

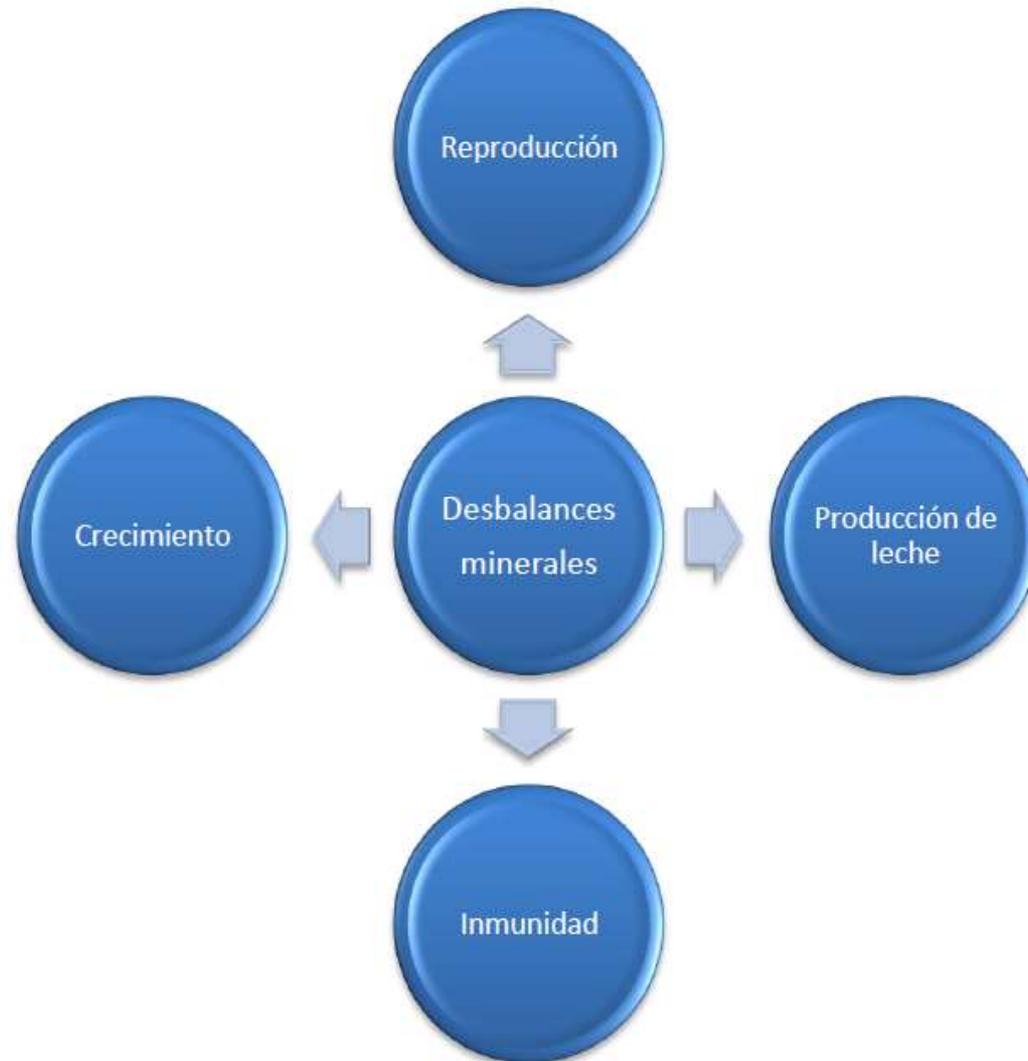
Cursos de Ganadería Tropical Chiapas  
REDGATRO. CONACyT.

