



**Suplementación mineral de precisión. Una herramienta para maximizar el aprovechamiento de los nutrientes**

**Orlando Quesada Chaves**

Vetim S.A.

[oquesada@vetimsa.com](mailto:oquesada@vetimsa.com)

# “Agujeros negros” de eficiencia

- Estrés: entendido desde el punto del
  - bienestar animal
  - metabólico u oxidativo: y su relación con la inflamación y la inmunidad
  - Estrés por calor (y por frío, especialmente en terneros)
  - Nutrición subóptima desconocida: falta de analíticas, variabilidad en forrajes, pérdida de nutrientes, etc.
- Vacuno de leche: periodo de transición



# Dónde y cómo mejorar

- Las mejoras potenciales en eficiencia suelen encontrarse en:
  - **Lo desconocido:** necesitamos más conocimiento (ciencia)
- **los detalles:**
  - Formulación en base a ladrillos, en lugar de a muros: de proteínas a aminoácidos, de grasas a ácidos grasos. Debemos formular en base a **funcionalidad y a partición de nutrientes**, y no tanto en base a cantidades /ej. Gramos o ppms...)
  - Los procesos metabólicos (eficiencia energética, enzimática)
  - Interacción entre metabolismo – inmunidad – genética (epigenética, nutrigenómica)



Ok, señor, ¿y toda esta filosofía abstracta qué significa?

¿Cómo lo aterrizo?

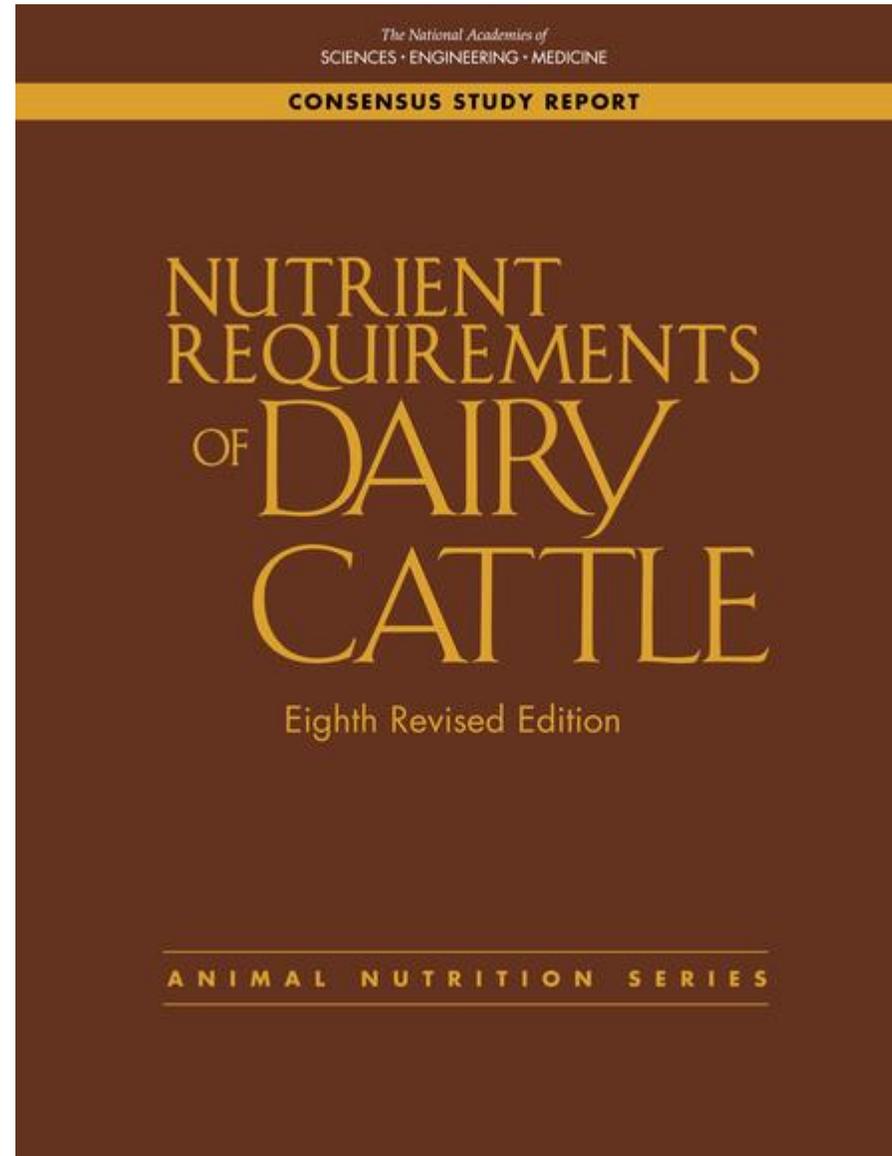


**Bloque I:**  
Por ejemplo, con la  
nutrición  
micromineral, pues  
juega un rol esencial



Se lo demuestro.  
La prueba:

