alimentar con bajos niveles de Ca en el último tercio de gestación  
Incrementar 7 -10 días antes del parto

**RELACIÓN Ca - P**

Jóvenes: 1:1

Adultos: 2:1

No produce trastornos: 3,5:1 a 7:1 (si P está cubierto).

**Exceso de Ca:**

- ◆ Disminuye P del organismo
- ◆ Puede fijar algunos oligoelementos (Mn, Zn)

**Exceso P:**

- ◆ Puede dar urolitiasis.

**SODIO Y CLORO**

**Deficiencia de Na:**

- ♣ Pérdida de peso
- ♣ Pica
- ♣ Debilidad general
- ♣ Calambres musculares
- ♣ Menor producción de leche
- ♣ Pelaje áspero y quebradizo
- ♣ Muerte
- ♣ Fertilidad disminuida

No hay reservas de Na

Cl se recicla más eficientemente

**Valores normales:**

Na: 132 – 152 mmol/litro de suero

Cl: 97 – 111 mmol/litro de suero

Intoxicaciones salinas

**AZUFRE**

**Deficiencia produce:**

- ♣ Reducción microorganismos ruminales
- ♣ Síntesis proteína microbiana reducida.
- ♣ Predominan los Que no utilizan lactatos.
- ♣ Aumentan lactatos (semeja acidosis).
- ♣ Apetito reducido.
- ♣ Pérdida de peso.
- ♣ Debilidad.
- ♣ Salivación excesiva.
- ♣ Lagrimeo.
- ♣ Emaciación.
- ♣ Muerte.
- ♣ Baja producción láctea.
- ♣ Fertilidad disminuida.

**Intoxicación produce:**

- † Diarrea.
- † Contracción muscular
- † Disnea.
- † Inactividad.
- † Agitación.
- † Muerte



Distribución geográfica del contenido de sulfato en pasturas:

- x más de 0,50 %
- menos de 0,50 %

Es una distribución focalizada

- ▶ Requerimientos de S es de unos 10 g/día
- ▶ Agua bebida vacas toleran hasta 4 g/l de sulfato
- ▶ Novillos hasta 2,5 g/l sin mucho calor.
- ▶ Ca atenúa efecto sulfatos. (1 Ca:1,5 sulfato)
- ▶ Con urea: N 10:S 1 (3 g S en polvo cada 100 g urea)

# MAGNESIO

- Se almacena en huesos el 65-70 %, pero no se moviliza fácil.
- Deficiencia de Mg puede provocar hipomagnesemia.
- Mejora digestibilidad celulosa.
- Aumenta consumo MS.

80 % se absorbe en el retículo-rumen en un proceso sodio-enganche activo

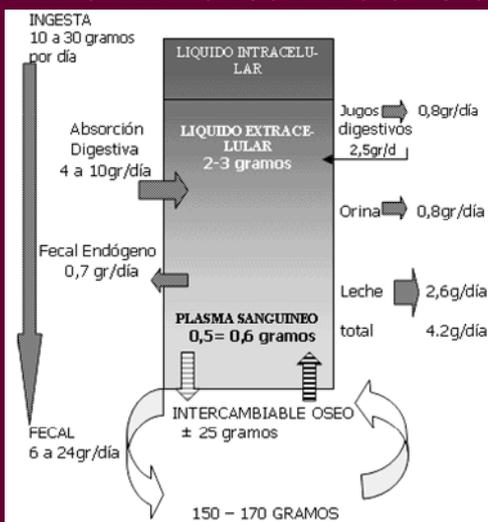
Valor normal en plasma:

- 1,8 – 2 mg/100 ml
- Debajo de 1 deficiencia

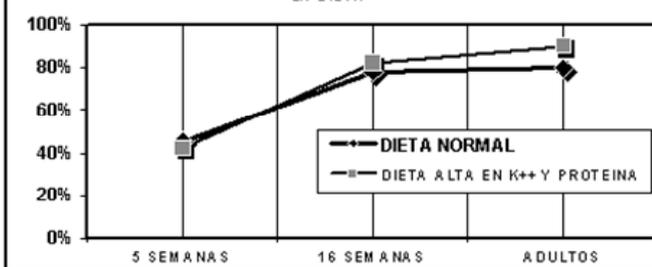
Síntomas deficiencia:

- Anorexia.
- Irritabilidad
- Hipertermia
- Excitación
- Convulsiones (tetania).
- Espuma en la boca.
- Salivación profusa.

## DINÁMICA DEL MAGNESIO EN EL ORGANISMO

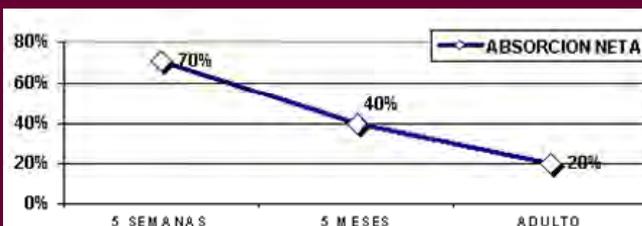


EXCRECIÓN DE Mg INTESTINAL DE ACUERDO A LA EDAD Y A LA DIETA

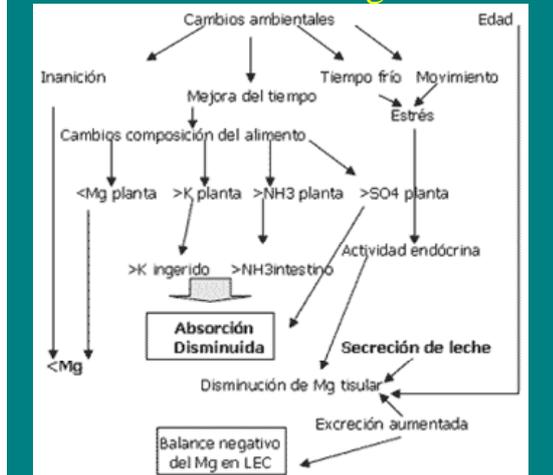


La pérdida fecal de Mg es muy alto en los rumiantes adultos; un 75 % a 80 % se pierde por heces con dietas normales y hasta un 92 % cuando son ricas en K++ y Proteínas de alta degradabilidad.

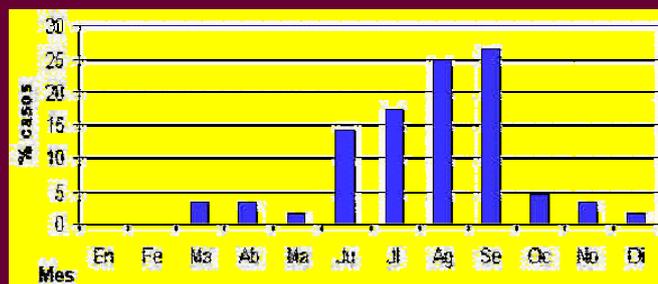
## Absorción de Magnesio según edad



## Deficiencia de magnesio



## Estacionalidad de los casos de tetania hipomagnesémica diagnosticados en el Grupo de Sanidad Animal INTA Balcarce



**Suplementación:**

- Siempre por vía oral, diariamente durante la época de mayor riesgo: último tercio de gestación hasta pico de lactación.

