

# Uso de minerales orgánicos para mejorar el rendimiento productivo de vacunos lecheros

Nestor Franco<sup>1</sup>, Rudi Cueva<sup>1</sup>, Carlos Gómez<sup>2</sup>, Melisa Fernandez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Battilana Nutrición S.A.C.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Agraria La Molina

## Introducción.

Los minerales cumplen un importante papel en la nutrición porque, aunque no proporcionan energía, son clave para la utilización y síntesis de nutrientes esenciales. Los microminerales o minerales traza (ej. zinc, selenio, cobre, manganeso, magnesio), pese a que representan menos del 0.01% de la masa total del organismo, son esenciales para funciones importantes como síntesis de la sangre, estructura de hormonas, síntesis de vitaminas, integridad del sistema inmune, entre otros.

En muchos establos lecheros existen problemas de deficiencia de uno o más de estos minerales; sin embargo, estos se presentan en forma subclínica y no se diagnostica fácilmente. Este tipo de deficiencia podría causar pérdidas importantes en producción de leche, sobre todo en animales de mayor mérito genético debido a su mayor demanda de nutrientes. Se debe considerar que un buen manejo de la nutrición mineral, es saber cuánto de cada mineral necesita consumir el animal y cuánto es aportado por la ración, por lo que es importante conocer el contenido y *biodisponibilidad de los minerales* (absorción más utilización) de la ración. Se sabe que los insumos (ej. granos, subproductos de granos, forrajes) presentan

*contenidos variables* de minerales, así como su *biodisponibilidad*, lo que puede afectar la producción animal. En este sentido, es necesario suplementar con minerales de alta *biodisponibilidad* que permitan cubrir los requerimientos del animal y asegurar el mejor rendimiento productivo y reproductivo, así como la salud del ganado vacuno.

## Suplementación mineral: orgánicos contra inorgánicos.

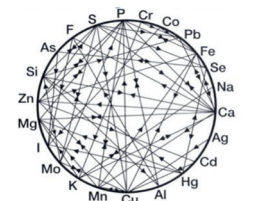
En el ganado vacuno, los suplementos minerales incluyen sales inorgánicas como óxidos, cloruros, sulfatos y carbonatos. Sin embargo, la absorción de estos microminerales puede verse afectada por su reacción con otros elementos del alimento como se observa en el cuadro 1 (Acedo-Rico, 1998).

**Cuadro 1.** Nutrientes que influyen en la absorción de los microminerales.

Nutrientes	Fe	Cu	Mn	Zn
Aminoácidos	↗	↗	↗	↗
Fibras	↘	↔	↘	↘
Ácido Fólico	↘	↘	↘	↘
Taninos	↘	↘	↘	↘
Vitaminas	↘	↘	↘	↘

Las interacciones entre minerales pueden ser sinérgicas o *antagónicas*. Durante el *antagonismo*, la presencia de un elemento disminuye la disponibilidad de otro (gráfico 1). Así un consumo excesivo de un sólo elemento puede disminuir la absorción intestinal de otro elemento, ocurre entre Cu y Mo, Ca y P, Fe, I, Zn y Mn, por lo que la presencia en determinadas cantidades de un elemento puede incrementar las necesidades de otro al provocar un cambio en su absorción, una eliminación más rápida o cambio en su distribución en tejidos o líquidos corporales (Siria *et al.*, 2005). Así, por ejemplo, el calcio deprime la absorción intestinal de zinc, pero también deprime manganeso, hierro y otros. Un exceso de zinc puede deprimir el cobre y mercurio, pero no manganeso; alto azufre en la dieta reduce la absorción de cobre.

**Gráfico 1.** Interacciones entre minerales.



Flechas que se encuentran entre sí indican interferencia mutua (Ej. K x Na); flechas que apuntan hacia el lado opuesto indican interferencia (Ej. Mn x Fe); flechas que apuntan a sí mismo indican sinergia (Ej. K x Ca).

## La biodisponibilidad es lo más importante y debe desencadenar una respuesta funcional, resultando en un mejor desempeño de los animales.