# SUPLIMENTACIÓN MINERAL DE RUMIANTES EN PASTOREO

**Arturo F. Castellanos Ruelas.**  
**Fac. de Ing. Química. UADY**

Tuxtla Gutierrez, Chis, 7 de Noviembre de 2016

# Importancia de los minerales...





Forrajes



Suplementos



Ovinos

Agua



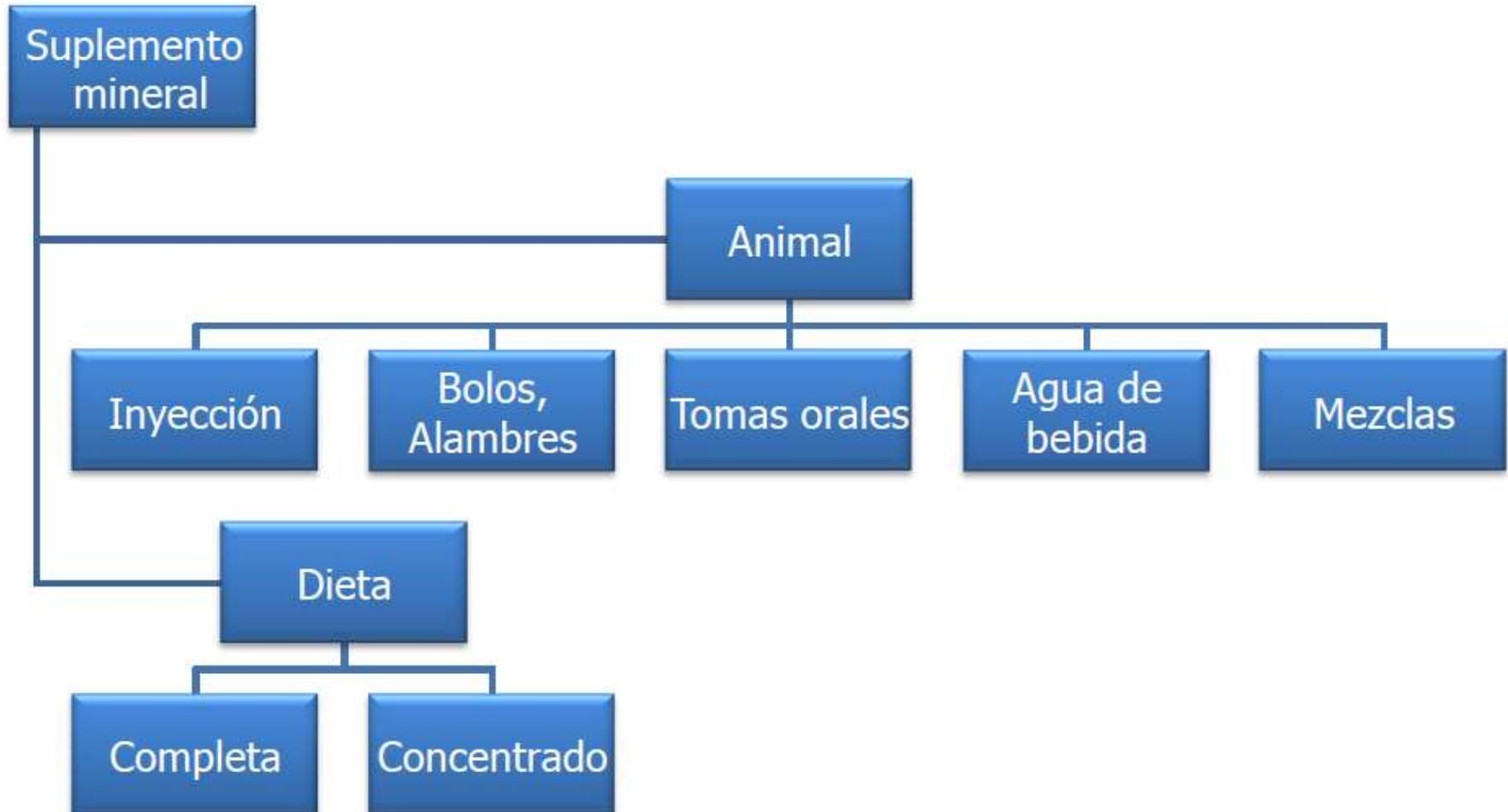
Suelo



# • REQUERIMIENTOS Y NIVELES MÁXIMOS TOLERABLES DE MINERALES

mineral	Requerimientos	Máximo Tolerables
Calcio, %	0.20	1.5
Fósforo, %	0.20	1.0
Magnesio, %	0.12	0.5
Sodio, %	0.07	3.6
Potasio, %	0.50	3.0
Azufre, %	0.20	0.50
Hierro, ppm	40	500.0
Cobre, ppm	5	120.0
Cobalto, ppm	0.11	10.0
Manganeso, ppm	20	1000.0
Zinc, ppm	15	300.0
Selenio, ppm	0.05	5.0
Yodo, ppm	0.50	50.0
Molibdeno, ppm	---	10.0
Fluor, ppm		20-100

# Opciones de suplementación mineral del ganado



## Errores comunes en la nutrición mineral de los ovinos

- 
- a) No suplementar minerales.
  - b) Suplementación esporádica.
  - c) Suplementación indefinida.
  - d) Suplementación por precio
  - e) Suplementación por prestigio.

Maximino Huerta

**ESTRATEGIA...**

**ELABORACIÓN DE SUPLEMENTOS MINERALES  
REGIONALES**

**¿CUALES MINERALES?**

**¿CUAL ES SU CALIDAD?**

**¿EN QUE CANTIDAD EN LA FÓRMULA?**

**¿CUANTO VA A COMER EL ANIMAL?**

**¿CUÁL ES LA RESPUESTA QUE VOY A OBTENER?**

**¿ACASO SERÁ REDITUABLE?**

# ¿CUALES MINERALES?

## TABLA PERIODICA DE LOS ELEMENTOS

azul--metales normales  
rojo--no metales normales  
naranja--metales de transición  
amarillo--tierras raras  
verde--metales importantes

sólido  
 gas  
 líquido  
 vaciado--sintético

N° atómico  
 CLAVE  
 Valencia  
 Masa atómica

Símbolo  
 Nombre

I A																												0	
1																			2										
H																			He										
II A																		III A		IV A		VA		VIA		VII A			
3	4																	5	6	7	8	9			10				
Li	Be																	B	C	N	O	F			Ne				
III B		IV B		VB		VIB		VII B		VIII B						IB		IIB											
11	12																	13	14	15	16	17			18				
Na	Mg																	Al	Si	P	S	Cl			Ar				
II A		III B		IV B		VB		VIB		VII B		VIII B						IB		IIB									
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36												
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr												
II A		III B		IV B		VB		VIB		VII B		VIII B						IB		IIB									
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54												
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe												
II A		III B		IV B		VB		VIB		VII B		VIII B						IB		IIB									
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86												
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn												
II A		III B		IV B		VB		VIB		VII B		VIII B						IB		IIB									
87	88	89	104	105																									
Fr	Ra	Ac	Rt	Hm																									

Lantánidos: 58 Ce, 59 Pr, 60 Nd, 61 Pm, 62 Sm, 63 Eu, 64 Gd  
 Actínidos: 90 Th, 91 Pa, 92 U, 93 Np, 94 Pu, 95 Am, 96 Cm, 97 Bk, 98 Cf, 99 Es, 100 Fm, 101 Md, 102 No, 103 Lw

terpordio, Rf, 104 descubierta en 1964, su existencia fue apenas de 0,3 segundos; los soviéticos lo llamaron Kurchatovio y los norteamericanos Rutherfordio.

nio II, Hm, 105 descubierta por los americanos en abril de 1970; su existencia fue de dos segundos.

elemento 106 fue descubierta el 29 de julio de 1974 en los laboratorios del Instituto de Investigaciones Científicas de Dubna, al norte de Moscú.