**Necesita:**

- ◆ El bovino adulto un aporte diario total de 30 g de Mg. Vacas de carne bastaría con 20 g/día.
- ◆ El Mg necesita de un buen aporte de energía y de un adecuado contenido de sodio en la ración para poder ser absorbido

**Emplear:**

- ☐ Mezcla en partes iguales de melaza y óxido de Mg.
- ☐ Mezcla de 25 % de óxido de Mg, 25 % de fosfato dicálcico, 25 % de cloruro de sodio, 23 % de maíz molido y 2 % de sulfato de cobre.

**POTASIO**

**Deficiencia:**

- Crecimiento retardado
- Pérdida de peso
- Debilidad muscular
- Irritabilidad
- Incoordinación
- Parálisis
- Tetania
- Anorexia
- Desórdenes nerviosos

**Reservas bajas**

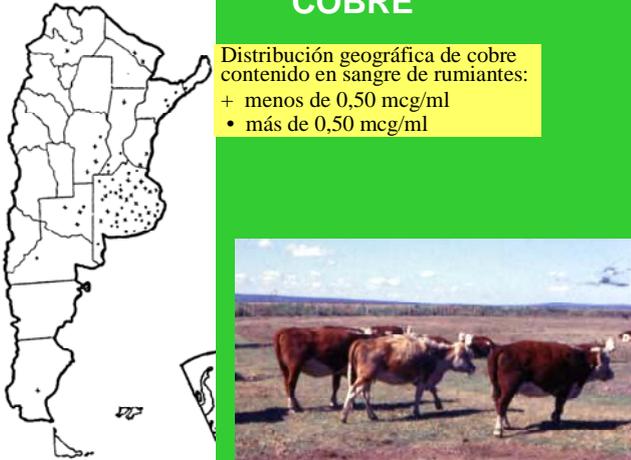
- Suministro permanente
- Difícil evaluar deficiencia
- Normal 4,7 mEq/litro suero
- En MS 0,5-0,7 %
- En leche elimina 1,5 g/kg
- Forrajes gral. 1 - 4 % (cubren bien)
- Granos menos de 0,5 %
- Gral. a pastoreo no es necesario suplementar; si en feedlot

Animales lactantes o estresados precisan más

**COBRE**

Distribución geográfica de cobre contenido en sangre de rumiantes:

- + menos de 0,50 mcg/ml
- más de 0,50 mcg/ml



**Deficiencia:**

- Pica
- Anorexia
- Pérdida de CC
- Anemia
- Diarrea
- Cuartillas rígidas
- Deformación articular
- Envaramiento
- Claudicaciones
- Fracturas espontáneas.
- Despigmentación pelo
- Estro débil
- Muerte súbita.
- Pezuñas reblandecidas

**Deficiencia:**

- Simple o primaria
- Secundaria o condicionada (Mo, S, Zn, Fe, etc.)

**Reserva:**

en hígado

**Normal:**

70 a 170 µg/100 ml de plasma.  
69 µg/100 ml indica deficiencia.

**En dieta:**

4 a 15 ppm dependiendo del Mo y S dietéticos  
Relación segura Cu:Mo = 2:1

Respuesta a la suplementación con cobre en deficiencia condicionada

Grupo	Fecha de muestreo (en µg/ml)				Peso final en kg	Ganancia de peso diaria en g/día
	16.06.96	27.07.96	28.08.96	03.10.96		
Control	0,29 ± 0,19	0,38 ± 0,10	0,22 ± 0,12	0,24 ± 0,15	266,6 ± 33,4	705 ± 140,9
Cobre oral	0,29 ± 0,15	0,47 ± 0,10	0,49 ± 0,07	0,60 ± 0,09	279,5 ± 25,6	797,2 ± 143,4
Cobre inyectable	0,36 ± 0,17	0,63 ± 0,15	0,53 ± 0,09	0,68 ± 0,14	279,2 ± 32	796,7 ± 113,3

**Intoxicación**

**COBALTO**

**Necesario para:**

- Microorganismos
- Síntesis Vit. B12

**Pocas reservas**

Necesidad ingestión permanente

**Deficiencia da:**

- Anorexia
- Anemia
- Retraso del crecimiento
- Pelo áspero
- Fertilidad deprimida
- Mortandad de terneros

**pH del suelo > 6,7 las plantas captan poco cobalto**

**0,10 ppm en la MS es adecuado**

**En hígado fresco:**

< 0,1 mcg/g de vit. B12 hay deficiencia

**CINC**

**En deficiencia:**

- Inflamación morro y boca
- Hemorragias submucosas
- Pelambre hirsuta
- Rigidez articulaciones
- Edemas en miembros
- Cuarteo piel sobre pezuñas
- Grietas entre pezuñas
- Fallas en queratinización;
- Reblandecimiento
- Paraqueratosis
- Costras en escroto
- Hipoplasia testicular
- Anestro
- Reabsorción embrionaria
- Retención placentaria
- Susceptibilidad a QC
- Susceptibilidad a piétn

**Normal:**

80 a 120 mcg/100 ml plasma

**En MS:**

30 mg/kg MS  
Máximo 500 mg/kg MS



**SELENIO**

Distribución geográfica de la deficiencia de selenio en bovinos



**Deficiencia:**

- Reducción crecimiento
- Enfermedad del músculo blanco
- Baja reproducción
- Anemia
- Inmunidad reducida
- Rigidez, cojera
- Parálisis
- Destetes bajo peso
- Infartos
- Retención placenta

**Exceso selenio:**  
 Enfermedad alcalina (crónica)  
 Deformación pezuñas  
 Dolor  
 Cojera  
 Emaciación  
 Atrofia músculo cardíaco  
 Anemia  
 Terneros nacen deformaciones en pezuñas  
 Ceguera tambaleante (aguda)

**Pasturas seleníferas tienen más de 5 a 20 ppm**

**Límite máximo tolerable:**  
 2 mg/kg MS



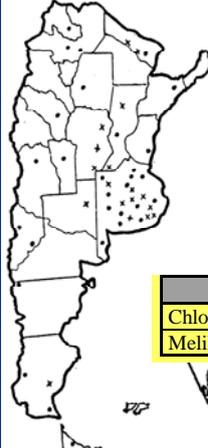
Tratada con selenio y cobre - Testigo sin tratar

**MOLIBDENO**

Distribución geográfica del contenido de molibdeno en pasturas

Relación Cu/Mo en ración:  
 5 ppm de Cu/1-2 ppm Mo

	Cobre	Molibdeno	Cu/Mo
Chloris gayana	6,5 ppm	8,7 ppm	0,76
Melilotus alba	7,8 ppm	50 ppm	0,16



**FLUOR**

Distribución de aguas con fluor

**Exceso:**  
 Retraso crecimiento  
 Cojera  
 Dientes: moteado, desgaste  
 Dificultad en masticación  
 Osteomalacia, osteoporosis, exóstosis.