**NASEM (2021)**



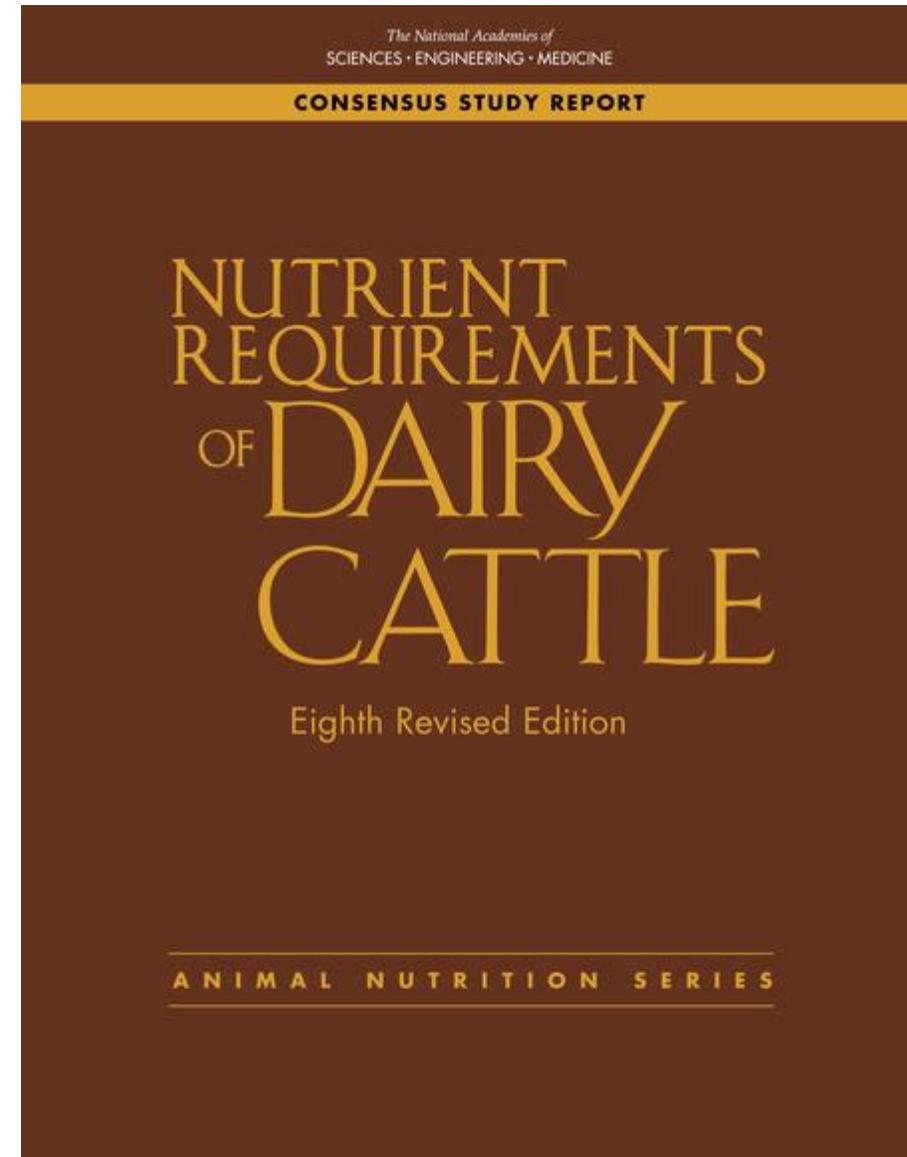
**Pero...  
eso no es una  
simple actualización?**



[dreamstime.com](https://www.dreamstime.com)

ID 141987905 © iStock

Uno de los capítulos más importantes es la nutrición micromineral, y no sólo eso: los cambios con respecto a NRC (2001) son muy importantes



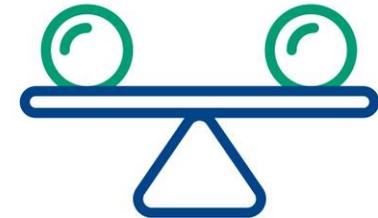
# Por qué tantos cambios entre NRC (2001) y NASEM (2021)

- Ha habido investigación abundante en minerales en los últimos años
- Se ha reconocido cada vez más que la nutrición mineral es crítica porque influye en multitudes de procesos fisiológicos, desde el mantenimiento a la reproducción, la producción, la inmunidad, la integridad estructural, etc.



# Por qué tantos cambios entre NRC (2001) y NASEM (2021)

- El sistema consideraba el rol para mantenimiento, crecimiento, gestación y lactación, su enfoque era de cubrir necesidades, **EVITAR LA DEFICIENCIA**
- Enfoque: se ha entendido que el **NRC (2001) infravaloraba** las necesidades para ganado de leche para algunos elementos traza, y también porque **las pruebas han mostrado que una ligera dosificación extra mejora salud y productividad**
- Sin embargo: el **equilibrio es delicado**: el exceso provoca interacciones entre nutrientes, efectos no deseados sobre el animal (ej. Mastitis, (Bouwstra et al., 2010), y es prooxidante (Rizzo et al., 2013) y sobre el MA (polución, desperdicio de recursos)



# Cambios de NRC (2001) a NASEM (2021)

- En NRC (2001): para muchos de los nutrientes clave en ganado lechero se daban recomendaciones, únicamente
- En NASEM (2021): se ha hilado más fino, y se aportan 2 parámetros:

**El requerimiento diario de nutrientes (Req.):** se define como el promedio ingesta de nutrientes estimada para cubrir los requerimientos de la mitad de los animales individuales sanos en un grupo de género específico y etapa de la vida.

**La ingesta adecuada de nutrientes (AI):** ingesta diaria promedio de nutrientes que un grupo de expertos han definido en base a datos de experimentos limitados. En la práctica: AI se usa cuando Req. no puede ser identificado. Básicamente, cuando se usa ese término, significa que el comité piensa que si la mayoría de las vacas comer esta cantidad de mineral ella funcionará normalmente



# Cambios de NRC (2001) a NASEM (2021)

¡hay importantes cambios en recomendaciones de minerales traza y vitaminas!

- Las recomendaciones para **Cu, Mn y Zn cambiaron considerablemente**. Las recomendaciones para Cr, I y Co cambiaron, pero no drásticamente, mientras que las recomendaciones para Fe y Se permanecieron iguales.
- **Zn**: con incrementos de concentración que van desde el 20% al 100% en vacas lecheras secas y lactantes



# Cambios de NRC (2001) a NASEM (2021)

¡hay importantes cambios en recomendaciones de minerales traza y vitaminas!



- **Mn:** NASEM casi duplicó el requerimiento de Mn debido a
  - **avances acerca del mecanismo de absorción**
  - un experimento con novillas de carne preñadas alimentadas con dietas que cumplían con los requisitos de NRC (2001) resultaron en **terneros nacidos expresando deficiencia clínica** de manganeso (Hansen et al., 2006).

# Cambios de NRC (2001) a NASEM (2021)

¡hay importantes cambios en recomendaciones de minerales traza y vitaminas!