# MACROMINERALES

• **Calcio** (Ca)

• **Fósforo** (P)

**\$\$\$**

• **Magnesio** (Mg)

• **Potasio** (K)

**\$\$\$**

• **Sodio** (Na)

• **Cloro** (Cl)

• **Azufre** (S)

# MICROMINERALES

•Hierro	(Fe)	
•Manganeso	(Mn)	
•Cobre	(Cu)	
•Iodo	(I)	
•Cobalto	(Co)	\$\$\$
•Zinc	(Zn)	\$\$\$
•Selenio	(Se)	\$\$\$
•Molibdeno	(Mo)	

# **PARTICIPACIÓN DE LOS MINERALES EN...**

Sistema inmune.....Cu, Zn, Fe, Se

Producción de energía.....Mg, P, Mn

Sistema hormonal.....Fe, Mn, Zn, Cu, Mg, S, K, I

Síntesis de vitaminas.....Co, S

Regeneración de células sanguíneas.....Cu, Fe

Mantenimiento de la presión osmótica .....Na, K, Cl

Sistemas enzimáticos.....Zn, Cu, K, Mn, Mg, Fe, Ca, Mo

Sistema esquelético.....Ca, Mg, Zn, Mn, P

Reproducción.....P, Cu, K, Mn, Zn, Mg

# • LAS CARENCIAS DE MINERALES

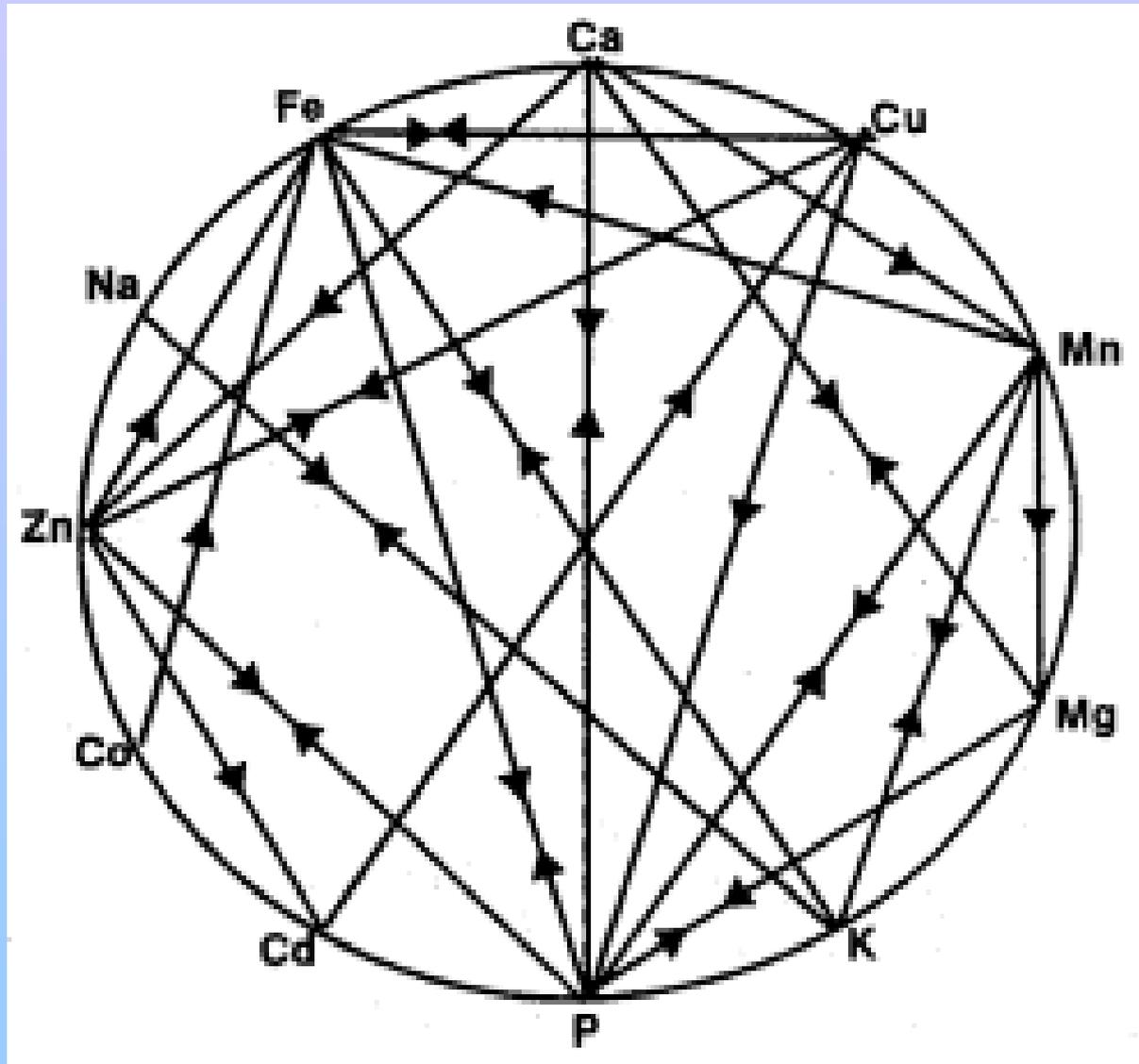
Esqueleto anormal	Anemia	Reproductivos	Piel y pelo	Pica	Nerviosos	Diarrea
Calcio	Hierro	Fósforo	Cobre	Fósforo	Magnesio	Cobre
Fósforo	Zinc	Zinc	Zinc	Cobalto	Potasio	
Manganeso	Cobre	Manganeso	Cobalto	Sodio	Calcio	
Magnesio	Cobalto	Cobre	Fósforo	Cobre	Cobre	
Cobre		Yodo	Potasio		Manganeso	
		Selenio	Sodio			
		Cobalto	Yodo			