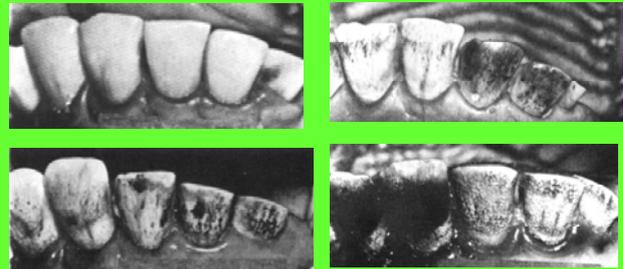
Moteado: 2 a 5 mg/l  
 Desgaste: > 5 mg/l  
 Intoxicación crónica: 15-16 mg/l

Para mantener dureza dientes:  
 0,8 a 1,5 mg/l



CONCENTRACIONES DE FLUOR

- BAJA < 0,5 mg/l
- MEDIA 0,6 a 1,2 mg/l
- ALTA > 1,3 mg/l



Todos estos bovinos recibían dietas con 7 ppm de fluor;

a) Testigo; b) Se le agregó 30 ppm de fluor a la dieta; c) Se le agregó 50 ppm a la dieta; d) Se le agregó 100 ppm de fluor a la dieta.

(Cambell y Lasley, 1969)

Máximo tolerable en la dieta: 20 a 100 ppm de la MS

**Flúor en las aguas en las provincias argentinas (Martínez Prieto, J. M., 1988)**

Provincia	Concentración de flúor en mg/l	Provincia	Concentración de flúor en mg/l
Formosa	0,2 a 1,2	Entre Ríos	0,1 a 1,8
La Pampa	1,0 a 13,0	Córdoba	0,4 a 2,6
Tucumán	0,1 a 0,8	San Juan	0,3 a 1,0
Catamarca	0,26 a 1,84	Misiones	0,1 a 0,5
Chubut	< 0,2 a 1,6	La Rioja	< 0,2 a 3,0
Santa Fe	0,2 a 4,5	Jujuy	< 0,2 a 1,2
Salta	< 0,2 a 0,8	Buenos Aires	< 0,2 a 2,0
San Luis	0,3 a 6,2	Chaco	< 0,2 a 1,9
Corrientes	< 0,2 a 0,7	Río Negro	< 0,2 a 4,4
Santiago del Estero	0,4 a 8,4	Mendoza	0,3 a 1,7
Neuquén	0,1 a 1,5	Santa Cruz	0,1 a 3,5
Tierra del Fuego	0,5 a 1,0		

Hasta 100 % más de porcentaje de reposición (del 12-15 % al 25-30 %)

Diagnóstico:  
 Desgaste dental prematuro  
 Exceso de fluor en aguas  
 Exceso de fluor en huesos  
 Exceso de fluor en orina

**¿Para La Pampa?**



Crema Dental con Fluor

**Odol 2 DOBLE FLUOR**

AYUDA A COMBATIR LAS CARIES

CONT. NETO 150g

## Regiones de principales insuficiencias comprobadas

Mineral insuficiente	Región
P	NEA: Corrientes, Norte de Entre Ríos, Formosa y Domo Oriental de Santa Fe.
	Pampeana: (Deficiencia subclínica).
Mg	Templada: Cuenca del Río Salado (SE. de la Pcia. de Bs. As.; principal causa de muerte en vacas de cría).
	Semiárida: la Pampa y SE de Córdoba.
Na	NEA: Corrientes ( 80-90 % pasturas naturales deficientes de Na).
	Templada (48 % pasturas naturales deficientes de Na).
Cu	Templada: Cuenca del Salado (Pcia. de Bs.As.); N-O de la Pcia. Bs.As.; la Pampa, Bajos Submeridionales de Santa Fe, Sur de Entre Ríos y Córdoba.
	NEA: Este del Chaco, Formosa y Misiones.
Zn	NEA: Este de Corrientes, Norte de Entre Ríos, NE Santa Fe y Este de Formosa

Otros microelementos:

Manganeso  
Iodo  
Hierro  
Cromo  
Níquel  
Silicio

**¡Interrelaciones!**

Concentraciones tolerables máximas de elementos minerales tóxicos para el bovino en mg/kg de MS (Adapt. del NRC, 1996).

Elemento	mg/kg de MS
Aluminio	1.000
Arsénico	50
Arsénico orgánico	100
Bromo	200
Cadmio	0,5
Plomo	30
Mercurio	2
Estroncio	2.000

Categoría	Nivel máximo (mg/kg)	Metal
Altamente tóxico	10	Cadmio, Mercurio, Selenio
Tóxico	40	Bario, Cobalto, Cobre, Plomo, Molibdeno, Tungsteno, Vanadio
Moderadamente tóxico	400	Antimonio, Arsénico, Yodo, Níquel
Ligeramente tóxica	1000	Aluminio, Boro, Bromo, Bismuto, Cromo, Manganeso, Zinc

Niveles de seguridad de algunos nutrientes potencialmente tóxicos y contaminantes en el agua para el ganado (Adapt. de Herrick, 1982, cit. por Fay, 1988, y de Bavera et al, 1999).

Elemento	Concentración máxima de seguridad
Aluminio	5,00 ppm
Arsénico	0,15 - 0,30 ppm
Boro	5,00 - 20,00 ppm
Cadmio	0,05 ppm
Cinc	6,00 - 25,00 ppm
Cobalto	1,00 ppm
Cobre	0,50 ppm
Cromo	1,00 ppm
Flúor	2,00 ppm
Mercurio	0,01 ppm
Níquel	1,00 ppm
Nitratos	200,00 ppm
Nitritos	10,00 ppm
Plomo	0,1 ppm
Selenio	0,05 ppm
Vanadio	0,10 ppm

## Arsénico

- En Argentina, una C invertida: este de Salta, Chaco, Sgo. Del Estero, límite Santa Fe-Córdoba, norte de Bs. As. y de La Pampa, sur de Córdoba.
- Pequeñas dosis diarias se acumulan y pueden producir intoxicación crónica.
- Se combina con los grupos sulfhidrido de las proteínas.
- Animales deprimidos, sin apetito, débiles, se mueven con dificultad, temblores, contracciones convulsivas, diarreas oscuras por sangre y mucosa.
- Por lo tanto, disminuye la producción.
- Peligro para el hombre donde toma la misma agua que los animales.

## Biodisponibilidad (BioD):

Es la proporción del elemento ingerido que es absorbido, transportado a su sitio de acción en el organismo y convertido a una forma fisiológicamente activa.

Formas químicas de los minerales presentes en las plantas (Spears, 1998 a).

Mineral	Forma química en la planta
Calcio	Fosfato de calcio; oxalato de calcio; posiblemente ligado a pectinas y lignina.
Fósforo	Fosfatos inorgánicos; ARN; fosfolípidos; otros ésteres fosfatos; ácido fítico.
Azufre	Aminoácidos azufrados; compuestos orgánicos conteniendo azufre; sulfatos
Magnesio	Clorofila; magnesio ligado a lignina.
Sodio	Ion sodio.
Potasio	Ion potasio.
Cloro	Ion cloro.
Cinc	Complejos aniónicos.
Cobre	Complejos aniónicos o neutros.
Selenio	Selenometionina; selenitos.
Manganeso	Quelatos orgánicos.
Hierro	Porfirinas; complejos aniónicos; hidróxido férrico.
Yodo	Ion yodo.
Silíce	Silicio sólido en pared celular; ácido silícico.
Molibdeno	Enzimas conteniendo molibdeno; ion molibdato.

