Cursos de Ganadería Tropical Oaxaca
REDGATRO. CONACyT.

SUPLEMENTACIÓN MINERAL EN LA GANADERÍA EXTENSIVA TROPICAL

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

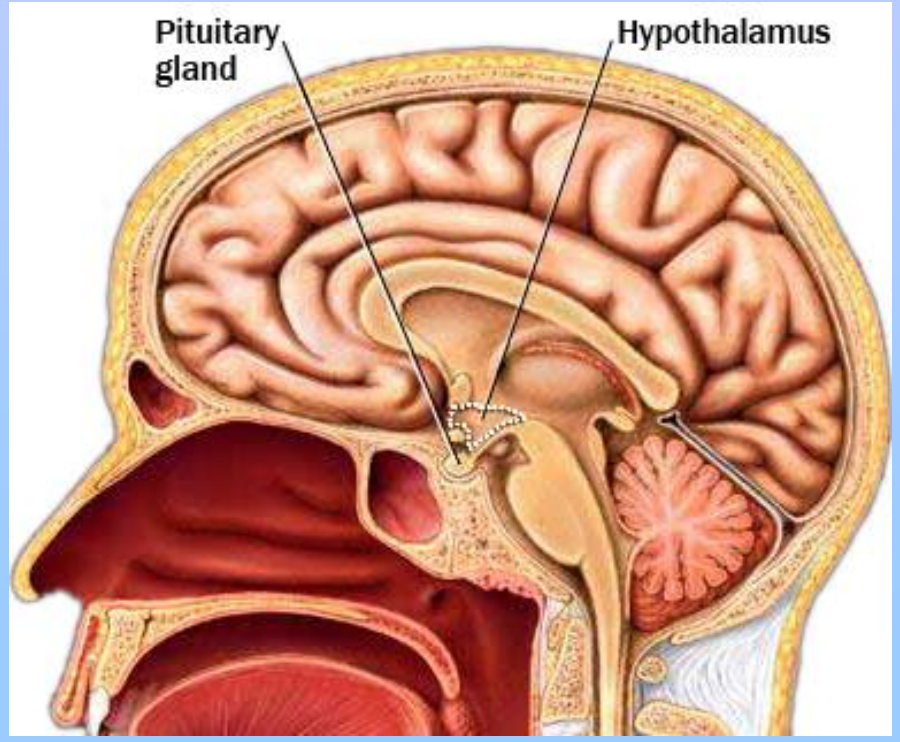
Oaxaca, Oax., 19 de Octubre de 2017

La ciencia apuesta por la genómica

Consumo de alimento

Neuropéptidos

- **Estimuladores**
- **Inhibidores**



Neuropéptidos

- Neuropéptido y
- Beta Endorfina y Opiomelanocortina
- Enkefalina y Diyorfina
- Colecistoquinina
- Corticotrofina
- Urocirtina
- Somatostatina

Hormonas

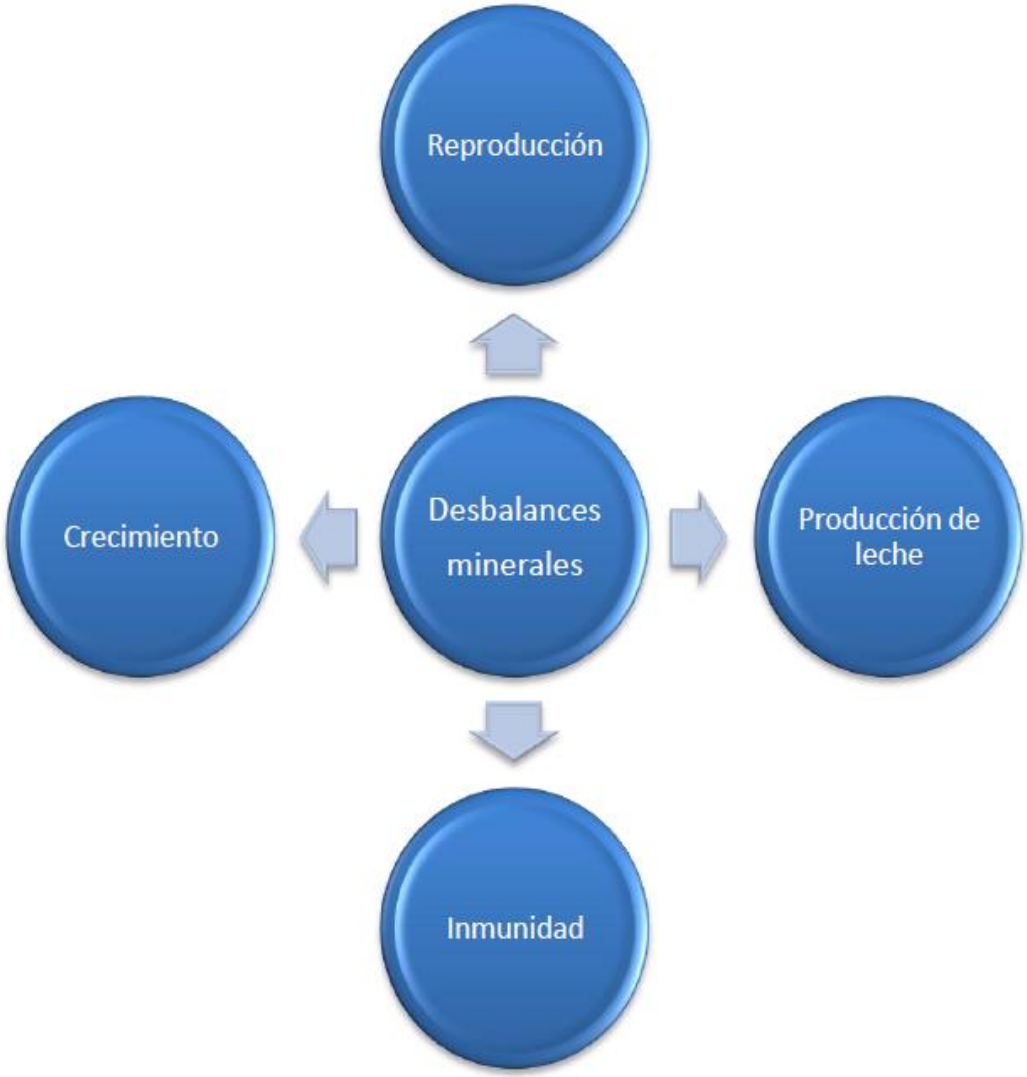
- Insulina
- Grelina
- Leptina

La realidad actual…

apunta a los mismos problemas de siempre

Basta con pasear por el campo yucateco, o la sierra de Oaxaca, o los parajes del Estado de México, entre otros escenarios nacionales, para constatar que los hatos y rebaños distan mucho de estar en las condiciones productivas que debieran. Casi el 50% están en condiciones de subsistencia (Vázquez y col., 2009). Podremos ver animales con baja condición corporal y paralelamente un desperdicio de recursos con potencial alimenticio. Hay comunidades que no consideran a los esquilmos de la cosecha de los granos como alimentos susceptibles para los rumiantes y por lo tanto, se desperdician.