Minerales disociados en retículo-rumen, omaso y el abomaso puede interactuar con los compuestos de la digestión, volviéndose insolubles, indigeribles y, en consecuencia, excretados en las heces (McDonald *et al.*, 1996; Spears, 2003). Históricamente, el Zn, Cu y Mn se han complementado con sales inorgánicas (Richards *et al.*, 2010); sin embargo, debido al ambiente ligeramente ácido en el rumen, las sales inorgánicas tienden a disociarse, aumentando las interacciones con los antagonistas y reduciendo su absorción (Tucker y Vásquez, 2018). La NRC (2001) indica una absorción de cobre de 1-5% mientras que Underwood y Suttle (1999) reportan valores de 0 – 10% en ganado lechero adulto.

Los minerales en el alimento como suplemento se pueden encontrar en forma química orgánica o inorgánica. En el caso de orgánica, se definen como minerales unidos a moléculas orgánicas que comúnmente son aminoácidos o proteínas con el objetivo de mejorar la biodisponibilidad del mineral cuando se suministra al animal (Acedo-Rico, 1998). Se conoce que la suplementación de minerales en forma orgánica reduce la disociación del mineral en el rumen, aumentando su **biodisponibilidad** debido a los compuestos orgánicos unidos al mineral, lo que finalmente resulta en una mayor absorción (Henry *et al.*, 1992 y Ward *et al.*, 1996) así como en mayor ventaja comparativa respecto a uso metabólico del animal.

Existen diferentes alternativas de minerales orgánicos en el mercado, de acuerdo a la Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 1998) los más comunes en la industria de alimentos son:

- **Quelatos**, que resultan de la reacción entre una sal metálica soluble con varios aminoácidos. La reacción molecular suele ser 1:2 o 1:3, es decir, un ion metálico y 2 o 3 iones de aminoácidos para formar enlaces covalentes coordinados.
- **Proteinatos**, complejos con aminoácidos y/o proteínas parcialmente hidrolizadas.
- **Complejo polisacáridos-metal**, de alto peso molecular, que resulta de la reacción de una sal soluble con polisacáridos.
- **Complejo metal-aminoácido**, que es el producto resultante de la reacción de una sal metálica soluble con un aminoácido. Es un complejo de bajo peso molecular ya que

es la unión de un mol de metal con un mol de aminoácido (complejo 1:1). Puede ser específico (Zinc-metionina) o inespecífico (Zinc-aminoácido).

- **Complejos derivados de levadura**, otra fuente de oligoelementos orgánicos son la levadura enriquecida con minerales. Las más común es la levadura de selenio, con selenio unido a una molécula de metionina (seleniometionina).

### Biodisponibilidad de minerales orgánicos.

Existen muchas maneras de describir los minerales orgánicos y estos incluyen el porcentaje del mineral, relación nitrógeno mineral, solubilidad, estabilidad y peso molecular, pero lo más importante es la biodisponibilidad (absorción más utilización). En relación con la absorción, la solubilidad del ingrediente activo es necesaria para potenciar la absorción del mineral, mientras que la estabilidad en pH

ácidos y básicos garantiza la integridad de la molécula a lo largo del tracto digestivo. Sin embargo, la biodisponibilidad es lo más importante y debe desencadenar una respuesta funcional, resultando en un mejor desempeño de los animales. Los minerales traza (ej. zinc, selenio, cobre, magnesio, manganeso) de diferentes fuentes van a diferir en su biodisponibilidad (gráfico 2), lo que se puede explicar en parte por sus diferencias en absorción y/o transporte hacia el tejido animal donde se va a ser usado hasta su incorporación a una forma químicamente activa. Tener en cuenta que el porcentaje del mineral no es el porcentaje de mineral biodisponible. Asimismo, se ha indicado que los minerales orgánicos deben ser solubles en agua para ser disponibles. Sin embargo, existen estudios que demuestran que la solubilidad no es un indicador de biodisponibilidad. Cao *et al.*, (2000) reportan bajos niveles de solubilidad para fuentes orgánicas de minerales, pero alta biodisponibilidad (gráfico 3). Por otro

Gráfico 2. Biodisponibilidad de fuentes orgánicas de zinc en relación con sulfato de zinc para rumiantes (Cao *et al.*, 2000).