**Porcentaje de minerales presentes en la pared celular de festuca alta y trébol blanco sobre el total de minerales de la planta (Witehead, 1985, cit. por Spears, 1998 a).**

Mineral	Festuca alta	Trébol blanco
Fósforo	4,9	5,0
Azufre	3,6	5,2
Calcio	14,1	45,0
Magnesio	6,5	14,2
Potasio	1,7	0,9
Manganeso	22,5	93,8
Cinc	29,0	45,4
Cobre	26,5	40,6

Hay minerales asociados a la FDN, lo que disminuye su liberación en el tracto gastrointestinal (solvatación).

Deben ser absorbidos como iones, componentes solubles o quelatos. No pueden absorberse cuando están ligados a sustancias insolubles.

**Porcentajes de liberación en el rumen de minerales de distintos forrajes (Van Eys y Reid, 1987; Puoli et al, 1991; Emanuele y Staples, 1990, cit. por Spears, 1998).**

Mineral	Festuca alta	Panicum virgatum	Pasto Bermuda (Cynodon dact.)	Alfalfa
Calcio	71,0	30,3	78,1	59,3
Magnesio	91,9	83,9	96,5	95,2
Potasio	95,7	82,5	99,9	99,9
Fósforo	88,3	60,8	65,3	85,1
Azufre	81,9	47,2	---	---
Cobre	---	---	75,8	92,9
Cinc	---	---	62,1	79,4

**Edad de la planta o estado vegetativo**

**Contenido de calcio y fósforo de algunas pasturas en distintos estados vegetativos (g/kg MS) (Heinrich y Carson, citado por Barberis y Mizuno, 1965).**

Especie	Mineral	Hoja joven	En espigazón	En floración	Semillada
Cebadilla perenne (Bromus inermis)	Ca	2,5	2,4	2,5	3,4
	P	2,3	2,1	1,2	0,9
Agropiro crestado (Agropiro cristatum)	Ca	2,0	2,2	2,3	2,8
	P	1,9	1,7	1,0	0,7
Agropiro alargado (Agropiro elongatum)	Ca	2,1	2,5	1,9	2,0
	P	2,1	1,6	1,0	0,7
Stipa viridula	Ca	2,1	2,0	1,4	1,5
	P	1,8	1,5	1,2	0,8

N, K y P disminuyen a medida que madura la planta. Son muy móviles.

Ca, Mg, Fe y Zn son más estáticos, se concentran en tallo y órganos maduros.

Disminuyen Co, Cu, Mo, Fe, Zn a medida que madura.

**Especie y variedad**

**Contenido de macroelementos en pasturas (% de MS) (Marcos, 1985).**

Especie	Ca	Mg	P	K	Na
Alfalfa	1,4	0,3	0,3	4	0,05
Gramma Rhodes	0,3	0,2	0,3	-	-
Cebada	0,3	0,2	0,4	-	0,11

**Contenido mineral orientativo de algunas forrajeras cultivadas (g/kg de MS) (Barberis y Mizuno, 1965)**

Especie	P	Ca	Mg	K	Na
Alfalfa *	3 - 5	6 - 10	2 - 3	25 - 40	0,5 - 1
Alfalfa +	1 - 6	1 - 17	0,8 - 10	15 - 45	0,2 - 3
Avena *	2 - 3,5	2 - 3,5	1,5 - 3	20 - 40	1 - 4
Sorgo forrajero *	2,8	4,8	2,6	30,4	1
Falaris bulbosa *	2 - 3	3 - 5	2 - 4	25 - 40	0,5 - 3
Festuca alta *	1,5 - 3,5	3 - 4,5	2 - 3,5	15 - 30	0,5 - 3
Ray grass perenne *	2 - 4	3 - 5	1,5 - 3	20 - 40	0,5 - 3

\* Promedio; + Extremos.

Leguminosas: + Ca, K, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Co, Mo.

Gramíneas: + Na, Cl, I, Mn, Si.

Leguminosas tropicales: casi nada Na

**Contenido de fósforo, sodio y potasio en pasturas cultivadas (Balbuena, 1985)**

Valores	Fósforo %	Sodio %	Potasio %
Media	0,33	0,146	1,024
Mínimo	0,115 (D.aristatum)	0,010 (D.arist.)	0,209 (C.gayanana)
Máximo	0,708 (P.maximun)	0,807 (C.gayana)	4,063 (C.ciliari)

**Contenido promedio de cobre, molibdeno y sulfato inorgánico en gramíneas y leguminosas en potreros con y sin problemas de hipocuprosis en los animales a pastoreo (Adap. de Ruskan, 1985)**

Elemento	Gramíneas		Leguminosas	
	Potrero con problemas	Potrero sin problemas	Potrero con Problemas	Potrero sin problemas
Cobre	5,7 ppm	6,7 ppm	11,1 ppm	10,6 ppm
Molibdeno	2,5 ppm	2,1 ppm	7,3 ppm	3,4 ppm
Sulfato	0,39 %	0,35 %	0,39 %	0,48 %

**Concentración de magnesio en algunas forrajeras cultivadas (Cseh, 1994).**

Con baja concentración de magnesio (menos de 0,2 %)		Con alta concentración de magnesio	
Falaris	- Raigras	- Centeno	Paspalum - Sorgo
Agropiro	- Pasto ovillo	- Trigo	Trébol Blanco - Alfalfa
Festuca	- Cebadilla	- Avena	

**Suelo**

**Contenido mineral de alfalfares en Partido Cnel. Suárez (Pcia. Bs.As.); mes enero; g/kg MS a 105° C (Barberis y Mizuno, 1965)**

Muestreo	Niveles absolutos					Relaciones			
	P	Ca	Mg	K	Na	K/Ca	Ca/Mg	Ca/P	K/Na
1	3,9	6,3	2,5	38	0,6	6	2,5	1,6	63
2	1,4	16,4	3,3	24,6	0,5	1,5	5	11,7	49
3	3,1	2,7	6	32,3	2,6	12	0,45	0,9	12

**Porcentajes sobre MS de fósforo, calcio, sodio y potasio al este y al oeste del río Corrientes (Mufarregge, 1992).**

Elemento	Fósforo	Calcio	Sodio	Potasio
Este del río Corrientes	0,10	0,20	0,08	0,57
Oeste del río Corrientes	0,06	0,29	---	0,46

Influye: roca madre, pH, textura, estado de desarrollo, infiltración, erosión, fertilizantes, contaminaciones, humedad, drenaje, etc.

### FERTILIZACIÓN

Fertilización

Porcentajes de fósforo y sodio en la MS para campo natural y diferentes forrajeras en la provincia de Misiones y nordeste de la provincia de Corrientes (Perego, 1996).