Importancia de los minerales…



Forrajes

Suplementos

Ovinos

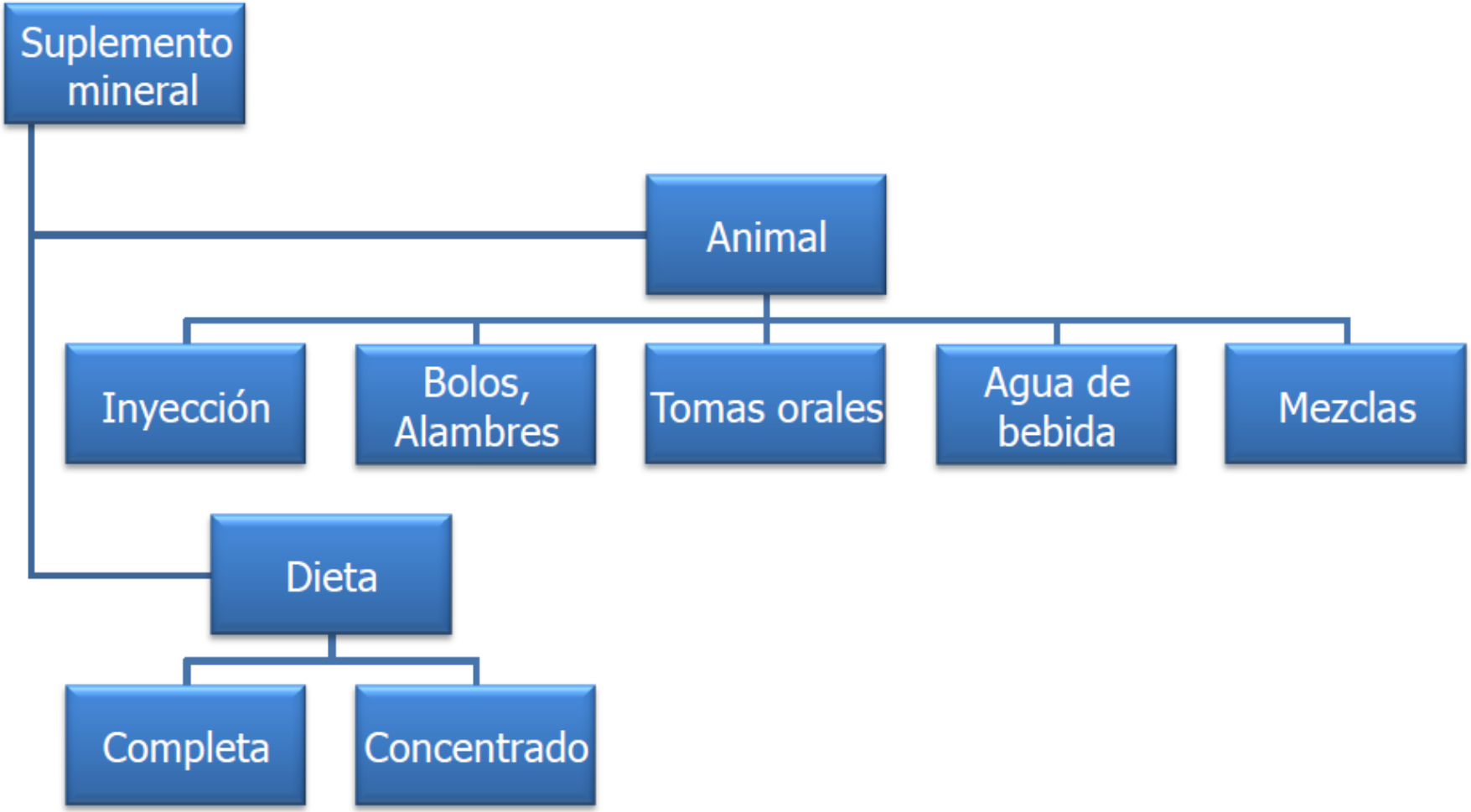
Agua

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
Flúor, ppm		20-100

Opciones de suplementación mineral del ganado



Errores comunes en la nutrición mineral de los rumiantes

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?

¿DE QUE CALIDAD?

¿CUALES Y 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?

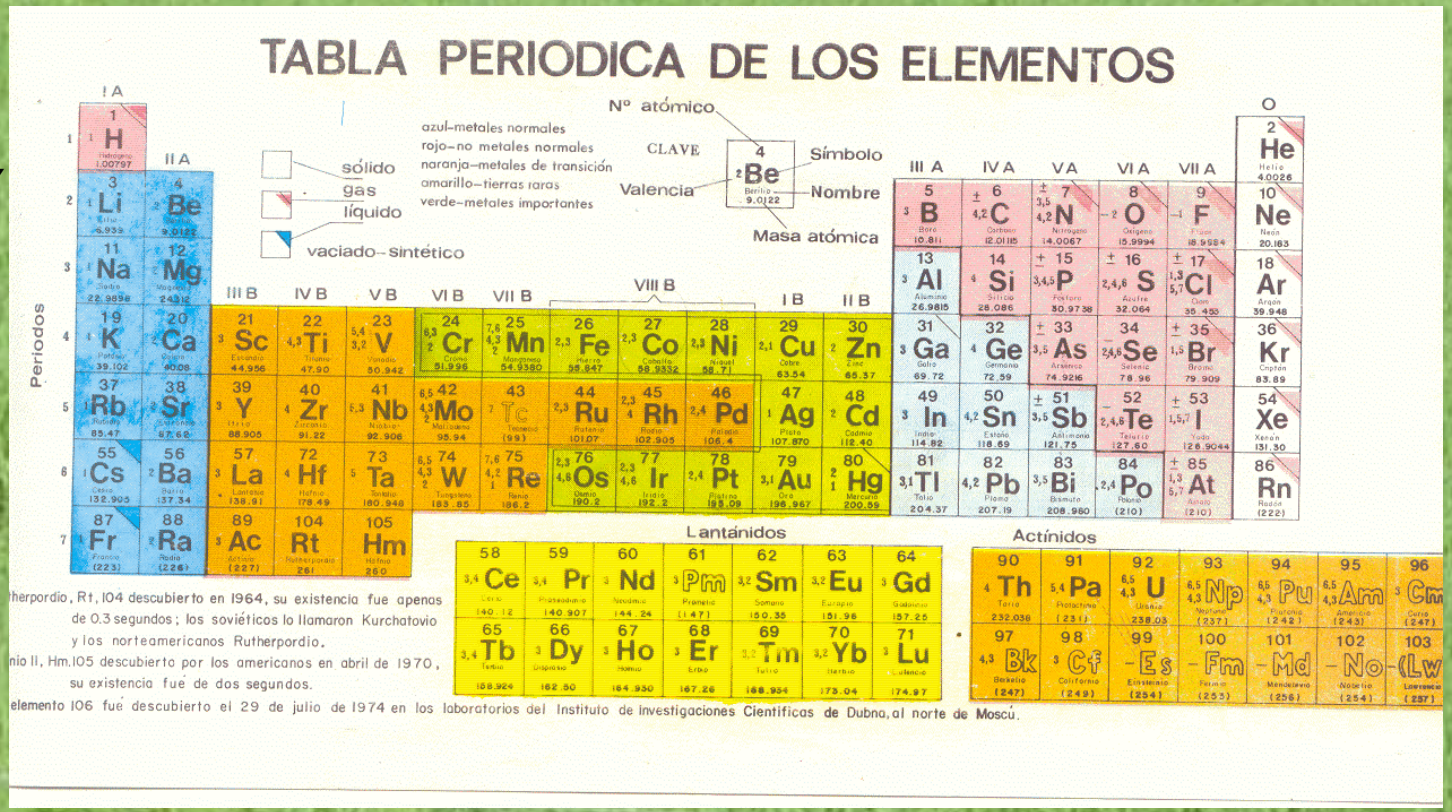
¿DE QUE CALIDAD?