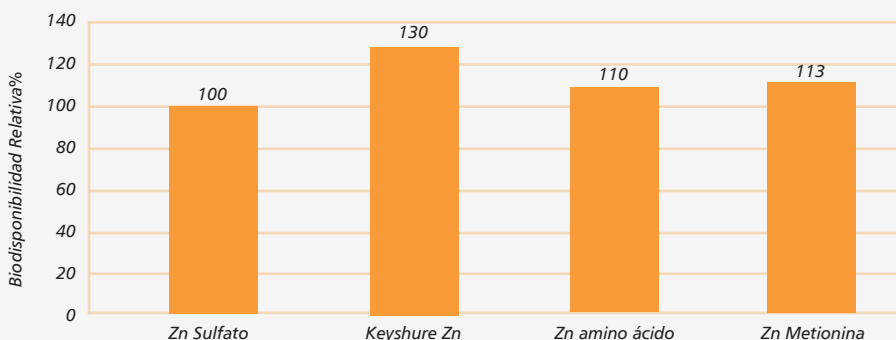
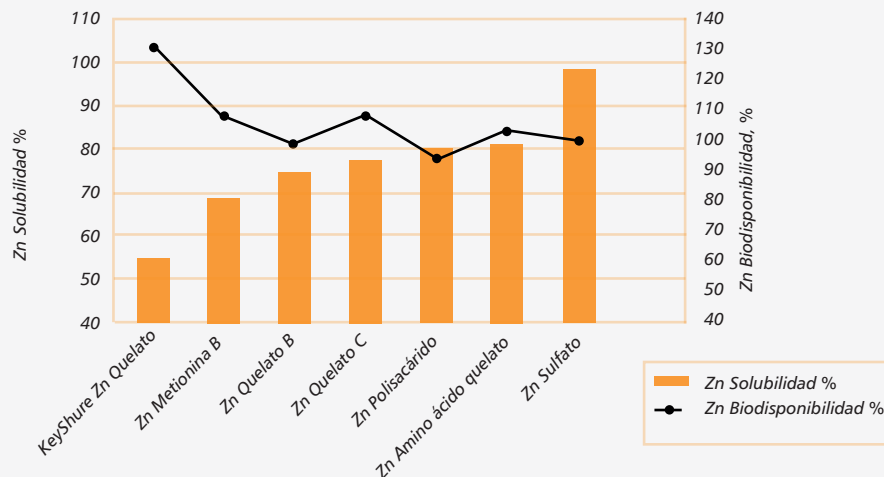


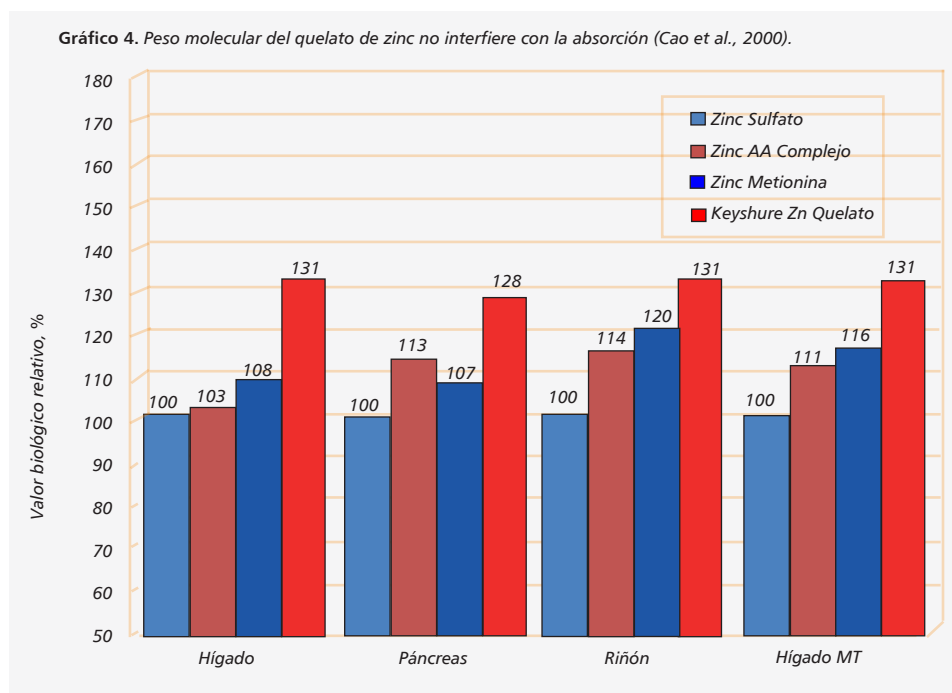
Gráfico 3. Relación de la solubilidad y biodisponibilidad de diferentes fuentes de Zn (Cao *et al.*, 2000).