- Cambios importantes en **Cu**:
  - reducción de entre un 10 y un 20 % en vacas lecheras lactantes (estimado en 3 veces sobrealimentación en altas productoras, hay preocupación por toxicidad)
  - aumentó un 15 % en vacas secas

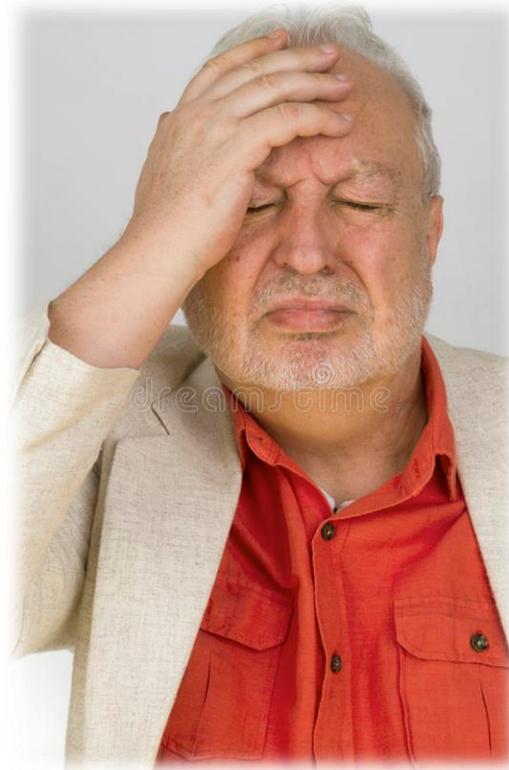
# Cambios de NRC (2001) a NASEM (2021)

Concentraciones de nutrientes pronosticadas en base a materia seca, requeridas para cumplir con los minerales traza

| Modelo                            | NRC (2001)  |             |             | NASEM (2021) |             |             | NRC (2001)  |             | NASEM (2021) |             |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Fase productiva                   | Lactantes   |             |             | Lactantes    |             |             | Secas       |             | Secas        |             |
| DEL                               | 80          | 180         | 260         | 80           | 180         | 260         | 60-21d      | <21d        | 60-21d       | <21d        |
| PV                                | 720         | 650         | 700         | 720          | 650         | 700         | 740         | 740         | 740          | 740         |
| Aumento reservas                  | 0           | 0,05        | 0,05        | 0            | 0,05        | 0,05        | 0           | 0           | 0            | 0           |
| Produccion lechera (kg/d)         | 54          | 40          | 32          | 54           | 40          | 32          | 0           | 0           | 0            | 0           |
| IMS (kg/d)                        | 28,6        | 24,5        | 23          | 28,6         | 24,5        | 23          | 12,5        | 12,5        | 14,5         | 12,5        |
| Gestante?                         | No          | Si          | Si          | No           | Si          | Si          | Si          | Si          | Si           | Si          |
| <b>Minerales traza (mg/kg MS)</b> |             |             |             |              |             |             |             |             |              |             |
| Co                                | 0,11        | 0,11        | 0,11        | 0,2          | 0,2         | 0,2         | 0,11        | 0,11        | 0,2          | 0,2         |
| <b>Cu</b>                         | <b>11,5</b> | <b>11,5</b> | <b>12,7</b> | <b>8,8</b>   | <b>9,4</b>  | <b>11,4</b> | <b>12,3</b> | <b>14,6</b> | <b>17</b>    | <b>19</b>   |
| I                                 | 0,5         | 0,5         | 0,5         | 0,3          | 0,3         | 0,3         | 0,54        | 0,63        | 0,54         | 0,63        |
| <b>Mn</b>                         | <b>10,7</b> | <b>11,7</b> | <b>11,7</b> | <b>24,4</b>  | <b>24,7</b> | <b>27,5</b> | <b>12,2</b> | <b>14,3</b> | <b>30,6</b>  | <b>15,7</b> |
| Se                                | 0,3         | 0,3         | 0,3         | 0,3          | 0,3         | 0,3         | 0,3         | 0,3         | 0,3          | 0,3         |
| <b>Zn</b>                         | <b>43,4</b> | <b>39,3</b> | <b>37,5</b> | <b>62,7</b>  | <b>58,2</b> | <b>55,6</b> | <b>15,5</b> | <b>18,2</b> | <b>29,3</b>  | <b>30</b>   |

# Cambios de NRC (2001) a NASEM (2021)

- Cambios en los **coeficientes de absorción** de minerales según molécula
- Cambios en los **modelos de predicción** de necesidades



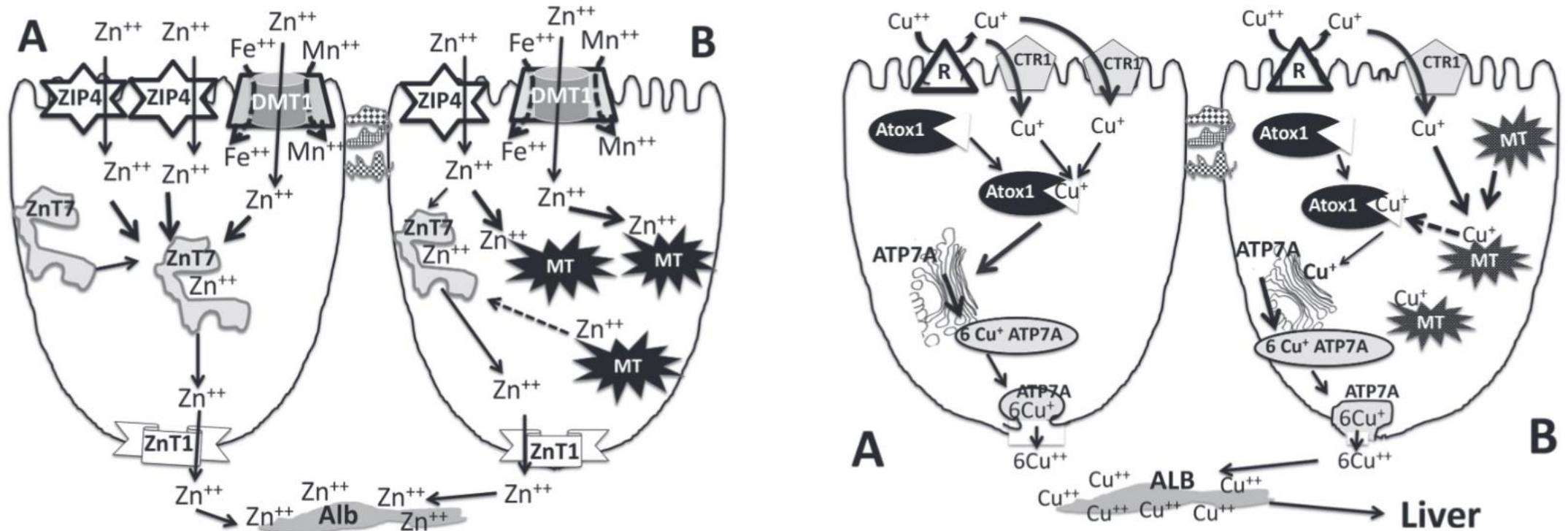
## Modelos Requerimiento Nutrientes de Vacuno Lechero