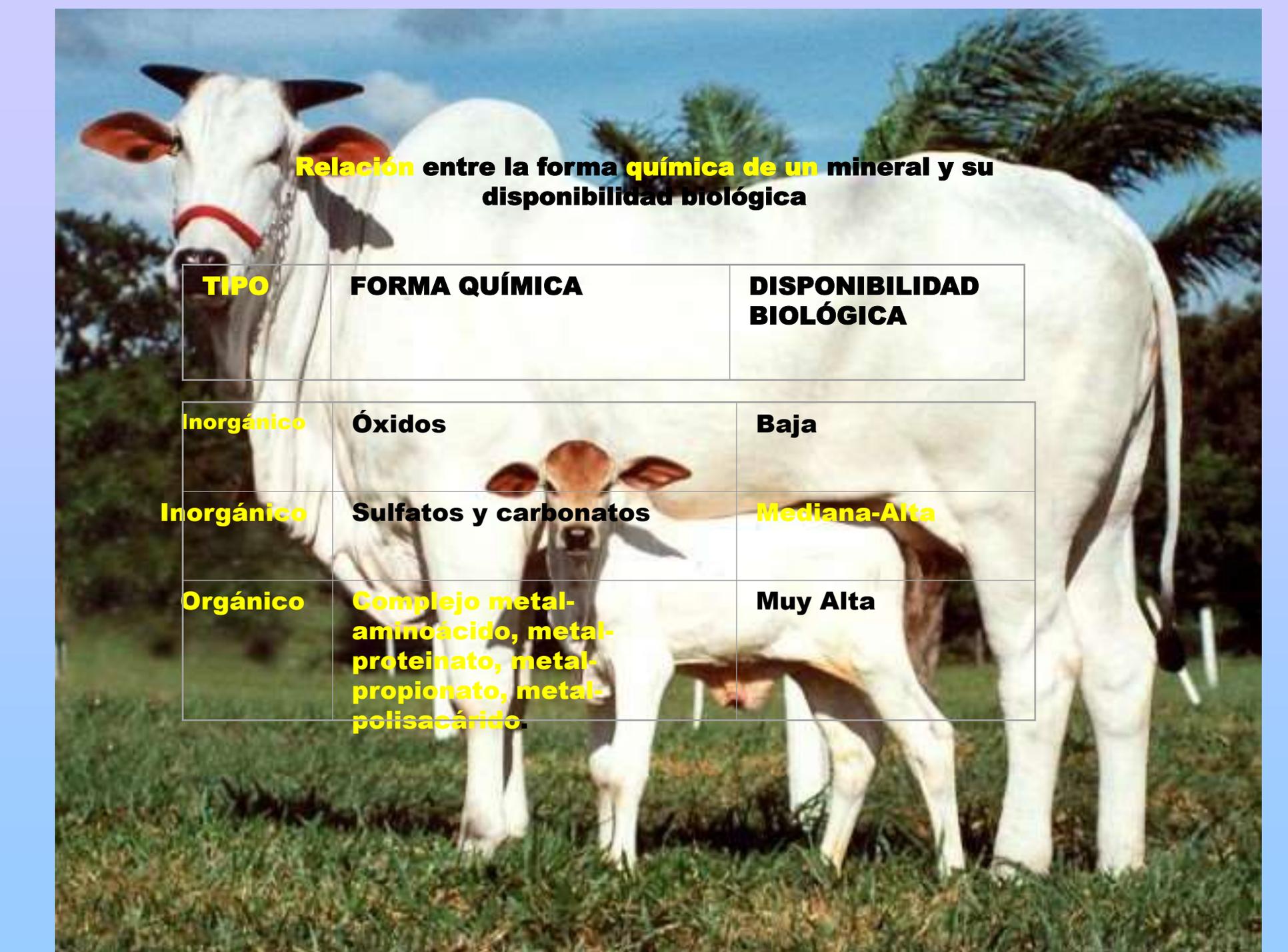
# **LA CALIDAD**

## **de los minerales y su disponibilidad biológica**

**La calidad de la fuente mineral está íntimamente relacionado con la cantidad de producto mineral consumido que es absorbido a través de la pared del intestino delgado y que por lo tanto está disponible biológicamente para el uso metabólico**

# Interacciones entre algunos minerales



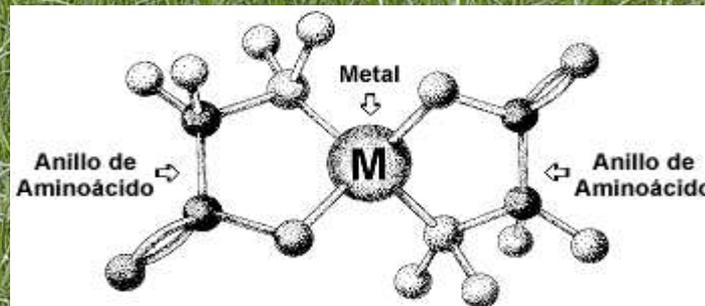
A photograph of a white cow with a red collar and a small white calf in a grassy field. The cow is in the foreground, and the calf is behind it. The background shows green trees and a blue sky.

**Relación entre la forma química de un mineral y su disponibilidad biológica**

<b>TIPO</b>	<b>FORMA QUÍMICA</b>	<b>DISPONIBILIDAD BIOLÓGICA</b>
<b>Inorgánico</b>	<b>Óxidos</b>	<b>Baja</b>
<b>Inorgánico</b>	<b>Sulfatos y carbonatos</b>	<b>Mediana-Alta</b>
<b>Orgánico</b>	<b>Complejo metal-aminoácido, metal-proteinato, metal-propionato, metal-polisacárido.</b>	<b>Muy Alta</b>

# La molécula del quelato Metal-Aminoácido

La quelación se efectúa entre los grupos aminos y carboxilos de los aminoácidos (con cargas negativas) con el ion metálico (con dos cargas positivas) (Michael *et al.*, 1995).