¿EN QUE CANTIDAD EN LA FÓRMULA?

¿CUANTO VA A COMER EL ANIMAL?

¿CUÁL ES LA RESPUESTA QUE VOY A OBTENER?

¿ACASO SERÁ REDITUABLE?



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	Problemas Reproductivos	Piel y pelo	Pica	Sistema Nervioso	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			
		Molibdeno				

¿DE QUE CALIDAD?

CUALES Y EN QUE CANTIDAD EN LA FÓRMULA?

¿CUANTO VA A COMER EL ANIMAL?

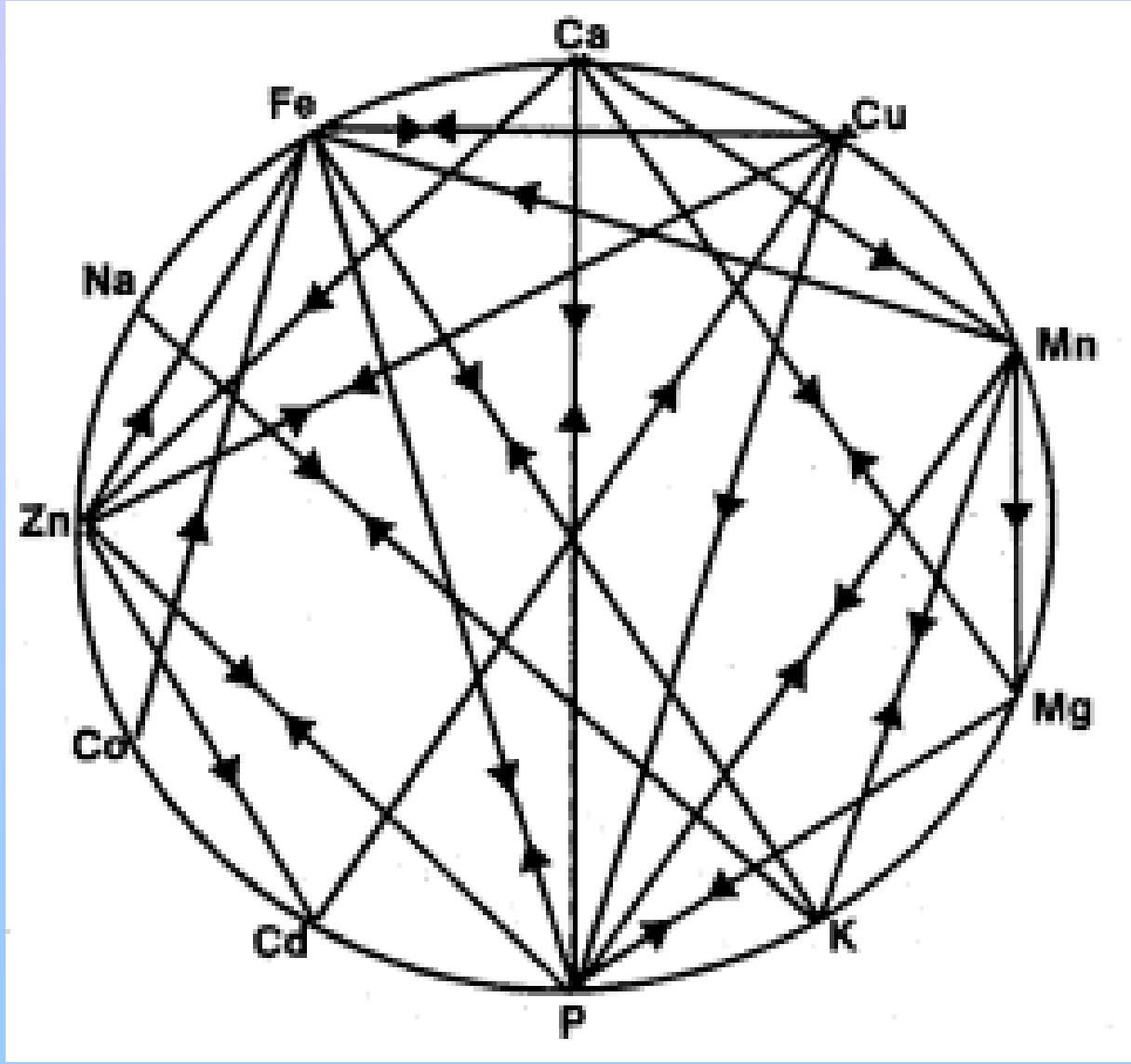
¿CUÁL ES LA RESPUESTA QUE VOY A OBTENER?

¿ACASO SERÁ REDITUABLE?