| Trace minerals                   | Nutrient Requirement of Dairy Cattle Models |                                    |
|----------------------------------|---|------------------------------------|
|                                  | NRC 2001                                    | NASEM 2021                         |
| <b>Cr</b>                        |   |                                    |
| <b>Co</b> (mg/d total Co)        |   |                                    |
| <b>Cu</b> (mg absorbed Cu/d)     | Maintenance = 0,007 x BW                    | Maintenance = 0,0145 x BW          |
|                                  | Growth = 1,15 x ADG                         | Growth = 2 x ADG                   |
|                                  | Gestation (<100d) = 0,5                     | Gestation (90d-190d) = 0,0003 x BW |
|                                  | Gestation (>225d) = 2,0                     | Gestation (>190d) = 0,0023 x BW    |
|                                  | Lactation = 0,15 x Milk                     | Lactation = 0,04 x Milk            |
| <b>Iodine</b> (mg/d total I)     |   |                                    |
| <b>Fe</b> (mg absorbed Fe/d)     |   |                                    |
| <b>Mn</b> (mg absorbed Mn/d)     | Maintenance = 0,002 x BW                    | Maintenance = 0,0026 x BW          |
|                                  | Growth = 0,7 x ADG                          | Growth = 2,0 x ADG                 |
|                                  | Gestation = 0,3                             | Gestation (>190d) = 0,00042 x BW   |
|                                  | Lactation = 0,03 x Milk                     | Lactation = 0,03 x Milk            |
| <b>Mo</b>                        |   |                                    |
| <b>Se</b> (mg/d supplemental Se) | 0.30 X DM                                   | No changes                         |
| <b>Zn</b> (mg/d absorbed Zn)     | Maintenance = 0,045 x BW                    | Maintenance = 5 x <b>DMI</b>       |
|                                  | Growth = 24 x ADG                           | Growth = 24 x ADG                  |
|                                  | Gestation (>180 d) = 12                     | Gestation (>180 d) = 12            |
|                                  | Lactation = 4 x Milk                        | Lactation = 4 x Milk               |

# Cambios de NRC (2001) a NASEM (2021)

- **COEFICIENTES DE ABSORCIÓN:**

- Espero que en la siguiente revisión tengamos datos sobre otras fuentes de mineral



Goff (2018)

# Alimentamos microorganismos

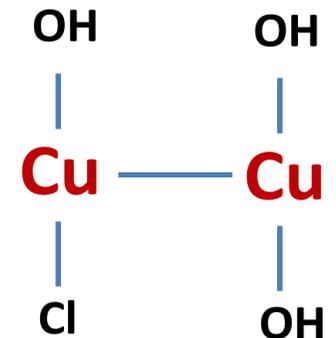
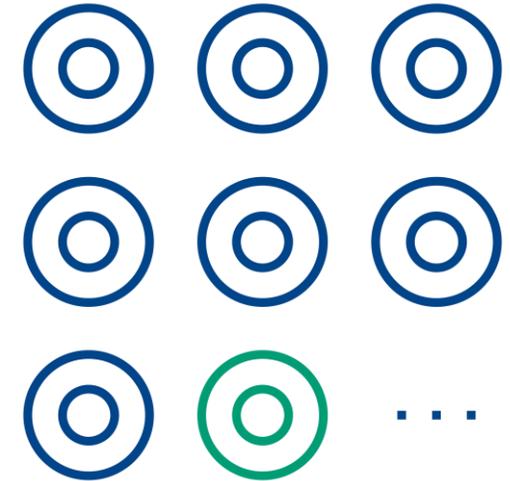
## Simbiosis



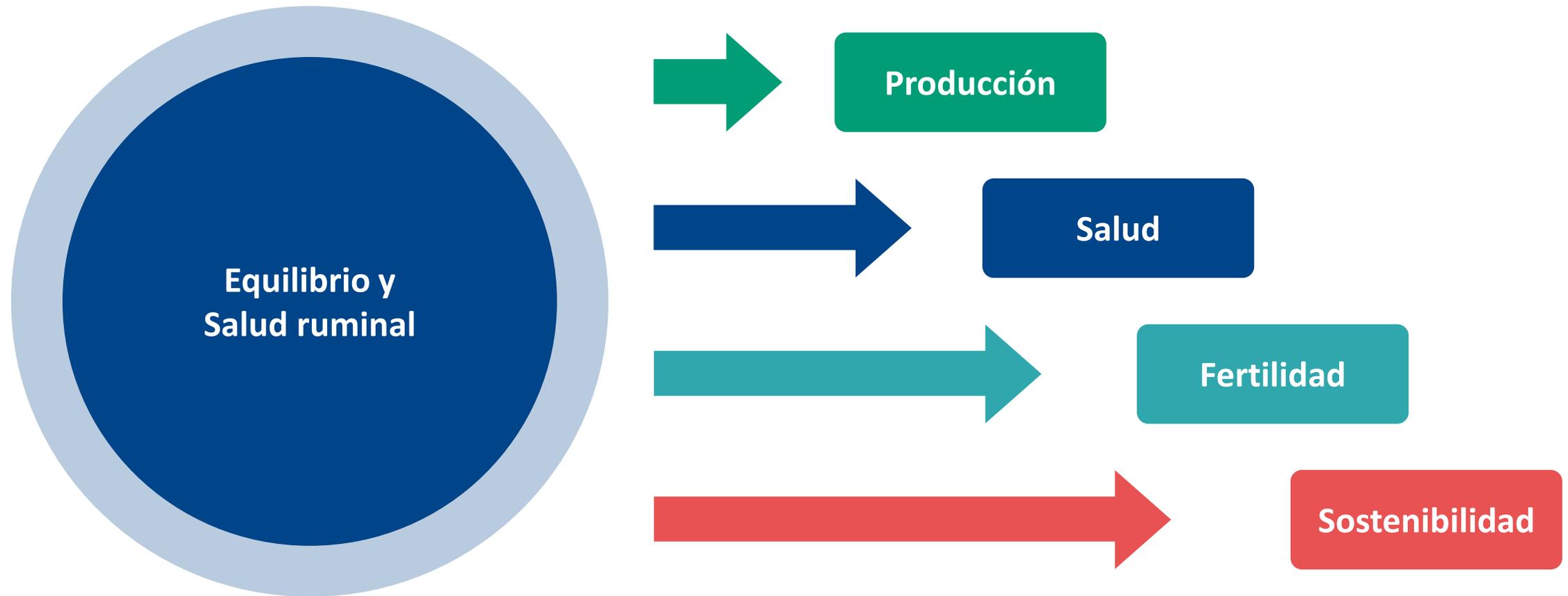
Yañez-Ruiz, FEDNA (2016)