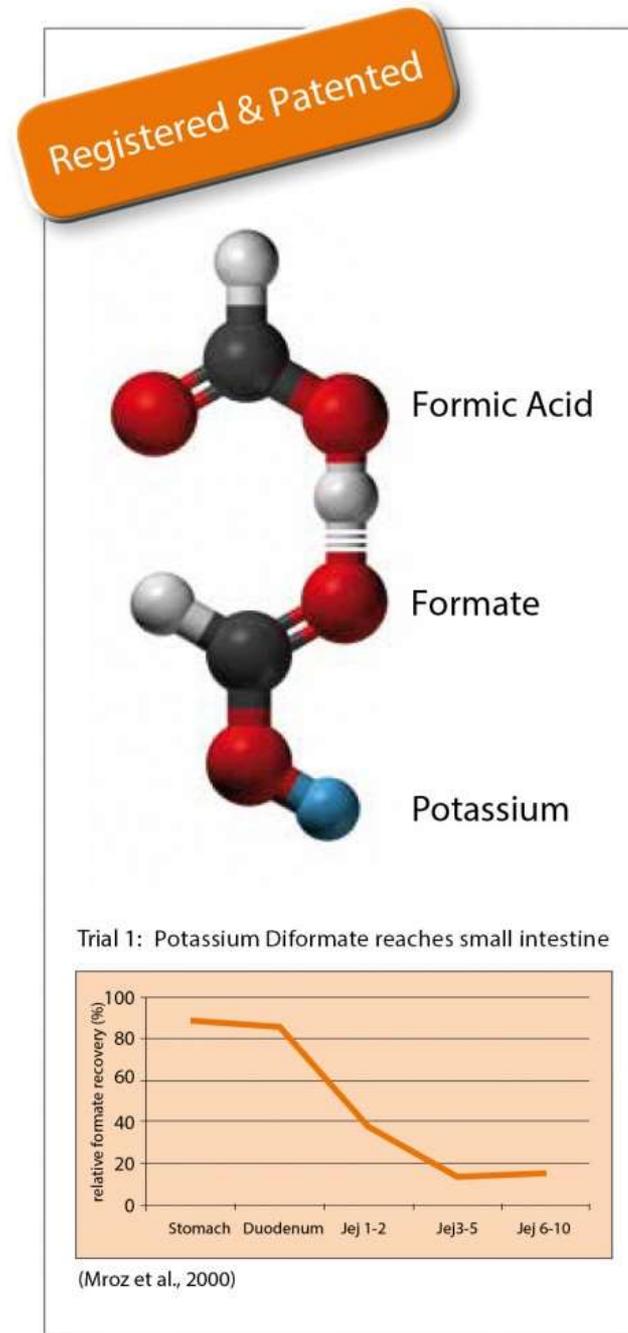
Quelato de  
metionina con zinc

# Diformato de potasio

After ingestion of K-diformate formic acid and K-formate are probably liberated in the stomach, and over 4 h postprandially a major part (93%) enters into the duodenum.

Both constituents of K-diformate are lipophilic and can diffuse passively across bacterial membranes along a favorable electrochemical gradient. In an alkaline intracellular environment, they can dissociate, and the released protons ( $H^+$ ) and formate ( $HCOO^-$ ) suppress growth of bacteria, whereas free K ions contribute to intraluminal and(or) systemic acid-base homeostasis and cellular transport.

Both molecular constituents of K-diformate can also be absorbed in the small intestine.





Los bloques minerales



Composición de etiqueta

## Una fuente de minerales poco común: las algas marinas



Elevado contenido en azufre, un buen nivel de potasio y un moderado contenido de cobalto.



¿EN QUE CANTIDAD SE DEBEN  
INCLUIR?

**Diagnóstico mineral  
(Pasto, agua, hueso)**



# **Estudio de las deficiencias nutricionales de macroelementos calcio, fósforo y magnesio en bovinos en la zona norte del estado de Chiapas...**

<b>Calcio</b>	<b>Fósforo</b>	<b>Magnesio</b>	<b>Cobre</b>	<b>Hierro</b>	<b>Zinc</b>
<b>0.3%</b>	<b>0.06%</b>	<b>1.1%</b>	<b>7 ppm</b>	<b>193ppm</b>	<b>13</b>
<b>Def</b>	<b>Def</b>	<b>Ok</b>	<b>Def</b>	<b>Elev</b>	<b>Def</b>



# **Estudio de las deficiencias nutricionales de macroelementos calcio, fósforo y magnesio en bovinos en Tabasco**

**Calcio Fósforo**

**0.36% 0.11%**

**Def Def**

Comparación entre el contenido de minerales de los pastos en el estado de Yucatán con el requerimiento de bovinos\*

Mineral	INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIÓN			
	INIFAP-SAGARPA (Millán y col., 1990).	Univ. Aut. de Chapingo (Mendez, 1996)	FMVZ-UADY (Cabrera, 1996).	ITA # 2 Conkal. DGETA (Carmona, 1998)
Calcio	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado
Fósforo	Deficitario	Deficitario	Deficitario	Deficitario
Magnesio	--	Adecuado	--	--
Potasio	--	--	--	Adecuado
Fierro	Excesivo	--	--	--
Zinc	Marginal	Deficitario	--	Marginal
Cobre	Marginal	Deficitario	--	Marginal
Cobalto	No detectable	--	--	--
Selenio	No detectable	--	--	--

## Contenido de cobre en el agua de pozo dependiendo de su localización geográfica.(mg/L)\*

Localización geográfica del pozo muestreado en Yucatán	n	Media	D.E.	Mínimo	Maximo
Centro	21	0.15 <sup>ab</sup>	0.04	0.08	0.22
Este	13	0.12 <sup>b</sup>	0.04	0.07	0.22
Sur	4	0.19 <sup>a</sup>	0.03	0.16	0.23
Oeste	2	0.16 <sup>ab</sup>	0.07	0.12	0.21

Cantidad recomendable de Cu en el agua de bebida para animales  
0.50 mg/L (SEDUE 1989)

- Efecto de la zona geográfica en donde se ubicó el predio ganadero, sobre el contenido de minerales en la costilla de ovinos.

<b>Zona Centro</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>	<b>% de obv. Debajo de lo recomendable</b>
<b>Calcio (%)</b>	<b>72</b>	<b>41.35</b>	<b>11.81</b>	<b>14.08</b>	<b>70.91</b>	<b>27</b>
<b>Potasio (%)</b>	<b>57</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>	<b>0.08</b>	<b>95</b>
<b>Cobre (ppm)</b>	<b>73</b>	<b>0.69</b>	<b>0.50</b>	<b>0.07</b>	<b>2.73</b>	<b>99</b>
<b>Hierro (ppm)</b>	<b>74</b>	<b>4.83</b>	<b>3.51</b>	<b>0.11</b>	<b>16.42</b>	<b>100</b>
<b>Zona Oriente</b>						
<b>Calcio</b>	<b>31</b>	<b>46.29</b>	<b>9.49</b>	<b>18.77</b>	<b>74.00</b>	<b>6</b>
<b>Potasio</b>	<b>26</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.02</b>	<b>100</b>
<b>Cobre</b>	<b>32</b>	<b>0.73</b>	<b>0.62</b>	<b>0.07</b>	<b>3.40</b>	<b>97</b>
<b>Hierro</b>	<b>32</b>	<b>3.85</b>	<b>3.13</b>	<b>0.63</b>	<b>16.42</b>	<b>97</b>

A young goat is looking through a hole in a large, worn black tire. The tire is mounted on a wooden post. The goat's head is visible through the hole, and it has a green ear tag. The background shows a dirt ground and a tree trunk.