Forraje	Fósforo	Sodio
Campo natural	0,100	0,062
Pasto Jesuita (hojas)	0,159	0,006
Pasto Elefante Panamá	0,119	0,003
Pasto Setaria Kazungula fertilizado con NPK	0,180	0,165
Pasto Setaria Kazungula sin fertilizar	0,164	0,134
Pasto Bermuda Híbrido	0,121	0,050
Pasto Estrella	0,084	0,050
Leucaena	0,306	0,044

### Clima y estación del año

Niveles de minerales promedio en pasturas en el departamento Maracó, Pcia. de La Pampa (Pechin et al, 1995).

Minerales en pastos base MS	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Desviación estándar (DS)
Calcio %	0,56	0,44	0,31	0,50	0,31
Fósforo %	0,36	0,25	0,32	0,32	0,07
Magnesio %	0,22	0,21	0,15	0,21	0,08
Potasio %	2,13	1,99	2,13	2,08	0,75
Azufre %	0,34	0,27	0,42	0,36	0,13
Cobre ppm	7,95	5,67	4,04	18,07	3,86
Molibdeno ppm	3,74	2,79	3,01	3,09	1,58
Cinc ppm	39,30	29	20,90	27	10,10
Hierro ppm	487,30	572,10	318,30	259,8	326,7



- Parte de la planta
- Sanidad
- Frecuencia de defoliación
- Sistema de pastoreo
- Digestibilidad
- Retorno de los minerales al suelo
- Estructura de la pastura
- Método de conservación del forraje
- Ubicación de aguadas y sombra
- Sitio de ubicación saladeros
- Alambrados fijos y eléctricos
- Topografía
- Vientos
- Otras variables

## Aguas engordadoras

**Na:** complementa deficiencia en leguminosas

**Ca y Mg:** complementa contenido en gramíneas.

**S:** contribuye a formar las proteínas azufradas; importante en diferidos y suplementación NNP (N:S = 10:1).

4 a 5 g/l de sales totales mejora la digestibilidad y el consumo de las pasturas de baja calidad, pero en forrajes de alta calidad disminuye el consumo y digestibilidad.

Las sales totales hasta 4 a 5 g/l, tienen influencia favorable sobre el desarrollo y crecimiento, de acuerdo a su composición y a la calidad de la alimentación.

Los tenores de sales altos dentro del rango 4-5 g/l tienen influencia favorable cuando el animal ingiere pasturas de baja calidad.

Las aguas de tenores más bajos (2 g/l) influyen favorablemente cuando el animal ingiere pasturas de buena calidad.

## Aguas deficientes en sales

- El caso contrario al de las aguas engordadoras, se presenta en zonas de aguas con un tenor salino entre 0,4 y 1 mg/l.
- El aporte de sales a través del agua es prácticamente nulo y si los pastos son pobres en ellas, se produce en el ganado "hambre de sal", disminuyendo la producción.

### CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS PARA BEBIDA DE BOVINOS

(Bavera et al, 1999).

Para			Sales totales	Cloruro (de sodio)	Sulfato	Magnesio
Cría	Inverne- Tambo					
Deficiente	Deficiente	Menos de	1 g/l	---	---	---
Muy buena	Muy buena	Mas de	1 g/l	0,6 g/l	0,5 g/l	0,2 g/l
Muy buena	Buena	Hasta aproximadamente	2 g/l	1,2 g/l	1 g/l	0,25 g/l
Buena	Aceptable	Hasta aproximadamente	4 g/l	2,4 g/l	1,5 g/l	0,3 g/l
Aceptable	Mala	Hasta aproximadamente	7 g/l	4,2 g/l	2,5 g/l	0,4 g/l
Mala	---	Hasta aproximadamente	11 g/l	6,6 g/l	4 g/l	0,5 g/l
Condicionada	---	Hasta	13 g/l	10 g/l	7 g/l	0,6 g/l

**Deficiente:** no contribuyen con minerales a la dieta. Síntomas de pica y/o hambre de sal. Se soluciona administrando una provisión dietética mineral completa ad libitum.

**Muy buena:** contiene sales en cantidad adecuada para cubrir las necesidades minerales que las pasturas no brindan. La producción se favorece.

**Buena:** Su contenido salino supera las necesidades del animal, pero sin acarrearle problemas, pues elimina eficientemente el sobrante.

**Aceptable:** Puede causar diarreas a animales no acostumbrados a la misma y disminuir la producción.

**Mala:** podrá emplearse en animales acostumbrados, con precaución y en ciertas épocas y pasturas. Disminuye marcadamente la producción; puede producir mortandades.

**Condicionada:** Deberá emplearse por poco tiempo, cuando no se encuentra otra fuente de agua y con grandes precauciones. Produce diarreas intensas y mortandades. No hay producción.

**Otros iones:** tienen límites máximos por su toxicidad, por lo que cualquiera sea la cantidad de sales totales que tenga un agua, si estos iones superan esos límites, por sí solos descalifican un agua.

Protocolo para análisis de agua de bebida para ganado (Bavera et al, 1999).					
IDENTIFICACION				Análisis N°:	
Muestra N°:	Fecha extracción: / /		Fecha entrada: / /		Fecha salida: / /
Finalidad: cría - recria - inverte - tambor.					
Procedencia	Aguada (N° y/o nombre):		Tipo de aguada:		
	Profundidad:		Napa N°:		
	Establecimiento:		Propiedad de:		
	Localidad:		Dep./Partido:		
	Provincia:		Presentó muestra:		
ANÁLISIS FÍSICO:		Color:	Olor:	Sabor:	Turbiedad:
ANÁLISIS QUÍMICO					
I) Determinaciones básicas:			Residuo seco a 105° C:		mg/l
Aniones			Cationes		
Bicarbonato	mg/l	meq/l	Sodio y potasio	mg/l	meq/l
Carbonato	mg/l	meq/l	Calcio	mg/l	meq/l
Cloruro	mg/l	meq/l	Magnesio	mg/l	meq/l
Sulfato	mg/l	meq/l			
II) Deter. complementarias:					
A) Arsénico	mg/l	meq/l	Amoníaco	mg/l	meq/l
Fluoruro	mg/l	meq/l		mg/l	meq/l
Nitrato	mg/l	meq/l		mg/l	meq/l
Nitrito	mg/l	meq/l		mg/l	meq/l
Silicio	mg/l	meq/l		mg/l	meq/l
	mg/l	meq/l		mg/l	meq/l
	mg/l	meq/l		mg/l	meq/l
B) Reacción pH			Dureza total		
Alcalinidad debida a carbonato-bicarbonato	mg/l		Dureza permanente		
			Dureza temporaria		
III) Control del análisis:			-----	≈	-----
		meq/l			meq/l

**Estimación de la composición mineral de un novillo de 420 kg de peso vivo (Adapt. de Mufarregue, 1994).**

Elemento	Cantidad en kg
Calcio	6,880
Fósforo	3,400
Sodio	1,010
Potasio	0,880
Cloro	0,710
Azufre	0,630
Magnesio	0,230
Hierro	0,025
Cinc	0,012
Cobre	0,0016
Iodo	0,00017
Manganeso	0,00013
Cobalto	0,000084
Molibdeno	0,000020
Selenio	0,000002