**Los estudios sugieren que la unión de minerales traza como zinc, selenio, cobre, manganeso, magnesio con compuestos orgánicos puede mejorar la biodisponibilidad de estos minerales, lo que conduce a una mejor producción de leche y salud de la ubre del animal.**

lado, generalmente se acepta que pesos moleculares muy altos probablemente dificultan la absorción. Sin embargo, estos mismos autores señalan que no se debe dar importancia al peso molecular ya que, al evaluar diferentes fuentes orgánicas de zinc, se observó que el peso molecular no interfirió con la absorción, obteniendo una mayor biodisponibilidad que el complejo de Zn aminoácido (peso molecular bajo a medio) y que el sulfato de Zn (bajo peso molecular) (gráfico 4).

Efectos de minerales orgánicos sobre el desempeño productivo del vacuno lechero. El efecto positivo del uso de minerales orgánicos sobre el desempeño del animal es debido principalmente a su alta biodisponibilidad en comparación con minerales inorgánicos. El uso de minerales quelatos o complejos minerales orgánicos en la ración de vacunos lecheros ha incrementado en varias situaciones el desempeño productivo y reproductivo, así como también ha disminuido la cantidad de células somáticas en la leche comparada con el suministro de minerales en forma inorgánica. Rabiee *et al.*, (2010), en un estudio de metaanálisis, señalan un incremento de grasa, proteína, producción de leche y mejores tasas de reproducción con suplementación de minerales de fuente orgánica. Ashry *et al.*, 2012 reportan que la suplementación de vacas en producción con Zn, Mn y Cu de forma orgánica tuvo mejor respuesta en producción de leche (11%), porcentajes de grasa y proteína de la leche (ambos aproximadamente 7%) en comparación con fuentes inorgánicas. El



zinc orgánico es beneficioso para mejorar la resistencia a la mastitis debido al papel del Zn en el mantenimiento de la integridad de la piel y el revestimiento de queratina del canal estriado. La salud de la ubre puede mejorarse mediante la reducción del recuento de células somáticas a través de la suplementación de minerales orgánicos. La suplementación con Zn-metionina ha dado como resultado una disminución de hasta el

50% en el recuento de células somáticas con suplementación de Zn-metionina (Harris, 1995 y Boland *et al.*, 1996).

Los estudios sugieren que la unión de minerales traza como zinc, selenio, cobre, manganeso, magnesio con compuestos orgánicos puede mejorar la biodisponibilidad de estos minerales, lo que conduce a una mejor producción de leche y salud de la ubre del animal. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la respuesta animal puede ser variable dependiendo del período de suplementación, fuente mineral utilizada, condiciones ambientales y requerimientos de los animales. Si bien en NRC (2001) actual de ganado lechero no menciona específicamente a los minerales orgánicos, debe recordarse que este registra información anterior a su fecha de publicación; es decir: desde ese momento a la fecha, se han desarrollado investigaciones extensas que permite conocer más a los minerales orgánicos, pero no a cabalidad, especialmente el rol benéfico de incluir minerales orgánicos en el programa de suplementación de vacunos lecheros.

**Referencias Bibliográficas**

Si desea tener acceso a las referencias usadas en el presente documento, comuníquese al correo: rcueva@battilana.biz