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

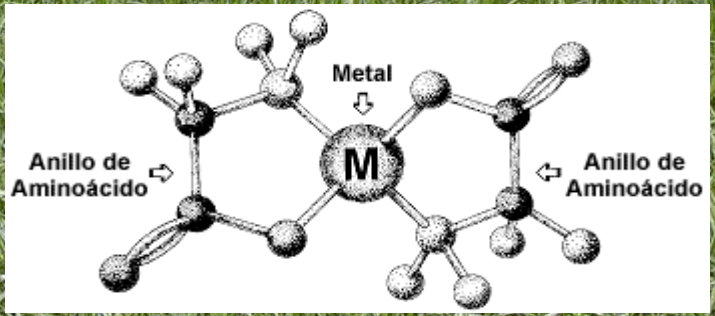


Relación entre la forma química de un mineral y su disponibilidad biológica

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

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).



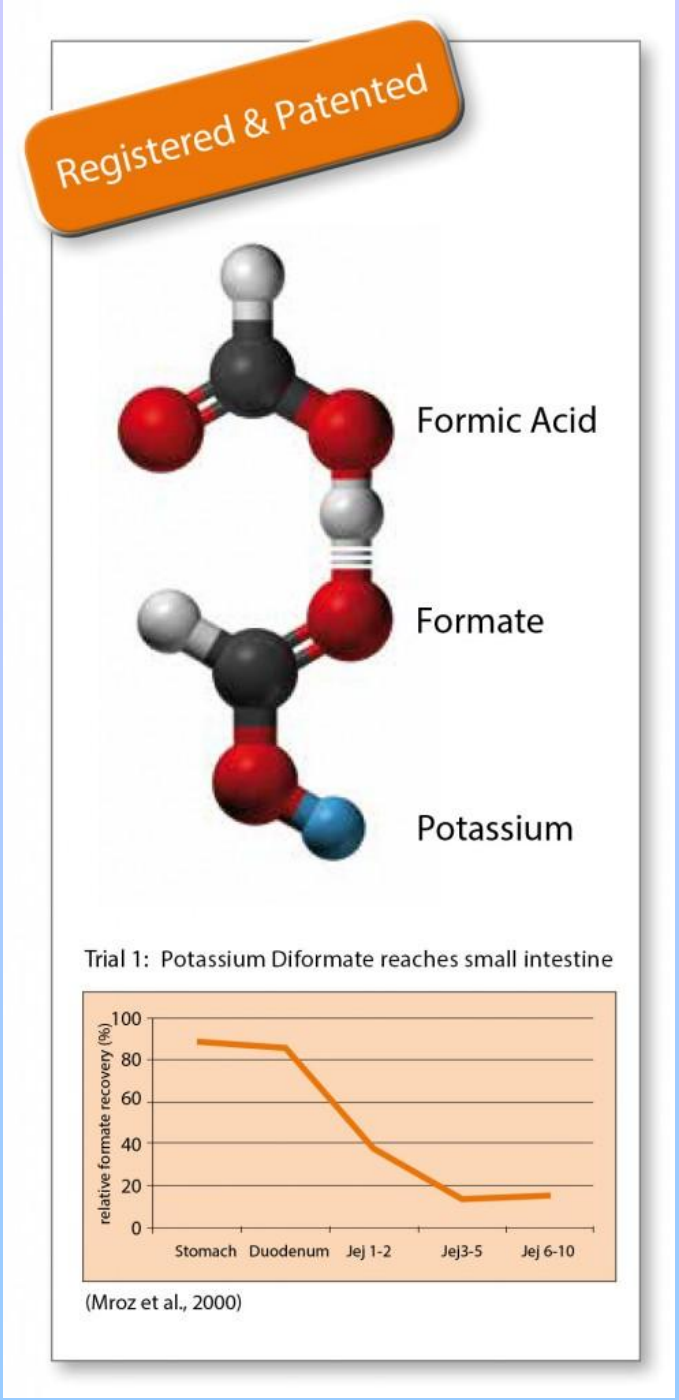
Quelato de
metionina con zinc

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?

COMPOSICIÓN:

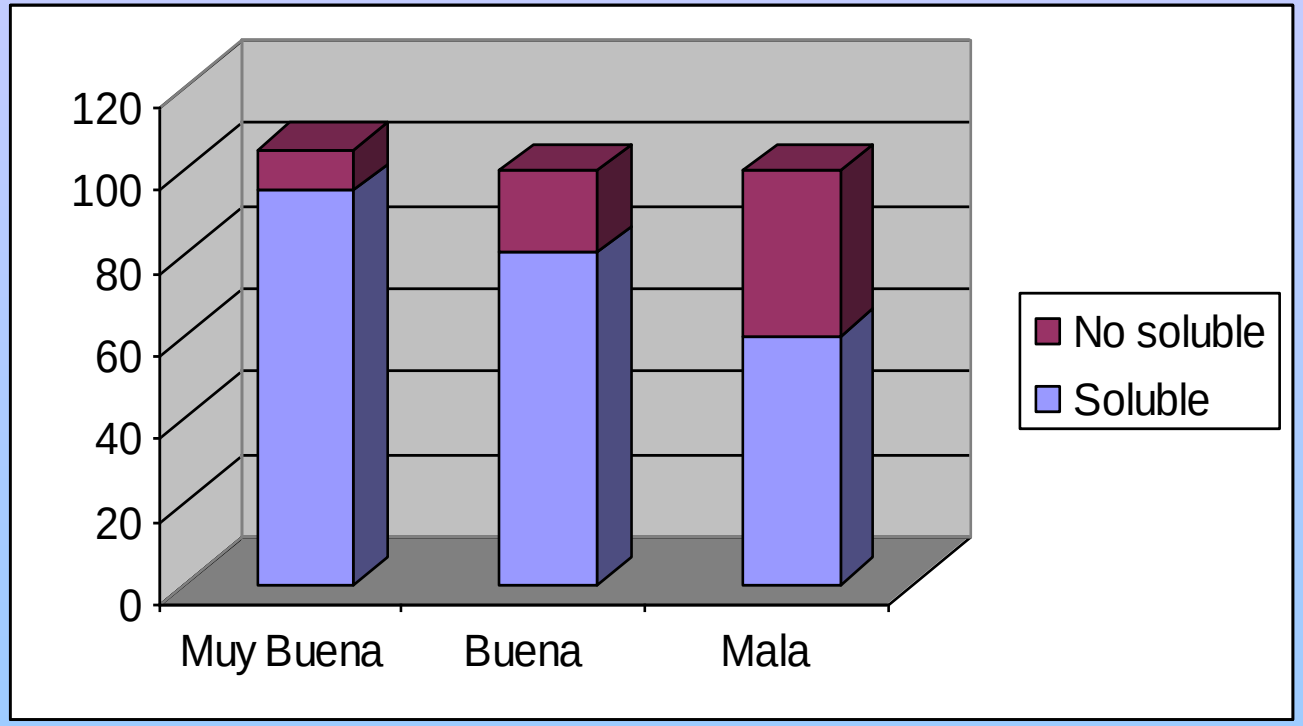
Na 33.89% Zn 10000mg/Kg. Cu 1500mg/Kg. Ca 0.63% Mn 3000mg/Kg. I150mg/Kg. - S 1824mg/Kg. - Co 100mg/Kg. - Se 50mg/Kg. - Mg 1.92% - Fe 1900mg/Kg.