**Pérdida de minerales en leche para vaca adulta de 500 kg de peso vivo por lactancia de 305 días (Corbellini, 1994).**

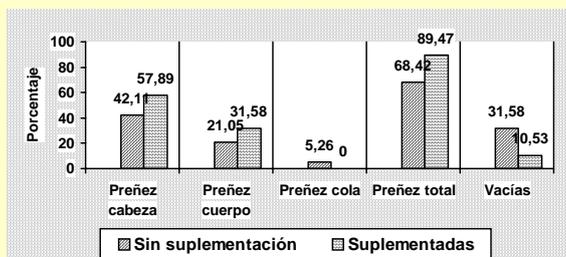
Elemento	Producción por lactancia	
	4.000 litros	5.000 litros
Calcio	5.000 g	6.250 g
Fósforo	3.600 g	4.500 g
Magnesio	520 g	650 g
Sodio	2.400 g	3.000 g
Potasio	6.000 g	7.500 g
Cloro	4.400 g	5.500 g
Cinc	16 g	20 g
Hierro	2 g	2,5 g
Cobre	0,8 g	1 g

**Estudios efectuados en América Latina, África y Asia sobre los efectos de suplementos minerales en el aumento de los porcentajes de parición.**

(Mc Dowell et al, 1984)

País	Sal	Sal + mezclas minerales	Referencias
Bolivia	67,5 %	80 %	Bauer, 1976, ined.
Bolivia	73,8 %	86,4 %	Bauer et al, 1981.
Brasil	55 %	77 %	Conrad y Mendes, 1965.
Brasil	49 %	72 %	Guimaraes et al, 1971.
Brasil	25,6 %	47,3 %	Grunert y Santiago, 1969.
Colombia	50 %	84 %	Stonaker, 1975.
Filipinas	57 %	79 %	Calub y Amril, 1979.
Filipinas	76 %	80/82 %	Nacom, 1980, ined.
Panamá	62,2 %	68,5 %	Ríos Arauz, 1972.
Panamá	42 %	80 %	Poultney, 1972, ined.
Perú	25 %	75 %	Echevarría et al, 1974.
Sudáfrica	51 %	80 %	Theiler et al, 1924; 1928
Tailandia	49 %	67 %	Tumwasorn, 1981.
Uruguay	48 %	64 %	De León Lora, 1963.
Uruguay	86,9 %	96,4 %	Schiersman, 1965.
Uruguay	50 %	75 %	Pittaluga et al, 1980.
Uruguay	27 %	70 %	Arroyo y Mauer, 1982.
Promedio	52,6 %	75 %	

Beguet y Bavera (1987) encontraron en campos de sierra del sur del Comechingones (Córdoba) que las vacas suplementadas con harina de hueso al 50 % con sal superaron en preñez a las no suplementadas en 21 puntos porcentuales, con un mayor porcentaje de preñez cabeza y la siguiente distribución:



**CONCLUSIÓN:**

La suplementación mineral es necesaria para:

- ❑ Mejorar el funcionamiento del rumen, logrando mayor eficiencia en la utilización del forraje consumido y por lo tanto, mayor producción.
- ❑ Mejorar el funcionamiento reproductivo del rodeo.
- ❑ Evitar problemas clínicos y subclínicos que bajan la producción.

Ante la deficiencia o exceso de algún o algunos minerales en la alimentación del bovino, se presentan tres alternativas:

- ❑ Convivir con el problema, es decir, aceptar las pérdidas económicas que produce.
- ❑ Efectuar tratamientos curativos, en general de altos costos y poco efectivos.
- ❑ Prevenir la deficiencia o el exceso, lo más efectivo y económico de implementar.

❑ **Métodos indirectos**

❑ **Métodos directos**

▶ **Métodos directos obligados**

- Inyectables
- Bolos, bolas, balas, píldoras pesadas o bullets
- Mezclas minerales para agua de bebida
- Espolvoreo o pulverización de la pastura
- Raciones con mezclas minerales incorporadas

▶ **Métodos directos ad libitum**

- Sal de roca
- Panes o piedras de sal
- Panes o bloques de minerales con melaza
- Lamederos rotatorios con melaza
- Mezclas minerales molidas con sal
- Mezclas minerales molidas con granos o melaza



Sal de roca lamida



Lamederos



Saladeros o saleros



EEA Mercedes (Corrientes) del INTA (1979)

Categoría	Consumo (Promedio anual)
Novillos 8-20 meses	56 g/día
Novillos 20-30 meses	102 g/día
Vaquillonas 14-16 meses	142 g/día

Consumo de suplemento mineral (harina de hueso y sal) de novillos en pastoreo de forrajeras cultivadas en la zona de Monte (Misiones). Promedio de 3 años (Peregó, 1996).

Pastura	Consumo diario g/animal/día	Consumo anual kg/animal/año
Pasto Estrella	54,0	20,0
Pasto Bermuda Común	56,0	20,5
Pasto Estrella + Leucaena	56,3	20,5
Pasto Bermuda + Leucaena	55,7	20,0
Leucaena	74,3	27,0

### Factores que afectan el consumo del suplemento mineral

- Tipo de suelos y pasturas
- Suplementos energético – proteínicos
- Época del año y clima
- Estado productivo del animal
- Edad
- Individualidad
- Calidad del agua de bebida
- Consumo reciente de suplemento mineral
- Deficiencias que posea el animal
- Palatabilidad de la mezcla mineral
- Presentación de las mezclas minerales
- Estado de los suplementos minerales a campo
- Distancias al saladero

### Características de una provisión dietética mineral de buena calidad para consumo voluntario del ganado vacuno a pastoreo (Modificado de Mc Dowell et al, 1984).

1º) Debe contener un mínimo de 6 a 8 % de fósforo. En zonas donde los forrajes contienen regularmente menos del 0,20 % de fósforo deberá contener más de 8 a 10 % de fósforo.

2º) La relación calcio-fósforo no debe ser superior a 2:1.

3º) Debe cubrir una proporción significativa (mínimo 50 %) de las necesidades totales diarias de cobre, cinc, cobalto, iodo y manganeso.

4º) En regiones con una deficiencia conocida de ciertos oligoelementos, deberá proveer el 100 % o más de las necesidades diarias de los mismos.

5º) Debe estar formada por sales minerales de alta calidad, que contengan las formas más biodisponibles de cada elemento mineral.

6º) No debe contener sales minerales con metales pesados u otros elementos tóxicos. No debe ser portadora de agentes productores de enfermedades.

7º) Debe estar formulada de tal manera que su palatabilidad permita un consumo suficiente para cubrir las necesidades.

8º) Debe tener garantías de control de calidad en cuanto a la exactitud de las cantidades indicadas en la etiqueta.

9º) Las partículas deben tener un tamaño uniformemente aceptable, que permita un buen mezclado y estabilidad, sin que estratifique la mezcla.