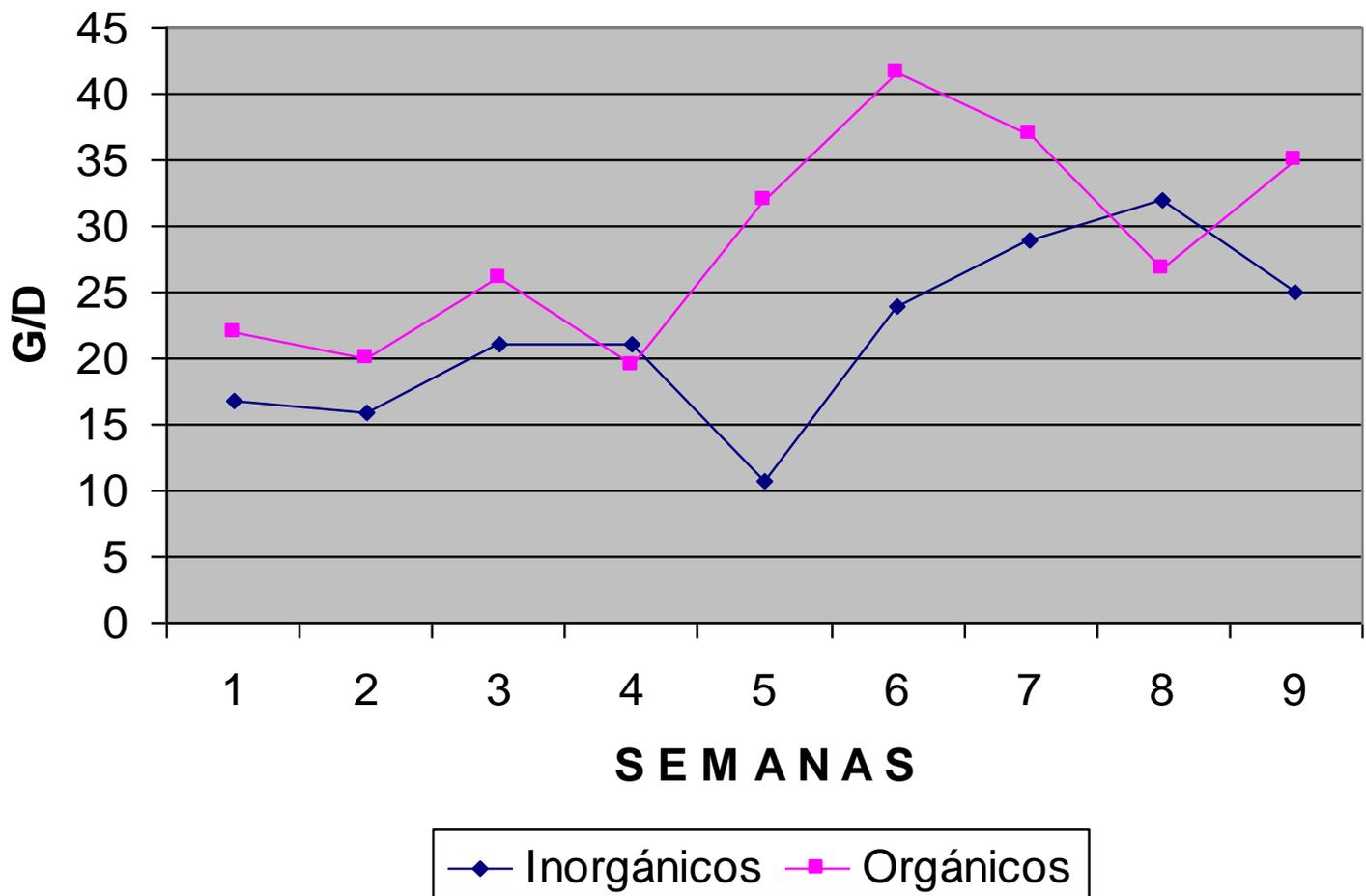
**Consumo de minerales y factores que lo afectan**

**Debido a la participación  
activa de los minerales en  
los eventos reproductivos y  
en el desarrollo de los  
animales,  
se necesita de su**

**aporte constante y  
confiable.**

- **La constancia debe de quedar en manos del ganadero, aportando cotidianamente a sus animales un suplemento mineral.**
- **La confiabilidad quedará en manos de las empresas fabricantes, quienes deben utilizar insumos de calidad para elaborar sus productos.**

### Evolución del consumo diario de minerales en novillonas durante 9 semanas



**Consumo promedio diario de minerales durante 9 semanas registrado en dos lotes de novillonas**

<b>Grupo de Novillonas</b>	<b>G/anim/d</b>
<b>Con minerales inorgánicos</b>	<b>22</b>
<b>Con minerales orgánicos</b>	<b>26</b>