# Tipo de molécula y ACs: comentarios

- La fuente de oligoelementos puede tener un **gran impacto en la absorción** tanto del elemento traza en particular, como de otros nutrientes (ej. Vit A y vit E)
- Deben llevarse a cabo **más investigaciones**:
  - Básica para conocer más sobre los mecanismos de absorción: hay mucha historia técnico-comercial en la industria e incertidumbre por parte del usuario
  - **comparando las diferentes fuentes**, no solo vs inorgánicos tradicionales, si no también entre las nuevas fuentes (orgánicos e hydroxy)
  - Evaluar **técnica y económicamente** el impacto de llevar a cabo sustituciones parciales de diferentes magnitud (ej. 25%, 33%) de inorgánicos con otras fuentes
- **Recomendación: emplear minerales lo más inerte (y más biodisponibles)** posibles a nivel ruminal. Ahora veremos el caso de los hydroxy (Cu, Zn y Mn) y L-Selenometionina



# Importancia de la gestión del rumen



# Recetas: ejemplos prácticos de sustitución



“Para gustos, colores”

# Recetas: ejemplos prácticos de sustitución

- Considerando el 20% como factor de seguridad para cumplir con el requisito de la mayoría de los animales de una población

| Mineral   | NASEM (2021)<br>Req/A.I.<br>(mg/kg DM) | Niveles<br>ingrediente basal<br>(mg/kg MS) | Niveles<br>suplementación<br>(mg/kg MS) | Niveles totales<br>(mg/kg MS) |
|-----------|--|--|---|-------------------------------|
| <b>Cu</b> | 10-14                                  | 4-6  | 8-10                                    | 12-16                         |
| <b>Zn</b> | 50-60                                  | 15-25                                      | 40-50                                   | 55-75                         |
| <b>Mn</b> | 30-50                                  | 15-25                                      | 20-30                                   | 35-55                         |

# Recetas: ejemplos prácticos de sustitución

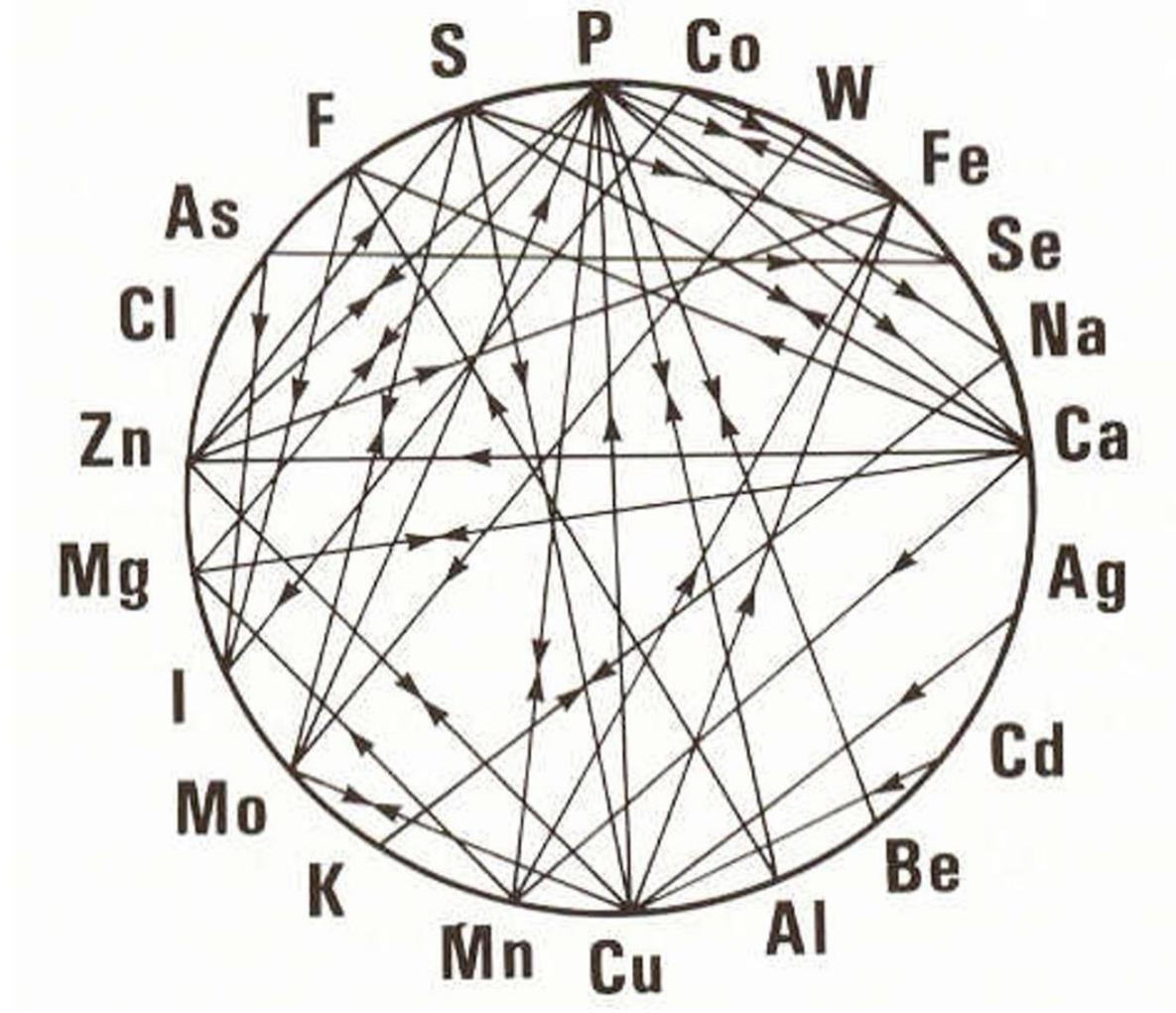
- **Zinc:** NASEM 30 ppm. Algunas empresas comerciales recomiendan **75-85** ppm para vacas secas porque Zn ayuda a incrementar inmunidad y salud podal, siendo esto un Seguro para atravesar el period de trasiación
- **Mn:** NASEM 40 ppm en vaca seca y 30 ppm para vaca lactante. Hay empresas que recomiendan 55-75 ppm porque Mn mejora inmunidad y metabolism del calcio, lo cual, es crítico en transición, y tambien porque mejora resultados reproductivos
- **Mi vision:** emplear fuentes eficientes e inertes a nivel ruminal (hydroxy). Sustitucion con niveles de 15-25% de reducción de ppm de inorgánicos a hydroxy