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.

Clasificación cualitativa de fuentes fosforadas de acuerdo a su porcentaje de solubilidad cítrica



Diagnóstico mineral (Pasto, agua, hueso)

¿CUALES MINERALES?

¿DE QUE CALIDAD?

¿CUALES Y EN QUE CANTIDAD EN LA FÓRMULA?

¿CUANTO VA A COMER EL ANIMAL?

¿CUÁL ES LA RESPUESTA QUE VOY A OBTENER?

¿ACASO SERÁ REDITUABLE?

Almoloya
Altotonga
Netzahualcóyotl
Perote
Jalapa
Úrsulo Galván
TLAXCALA
Tequixquitla
Coatepec
Ayotla
Veracruz
San Martín Texmelucan de Labastida
Cholula
Puebla
Orizaba
Tomatlán
Soledad de Doblado
Cuautla
Córdoba
Lerdo de Tejada
Molcaxac
Maltrata
PUEBLA
San Andrés Tuxtla
Tezonapa
Tierra Blanca
Tecolapan
Tupilco
TABASCO
Axochiapan
Tehuacán
Ajalpan
Plaxtla
Playa Vicente
Coatzacoalcos
Comalcalco
Acatlán de Osorio
Huautla de Jiménez
Isla
Chinameca
Guadalupe
Pocholtepec
San Juan Bautista Tuxtepec
Cárdenas
Villahermosa
San José Chiltepec
Acayucan
Minatitlán
Reforma
Chilapa de Alvarez
Totolapa
Huajuapan de León
Alpoyeca
El Juile
Hidalgotitlán
Villa de Tamazulapan
Teapa
Tlalixtaquilla
Tlapa de Comonfort
Jesús Carranza
VERACRUZ
Pichucalco
Santa María
San Francisco Telixtlahuaca
Metlatonoc
Asunción Tlaxiaco
Matías Romero Avendaño
Simojovel de Allende
Oaxaca
San Juan Guichicovi
Putla de Guerrero
Bochil
Jitotol
Magdalena Teitipac
Cuanana
Zaachila
Santo Domingo Petapa
Cintalapa de Figueroa
Berriozábal
Marcos
Azoyú
Santa Gertrudis
Ocotlán de Morelos
El Barrio de la Soledad
Tuxtla Gutiérrez
Copala
Ometepec
Miahuatlán de Porfirio Díaz
Progreso
Ciudad Ixtepec
San Francisco Ixhuatán
Las Rosas
Mancuernas
Juchitán de Zaragoza
Arriaga
Villa Flores
Santiago Pinotepa Nacional
Santiago Jamiltepec
OAXACA
Salina Cruz
Tonalá
CHIAPAS
Puerto Escondido
San Pedro
Santa María Huatulco

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

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

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 en Yucatán (mg/L)

Localización geográfica	n	Media	D.E.	Mínimo	Maximo
Centro	21	0.15^{ab}	0.04	0.08	0.22
Este	13	0.12^{b}	0.04	0.07	0.22
Sur	4	0.19^{a}	0.03	0.16	0.23
Oeste	2	0.16^{ab}	0.07	0.12	0.21

Cantidad recommendable 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.

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

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

Zona Poniente	n	Media	Desviación Estándar	Mínima	Máxima	% de obv. Debajo de lo recomendable
Calcio	9	39.51	11.78	23.12	57.42	33
Potasio	8	0.01	0.00	0.00	0.02	100
Cobre	9	0.97	0.39	0.40	1.57	100
Hierro	9	5.13	5.10	0.63	15.89	100
Zona Sur						
Calcio	23	43.85	8.78	24.75	58.83	17
Potasio	19	0.01	0.01	0.00	0.05	96
Cobre	24	0.45	0.26	0.07	1.07	100
Hierro	24	4.66	3.43	0.11	12.74	100

ALES MINER

QUE CALID

¿CUALES Y EN QUE CANTIDAD EN LA FÓRMULA?

¿CUANTO VA A COMER EL ANIMAL?

¿CUÁL ES LA RESPUESTA QUE VOY A OBTENER?

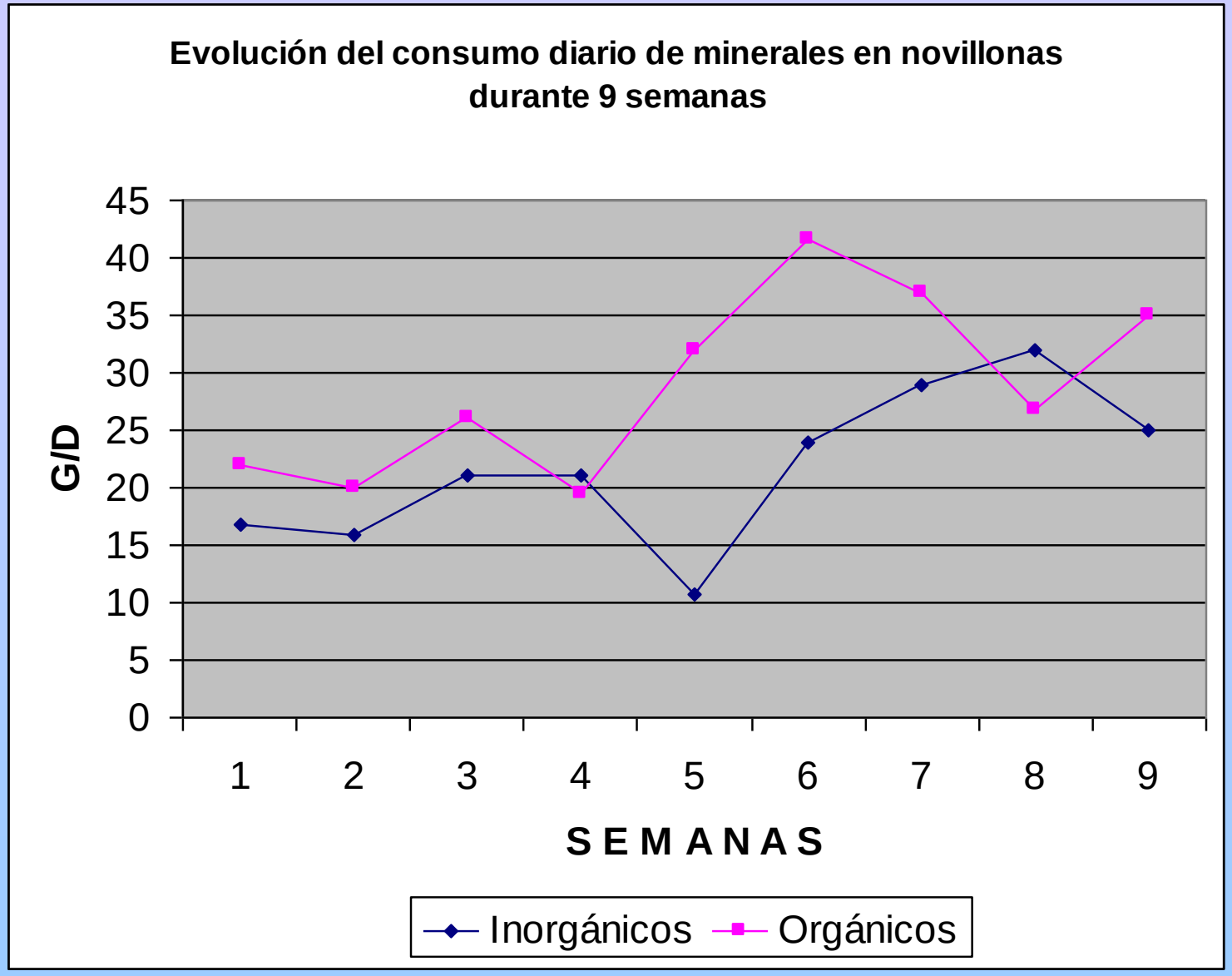
¿ACASO SERÁ REDITUABLE?