# Accesibilidad



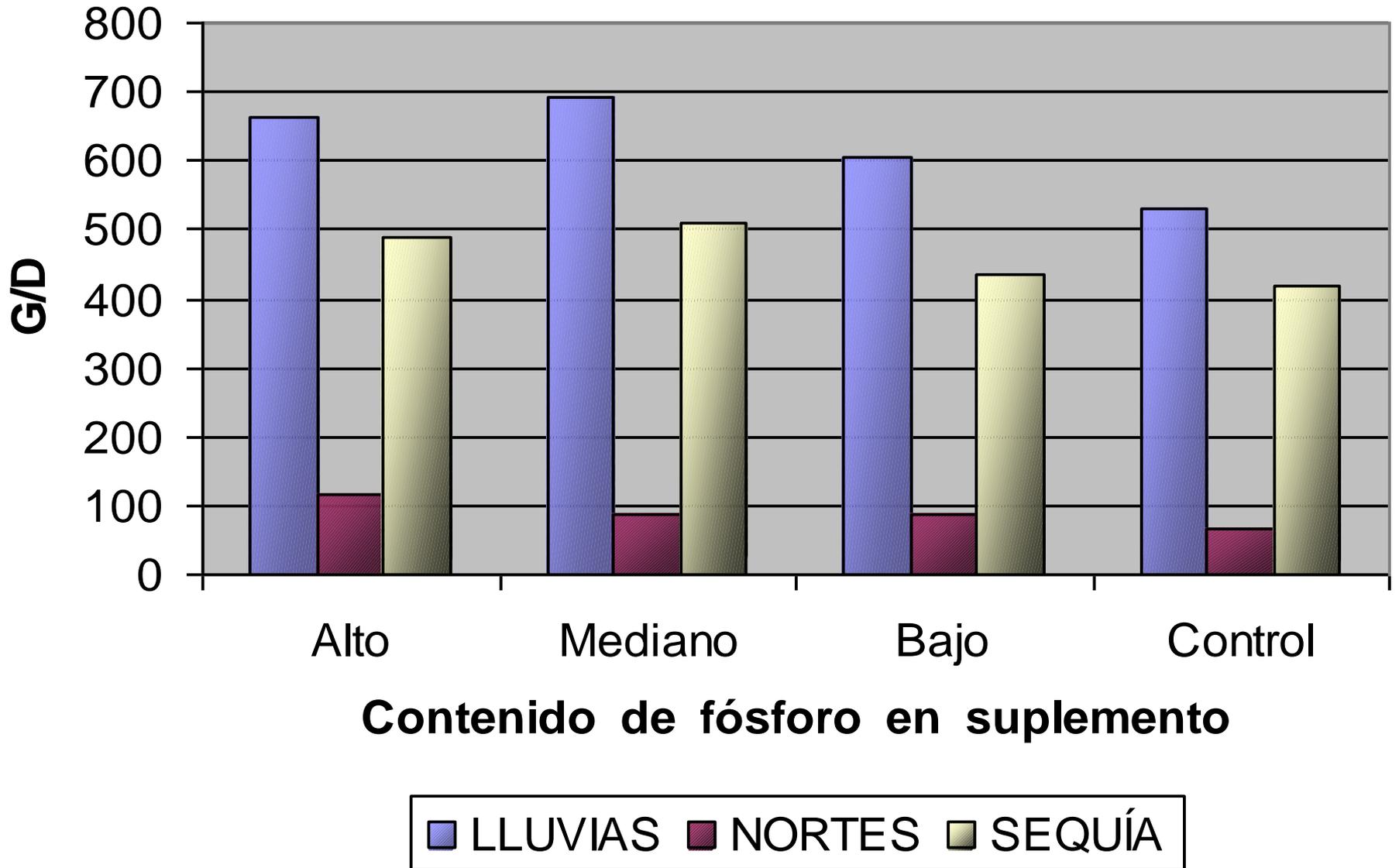
## Manipulación del gusto de un suplemento mineral comercial y sus consecuencias

<b>Nivel de consumo que propicia el producto</b>	<b>Factor regulatorio del gusto</b>	<b>Tipo de producto comercial</b>	<b>Concentración de minerales. (Contenido de fósforo)</b>	<b>Costo</b>
<b>Elevado</b>	<b>Sal común, melaza, etc.</b>	<b>Poco concentrado</b>	<b>Igual o menor al 5%</b>	<b>Reducido</b>
<b>Moderado a bajo</b>	<b>Sulfato de magnesio, otros sabores amargos o texturas</b>	<b>Mediana-mente o muy concentrado</b>	<b>Mayor al 5%, hasta un 15%</b>	<b>Moderado o elevado</b>

# Impacto de la suplementación



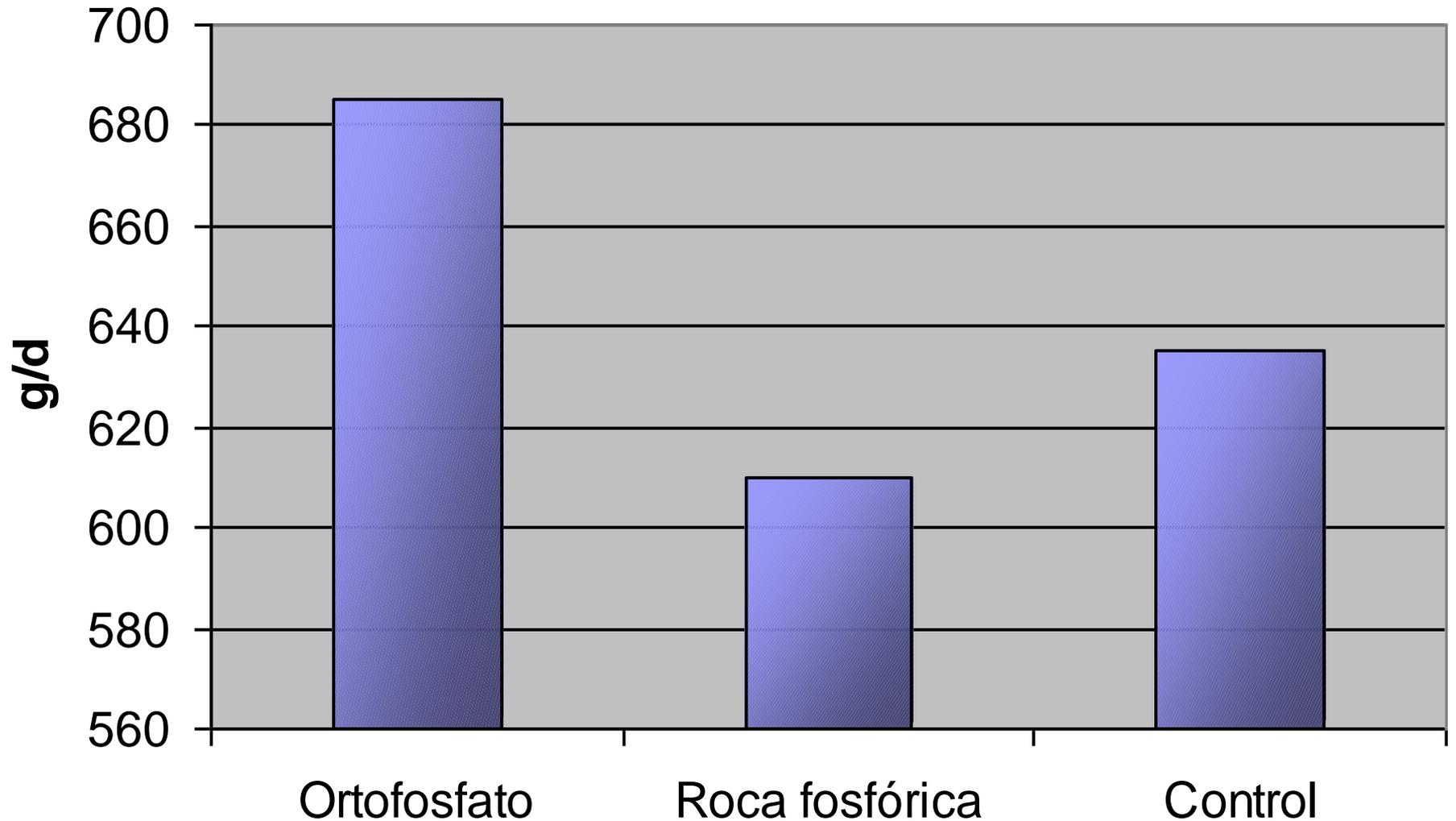
# Efecto de 3 niveles de suplementación fosforada a bovinos en pastoreo sobre su ganancia de peso