# Recetas: ejemplos prácticos de sustitución

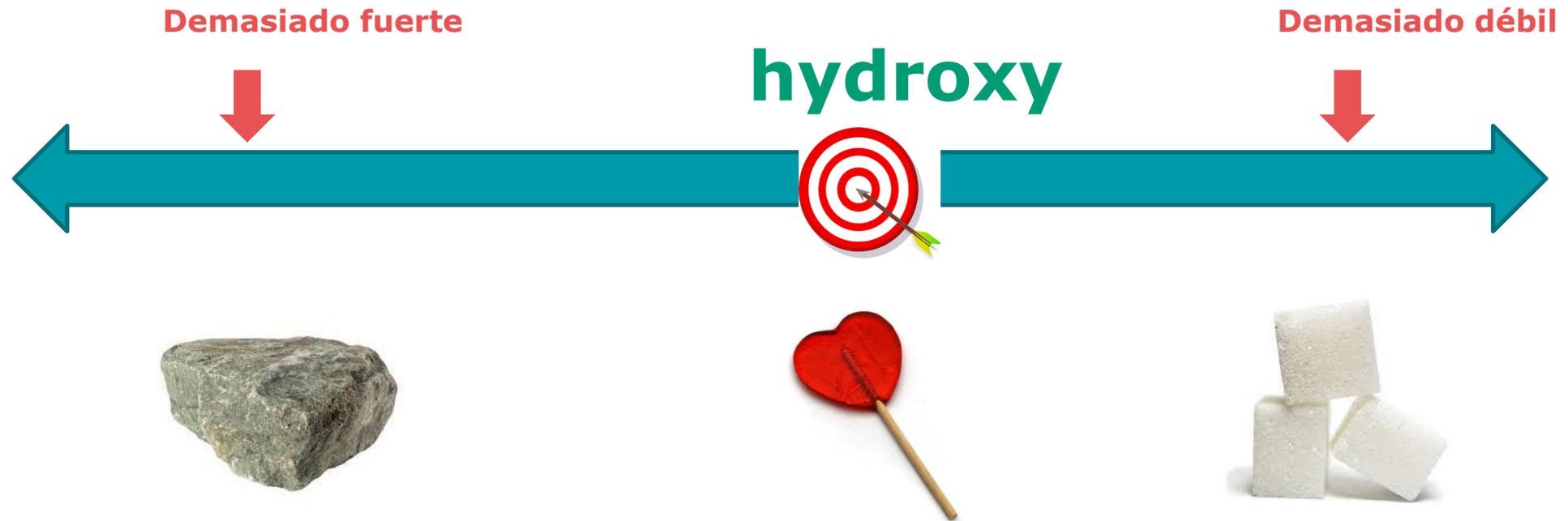
- Nivel de sustitución, en base a:
  - Según gravedad/importancia del problema
  - Perfil de productor/cliente: progresivo, inversión a largo plazo para mejorar la ganadería, predisposición al pago (capacidad financiera y actitud)
  - Ejemplos que se ven en el mercado: 25%-33%-50% hydroxy y resto inorgánicos
  - Otros: combinación cambio de orgánicos a hydroxy
  - Otros 2: combinación de orgánicos e hydroxy



# Interacciones - Biodisponibilidad

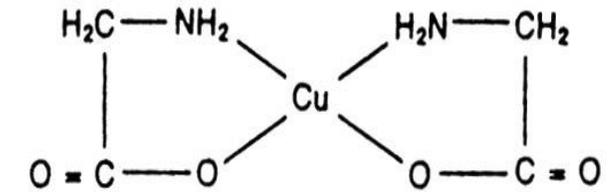


# Estabilidad -> biodisponibilidad

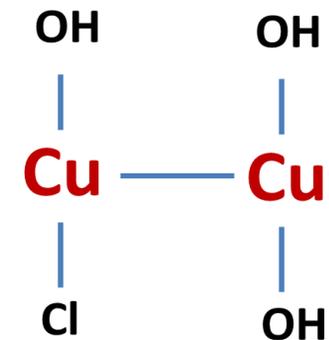


# Hydroxy : 3<sup>a</sup> generación filling the gap

|            | Inorganico       | Organico           |
|------------|------------------|--------------------|
| Desarrollo | 1950's           | 1970's             |
| Enlace     | Ionic (débil)    | Covalente (fuerte) |
| Ligando    | Non-carbon       | Carbon             |
| Ejemplos   | Oxidos, Sulfatos | Quelatos           |