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
G/D
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
S E M A N A S
Inorgánicos
Orgánicos

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

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

Accesibilidad

Manipulación del gusto de un suplemento mineral comercial y sus consecuencias

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

ALES MINER

QUE CALID

¿CUALES Y EN QUE CANTIDAD EN LA FÓRMULA?

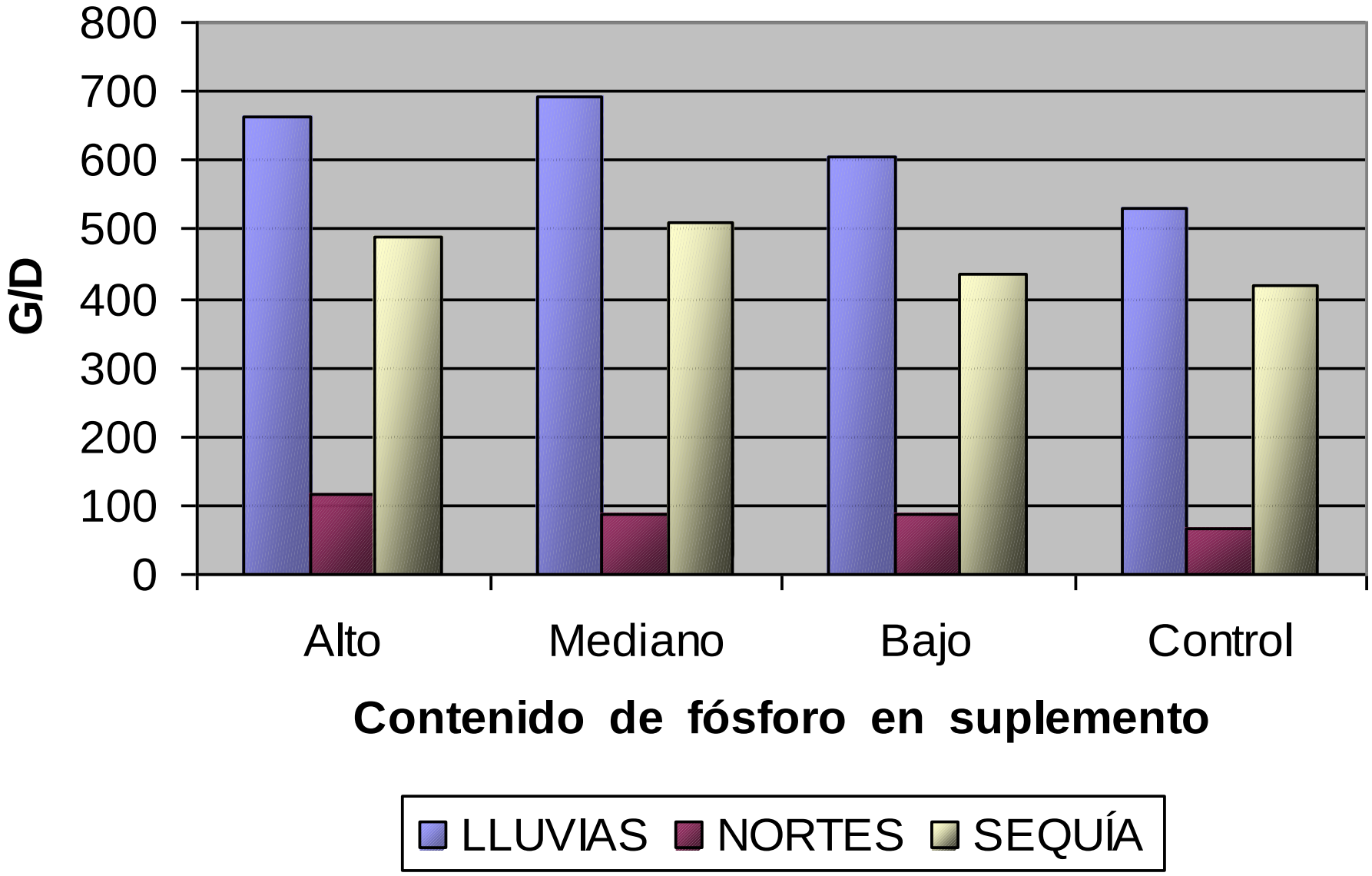
¿CUANTO VA A COMER EL ANIMAL?

¿CUÁL ES LA RESPUESTA QUE VOY A OBTENER?

¿ACASO SERÁ REDITUABLE?