10º) Debe ser estable bajo condiciones de almacenamiento y ante factores climáticos durante el suministro.

### Necesidades minerales y máximas concentraciones tolerables por kg de MS para bovinos de carne (Modif. de Nutrient Requirements of Beef Cattle, NRC 1984 y 1996)

Mineral	Unidad	Requerimientos			Concentración máxima tolerable
		Desarrollo y terminación	Vacas		
			Gestación	Principio lactación	
Fósforo	g/kg	Ver tablas 10 a 13 en g/día/animal			10
Calcio	g/kg	Ver tablas 10 a 13 en g/día/animal			20
Sodio	g/kg	0,06 – 0,08	0,06 – 0,08	0,10	10
Cloruro de sodio	g/kg	---	---	---	90 - 100
Azufre	g/kg	1,5	1,5	1,5	4
Magnesio	g/kg	1	1,2	2	4
Potasio	g/kg	6	6	7	30
Cobre	mg/kg	10	10	10	100 - 115
Cobalto	mg/kg	0,10	0,10	0,10	10
Manganeso	mg/kg	20	40	40	1.000
Cinc	mg/kg	30	30	30	500
Yodo	mg/kg	0,50	0,50	0,50	50
Hierro	mg/kg	50	50	50	1.000
Selenio	mg/kg	0,10	0,05 - 0,10	0,05 - 0,10	2
Molibdeno	mg/kg	---	---	---	5 - 6
Flúor	mg/kg	---	---	---	20 - 100
Cromo	mg/kg	0,3 - 1	---	---	1.000
Níquel	mg/kg	---	---	---	50

**Necesidades minerales y máximas concentraciones tolerables por kg de MS para bovinos de leche (Modif. del NRC Dairy Cattle 1978).**

Elemento	Unidades	Vacas lecheras lactando					Vacas secas Preñadas	Toros adultos	Vaquillona s y toros en desarrollo	Terberos con leche sustituta	Terberos al comienzo del concentrado	Nivel máximo tolerable
		Peso kg	Producción de leche									
			- 8	8-13	13-18	+ 18						
			400	500	600	700						
		- 11	11-17	17-23	+ 23							
		- 14	14-21	21-29	+ 29							
		- 18	18-26	26-35	+ 35							
Fósforo	g/kg	Ver tabla 14 en g/día/animal					1,8	2,6	5	4,2	10	
Calcio	g/kg	Ver tabla 14 en g/día/animal					2,4	4	7	6	20	
Carbón	g/kg	1,8	1,8	1,8	1,8	1	1	1	1	--		
Fluoruro de sodio	g/kg	4,6	4,6	4,6	4,6	2,5	2,5	2,5	2,5	100		
Zufre	g/kg	2	2	2	2	1,7	1,1	1,6	2,9	4		
Magnesio	g/kg	2	2	2	2	1,6	1,6	1,6	0,7	0,7		
Potasio	g/kg	8	8	8	8	8	8	8	8	30		
Cobre	mg/kg	10	10	10	10	10	10	10	10	115		
Selenio	mg/kg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	5		
Manganeso	mg/kg	40	40	40	40	40	40	40	40	1000		
Cinc	mg/kg	40	40	40	40	40	40	40	40	500		
Yodo	mg/kg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	50		
Hierro	mg/kg	50	50	50	50	50	50	50	100	1000		
Selenio	mg/kg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2		
Cromo	mg/kg	0,1 - 0,5				0,05-0,025	--	--	--	--	--	
Cobalto	mg/kg	--	--	--	--	--	--	--	--	6		
Níquel	mg/kg	--	--	--	--	--	--	--	--	20-100		

Las cifras dadas son promedios

**Necesidades de calcio y fósforo para ganado en crecimiento y terminación en g/día/animal. (Adapt. del NRC 1996).**

Peso (kg)	200	250	300	350	400	450
Requerimientos de calcio y fósforo para mantenimiento (g/día)						
Calcio	6	8	9	11	12	14
Fósforo	5	6	7	8	10	11
Más requerimiento de calcio para crecimiento y terminación (g/día)						
ADP (kg/día)						
0,5	14	13	12	11	10	9
1	27	25	23	21	19	17
1,5	39	36	33	30	27	25
2	52	47	43	39	35	32
2,5	64	59	53	48	43	38
Más requerimientos de fósforo para crecimiento y terminación (g/día)						
ADP (kg/día)						
0,5	6	5	5	4	4	4
1	11	10	9	8	8	7
1,5	16	15	13	12	11	10
2	21	19	18	16	14	13
2,5	26	24	22	19	17	15
Los requerimientos totales se obtienen sumando los de mantenimiento más los de crecimiento y terminación.						
Calculado para peso adulto 533 kg; raza tipo A. Angus						

**Necesidades de calcio y fósforo para toros en crecimiento en g/día/animal. (Adap. del NRC 1996).**

Peso (kg)	300	400	500	600	700	800
Requerimientos de calcio y fósforo para mantenimiento (g/día)						
Calcio	9	12	15	19	22	25
Fósforo	7	10	12	14	17	19
Más requerimientos de calcio para crecimiento (g/día)						
ADP (kg/día)						
0,5	12	10	9	7	6	4
1	23	19	16	12	9	6
1,5	33	27	22	17	12	7
2	43	35	28	21	14	8
2,5	53	43	34	25	16	8
Más requerimientos de fósforo para crecimiento (g/día)						
ADP (kg/día)						
0,5	5	4	3	3	2	2
1	9	8	6	5	4	2
1,5	13	11	9	7	5	3
2	18	14	11	8	6	3
2,5	22	17	14	10	6	3
Los requerimientos totales se obtienen sumando los de mantenimiento más los de crecimiento.						
Calculados para animales de peso adulto 890 kg; raza tipo A. Angus.						

<b>Necesidades de calcio y fósforo para vaquillonas de reemplazo preñadas en g/día/animal.</b> (Adapt. del NRC 1996).									
Meses de preñez	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso de la vaquillona en kg:									
Sin útero preñado	332	343	355	367	379	391	403	415	426
Utero preñado	1	3	4	7	12	19	29	44	64
Peso total	333	346	360	375	391	410	432	459	491
Requerimientos de calcio (g/día)									
Mantenimiento	10	11	11	11	12	12	12	13	13
Crecimiento	9	9	9	9	8	8	8	8	8
Preñez	0	0	0	0	0	0	12	12	12
Total	19	20	20	20	20	20	32	33	33
Requerimientos de fósforo (g/día)									
Mantenimiento	8	8	8	9	9	9	10	10	10
Crecimiento	4	4	4	3	3	3	3	3	3
Preñez	0	0	0	0	0	0	7	7	7
Total	12	12	12	12	12	12	20	20	20
Calculados para vaquillonas de peso adulto 533 kg; peso ternero al nacimiento 40 kg; Servicio 15 meses; raza tipo A. Angus.									