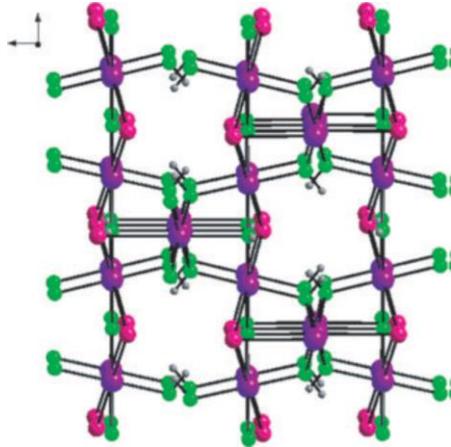
quelato



hydroxy C

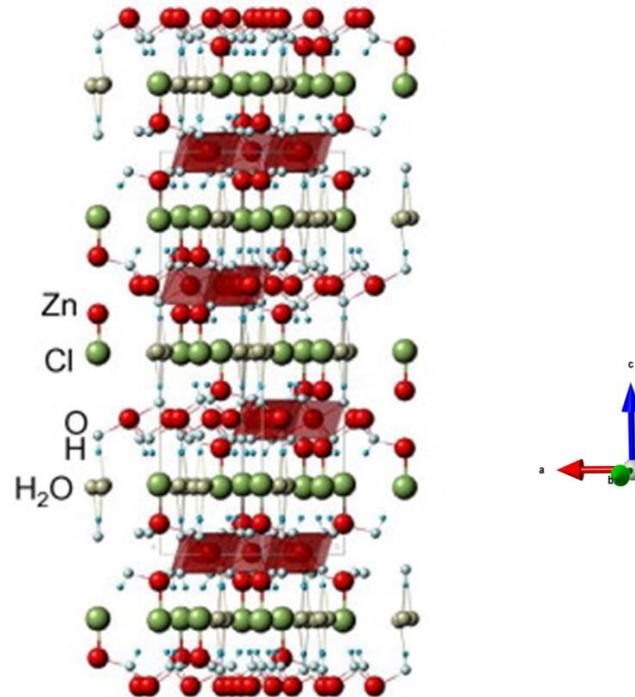
# hydroxy C

>54%



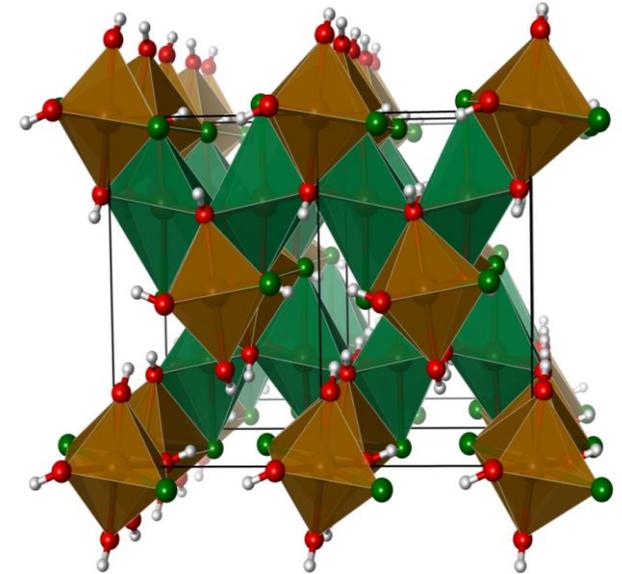
# hydroxy Z

56%

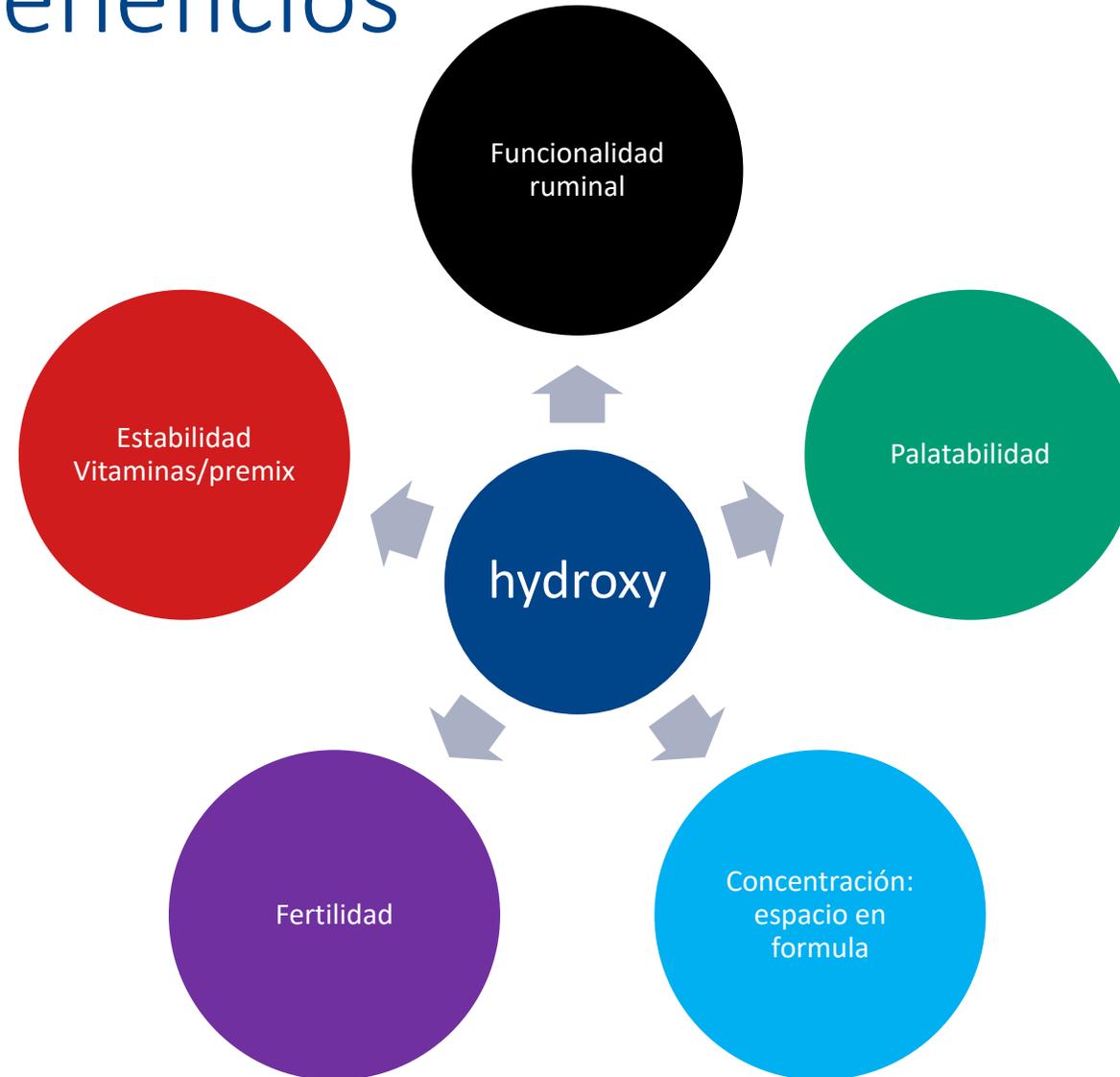


# hydroxy M

>45%