Impacto de la suplementación

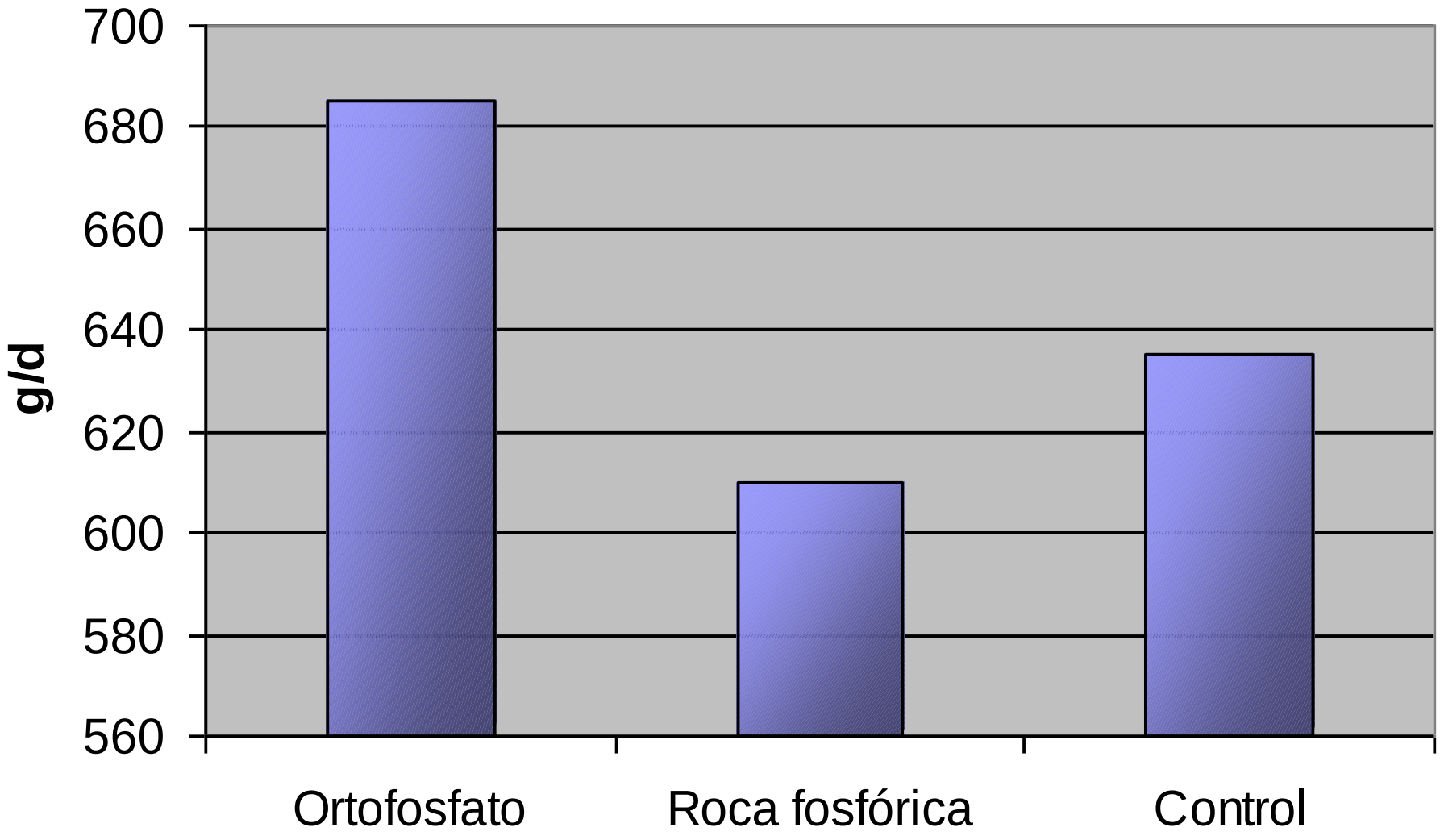
Efecto de 3 niveles de suplementación fosforada a bovinos en pastoreo sobre su ganancia de peso