<b>Necesidades de calcio y fósforo para vacas de carne en g/día/animal.</b> (Adapt. del NRC 1996).												
Meses desde parición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso en kg												
Sin útero preñado	533	533	533	533	533	533	533	533	533	533	533	533
Utero preñado	0	0	1	1	3	4	7	12	19	29	44	64
Peso total	533	533	534	534	536	537	540	545	552	562	577	597
Requerimientos de calcio (g/día)												
Mantenimiento	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Lactación	16	20	18	14	11	8	0	0	0	0	0	0
Preñez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	12
Total	33	36	34	31	27	24	16	16	16	29	29	29
Requerimientos de fósforo (g/día)												
Mantenimiento	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Lactación	9	11	10	8	6	4	0	0	0	0	0	0
Preñez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5
Total	22	24	23	21	19	17	13	13	13	18	18	18
Calculados para vacas de peso adulto 533 kg; terneros al parto de 40 kg; Edad de parición 60 meses; Edad destete 30 semanas; Producción máxima leche 8 kg; Grasa leche 4 %; Proteína leche 3,4 %; Intervalo parto 12 meses; Raza tipo A. Angus.												

<b>Porcentaje de P y Ca en los portadores más comunes empleados en mezclas minerales y biodisponibilidad relativa.</b>				
Portador	% de P	BioD	% de Ca	BioD
Fosfato monosódico	20 - 25,8	Alta	0	--
Fosfato monosódico monohidratado	22,5	--	0	--
Fosfato monosódico dihidratado	19,8	--	0	--
Fosfato disódico anhidro	21,5	--	0	--
Fosfato disódico dihidratado	17,3	--	0	--
Fosfato disódico heptahidratado	11,6	--	0	--
Fosfato trisódico	18,8 - 19	Alta	0	--
Fosfato dimagnésico trihidratado	17,77	--	0	--
Fosfato de potasio	22,8	--	0	--
Fosfato monobásico de amonio	24,74	--	0	--
Fosfato dibásico de amonio	20,60	--	0,52	--
Fosfato monocálcico	18,6 - 26,47	Alta	16,2 - 17,12	Alta
Fosfato monocálcico monohidratado	22,7 - 24,5	--	16	--
Fosfato dicálcico	22,78	Alta	29,46	Alta
Fosfato dicálcico dihidratado	18	--	23,3	Alta
Fosfato tricálcico	18 - 20	Alta	31 - 38,76	Alta
Fosfato mineral desfluorado o roca fosfórica	8,7 - 21	Interm.	23 - 37	Interm.
Fosfato blando o arcilla coloidal	9	Baja	18	--
Acido fosfórico	23 - 25	Alta	0	--
Anhidrido fosfórico	44	--	0	--
Harina de hueso calcinada muy buena	14 - 16	Alta	28 - 38	Alta
Harina de hueso calcinada buena	12	Alta	24	Alta
Harina de hueso digestada muy buena	14 - 16	Alta	28 - 32	Alta
Harina de hueso digestada buena	12	Alta	24	Alta
Harina de carne y hueso (40/45 % proteínas)	3 - 9	Alta	9 - 14	Alta
Carbonato de calcio	0	--	35 - 40	Interm.
Oxido de calcio (cal)	0	--	72	Interm.
Piedra caliza en polvo	0	--	30 - 50	Interm.
Dolomita (Carbonato de calcio y magnesio)	0	--	22,3	Interm.
Conchilla molida finamente	0	--	30 - 39	Interm.
Sulfato dihidratado de calcio (yeso)	0	--	20 - 26	--

**Proporciones de fósforo, calcio y cloruro de sodio en una provisión dietética mineral básica correcta** (Modificado de INTA, 1974 y Mc Dowell, 1984).

Fósforo total	Mínimo 6 - 8 %	Relación aproximada máxima Ca:P = 2:1 para animales a pastoreo
Calcio total	Mínimo 12 %	
Cloruro de sodio	40-50 % (mínimo 25 %)	

Calcio y Fósforo	50 %	de <b>harina de hueso calcinada</b> buena para proveer un mínimo de 6 % de fósforo y un 12 % de calcio.
Cobre	0,310 %	de <b>sulfato de cobre</b> . En regiones con deficiencias de cobre, se deberá proveer el 100 % de las necesidades. Si hay alto contenido de molibdeno en las pasturas, elevar 3 a 5 veces la dosis indicada, o aún más (2 %) si se considera necesario por carencia manifiesta.
Cobalto	0,004 %	de <b>sulfato de cobalto</b> . Si la deficiencia es severa, puede agregarse 0,15 % de sulfato de cobalto.
Manganeso	0,480 %	de <b>óxido manganeso</b> . En regiones pobres en manganeso, elevar al doble.
Cinc	0,447 %	de <b>carbonato de cinc</b> . En regiones pobres en cinc, elevar al doble.
Yodo	0,007 %	de <b>iodato de calcio</b> . En zonas deficientes en iodo, elevar al doble o triple esta cantidad.
Azufre	7 %	aproximadamente de <b>sulfato de calcio</b> (yeso) para cubrir alrededor del 10 % de los requerimientos. En caso de deficiencia marcada, elevar a un 15 - 20 %. Donde existan sulfatos en cantidades elevadas en el agua de bebida, calcular lo aportado por el agua. Cuando se provee nitrógeno no proteico, administrar 15 g de sulfato de calcio c/100 g de urea o 1 g de azufre c/15 g de nitrógeno no proteico.
Magnesio	10 %	a 25 % de <b>óxido de magnesio</b> cuando existan problemas de hipomagnesemia, o 50 a 60 g/día/animal con ración.
Cloro y sodio	31,752 %	de <b>cloruro de sodio</b> (sal común).
Total	100,00 %	

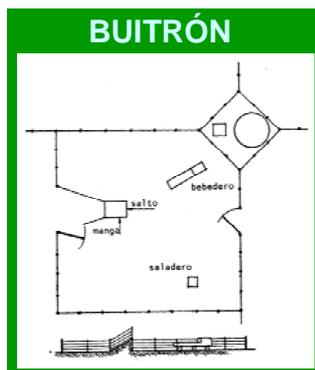
$$\text{Costo en } \$ \text{ por g de fósforo} = \frac{\text{Precio en } \$ \text{ por kg de la mezcla mineral comercial}}{\text{g de P contenido por kg de la mezcla mineral}} = \$/\text{g de P}$$

**Equivalencias de concentraciones de mezclas minerales para suministrar 5 gramos de fósforo suplementario por día** (Mufarregue, 1994).

Porcentaje de fósforo en la mezcla mineral	Consumo necesario de la mezcla para ingerir 5 g de fósforo/día	kg consumidos/año de la mezcla mineral para ingerir 5 g de fósforo/día
2 %	250 g/día	91,2 kg/año
6 %	83,3 g/día	30,4 kg/año
9 %	55,5 g/día	20,2 kg/año
12 %	41,6 g/día	15,2 kg/año

**Lugar de colocación**

Un saladero cada 300 a 500 cabezas.  
A no más de 500 – 700 m entre saladeros  
Lejos de aguada, excepto en servicio  
Cuidado con terneros y urea



**FIN**

Ampliar en:  
[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) o [www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)  
 > Producción Bovina de Carne > Agua de bebida y Suplementación mineral

Volver a: [Suplementación mineral](#)