# OPTIMIZANDO LA SUPLEMENTACIÓN FOSFORADA

**Durante la época de lluvias, mediante la suplementación de 3.3 g de P/animal/día es posible, incrementar significativamente la ganancia de peso de bovinos pastoreando forrajes con un contenido de P inferior al 0.10% en la zona oriente del estado de Yucatán.**

# Efecto del tipo de fuente mineral sobre la ganancia de peso de becerros suplementados con minerales



## EN CAMPECHE...

Castrillo (1983) encontró con novillonas

	Ganancia Diaria	Consumo
Grupo suplementado	819 g	94 g
Grupo control	558 g	80 g

La inclusión de la premezcla mineral mejoró el consumo de alimento en 7% (1190 vs 1270 g alimento/día), la ganancia de peso en 51% (169 vs 256 g/día) y la conversión alimenticia en 41% (5.0 vs 7.0 kg de alimento/kg de ganancia de peso) en relación a los borregos sin premezcla mineral.

(Domínguez et al. 1997)



# RESPUESTA DE LA BORREGA PELIBUEY LACTANTE A LA SUPLEMENTACIÓN MINERAL



¿Y en el ganado de lidia?



Ganaderías Quiriceo y  
Guayabé  
Dr. Diaz Echverría







**SUPLEMENTO MINERAL PARA RUMIANTES  
EN PASTOREO**

Registro S.A.G.A.R.P.A. A-7041-001

**Contenido Neto 20 Kg.**

*Análisis de garantía:*

Calcio, mínimo	8.80 %
Fósforo, mínimo	6.00 %
Sodio, máximo	27.00 %
Cloro, máximo	35.00 %
Cobre, mínimo	0.060 %
Cobalto, mínimo	0.0015 %
Selenio, mínimo	0.0031 %
Zinc, mínimo	0.200 %
Hierro, mínimo	0.004 %
Azufre, mínimo	0.006 %

*Ingredientes:*

Ortofosfato de calcio, carbonato de calcio, cloruro de  
sulfato de cobre, carbonato de cobalto, óxido de

# ELABORANDO UN SUPLEMENTO

## Composición %:

Sal de mar 30%

Carbonato de Calcio  
30%

Ortofosfato de Calcio  
30%

## Contenido mineral:

Calcio 25.0%

Fósforo 6.5%

## Consumo animal:

Entre 20 y 40 g por animal  
diariamente



## Importante a conocer: el mezclado



## EN CUANTO A LAS FINANZAS...

Estimación de la relación beneficio-costos (RB-C).

Se le asignó un costo de \$/kg al suplemento mineral del tratamiento M y \$/kg de peso corporal de un bovino en pie. Se determinaron los costos e ingresos marginales al aplicar la suplementación mineral fosforada.

Entonces se obtuvo,

En la época de lluvias una RB-C de 5.3

Durante las épocas de sequía y de nortes-sequía la RB-C fue de 5.1 y 1.4 respectivamente.

Esto indica que esta suplementación mineral resulta atractiva al poder pagar la inversión, siendo rentable.

Los elementos OBE son:

- aluminio
- arsénico
  - boro
  - litio
- níquel
- rubidio
- silicio
- vanadio

Los trabajos de Anke *et al.*, publicados entre 1991 y 1993, utilizando el modelo caprino, los han revelado como posiblemente requeridos

- **Minerales no requeridos (a la fecha) en alimentación animal**

- **Antimonio**
- **Bario**
- **Bismuto**
- **Cadmio**
- **Germanio**
- **Plomo**
- **Mercurio**
- **Plata**
- **Estroncio**
- **Titanio**
- **Tungtseno**



## **Conclusiones**

**La suplementación mineral a rumiantes pastoreado es muy importante ya que incrementa la productividad, al corregir sus deficiencias y excesos en las pasturas. Esta respuesta se observa en época de lluvias, y en menor grado, en sequía, siendo económicamente rentable.**

## **Conclusiones**

**El consumo de los microminerales orgánicos  
podría ser recomendable**



## **Conclusiones**

- 1. Es necesario proporcionar diariamente suplementos minerales a los rumiantes en pastoreo.**
- 2. Un suplemento que resuelve grandemente las deficiencias de minerales es el que se elabora con sal de mar, carbonato de calcio y ortofosfato de calcio a partes iguales.**
- 3. Hay que proporcionar diariamente suplementos minerales a los rumiantes en pastoreo.**

***(Esto último no es repetitivo, sino el énfasis que ponemos en la necesidad de respetar esta estrategia).***



Arturo F. Castellanos Ruélas

[cruelas@correo.uady.mx](mailto:cruelas@correo.uady.mx)