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

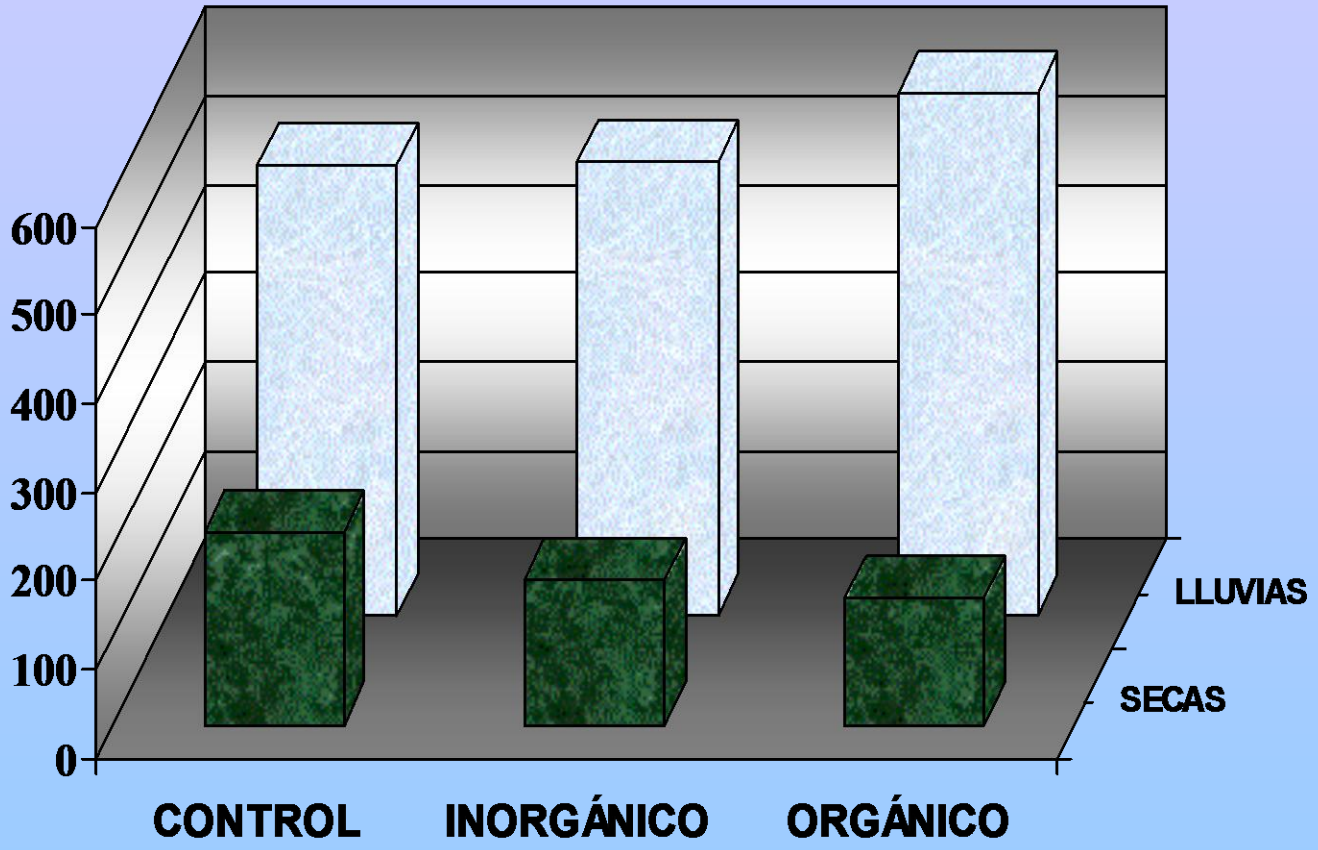


EN CAMPECHE…

Castrillo (1983) encontró con novillonas

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

Velocidad de crecimiento de novillonas alimentadas con dos tipos de microminerales en dos épocas del año.



En Ovinos

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% (7.0 vs 5.0 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 Echeverría

solu-sal
SUPLEMENTO MINERAL PARA RUMIANTES
EN PASTOREO
Contenido Neto 20 Kg.
0.0031
0.200 %
0.004 %
0.006 %
DECIMO ANIVERSARIO

Solu-Sal

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

Comparación en el contenido de minerales de dos productos comerciales

Mineral	Bloque	Solusal
Na	33.9	27.0
Zn	1.0%	0.2%
Cu	0.15%	0.06%
S	0.18%	0.006%
Co	0.01%	0.0015%
Se	0.005%	0.003%
Fe	0.19%	0.004%
Mg	1.92%	---------

ELABORANDO UN SUPLEMENTO

Composición %:

Sal de mar 33%
Carbonato de Calcio 33%
Ortofosfato de Calcio 33%

Contenido mineral:
Calcio 25.0%
Fósforo 6.5%

Consumo animal:
Entre 20 y 40 g por animal diariamente

Importante a conocer: el mezclado

¿CUALES MINERALES?

¿DE QUE CALIDAD?

¿CUALES Y EN QUE CANTIDAD EN LA FÓRMULA?

¿CUANTO VA A COMER EL ANIMAL?

¿CUÁL ES LA RESPUESTA QUE VOY A OBTENER?

¿ACASO SERÁ REDITUABLE?

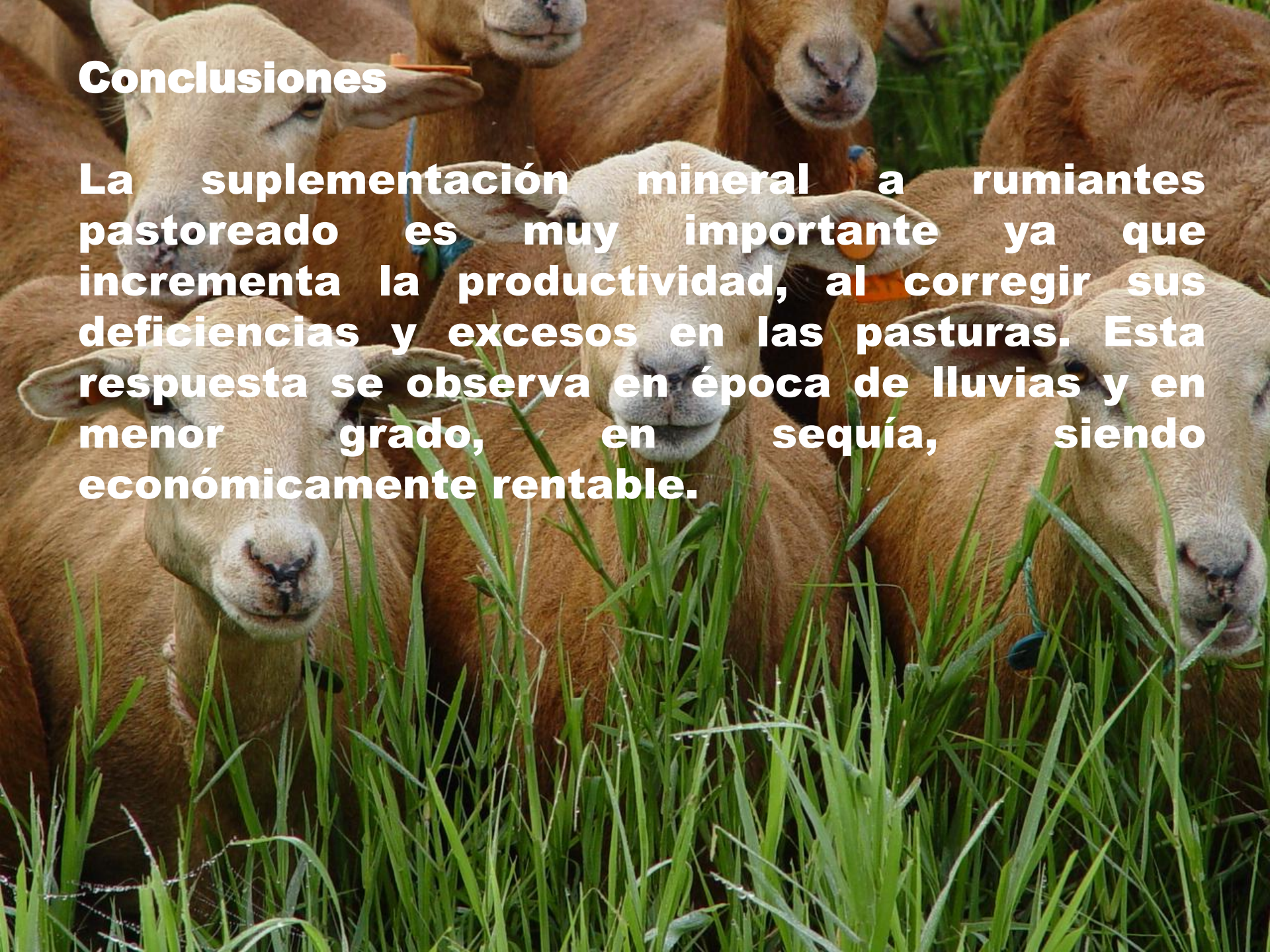
Estimación de la relación beneficio-costo (RB-C).

Se le asignó un costo de $/kg al suplemento mineral del tratamiento M y $/kg de peso corporal suplementario obtenido 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.



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 pidiera ser recomendable

Conclusiones

1. Es necesario proporcionar diariamente suplementos minerales a los animales 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 Ruelas

cruelas@correo.uady.mx