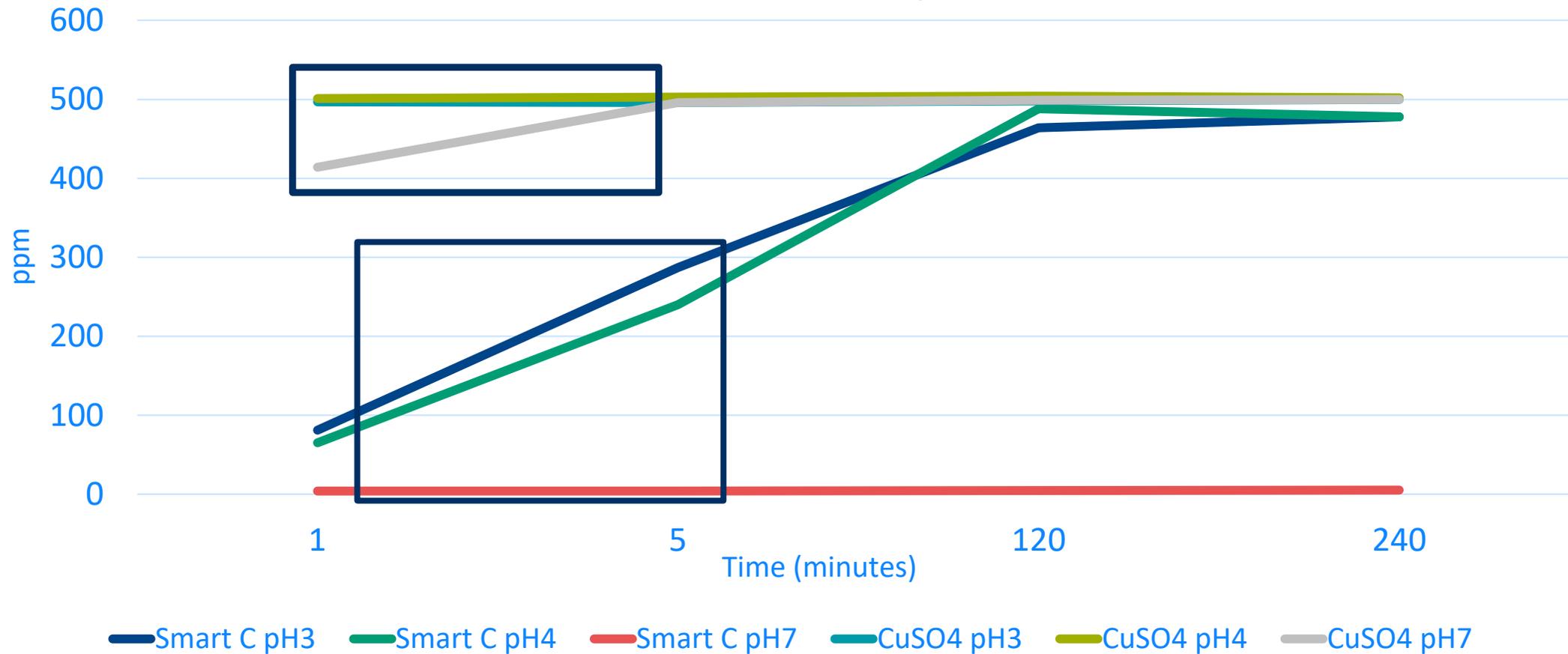


# Principales beneficios



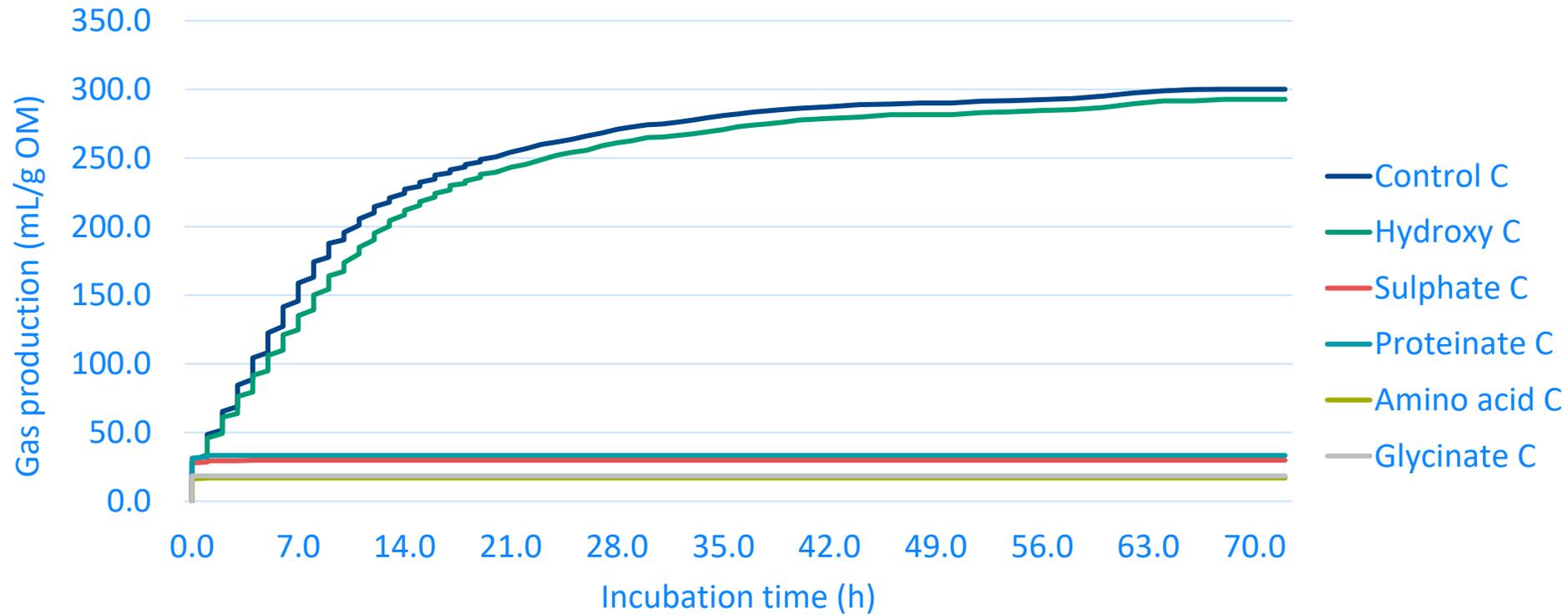
# Cu solubilidad (500ppm)

Cu solubility of hydroxy C and CuSO<sub>4</sub> at different pH values



# Impacto sobre la fermentación ruminal

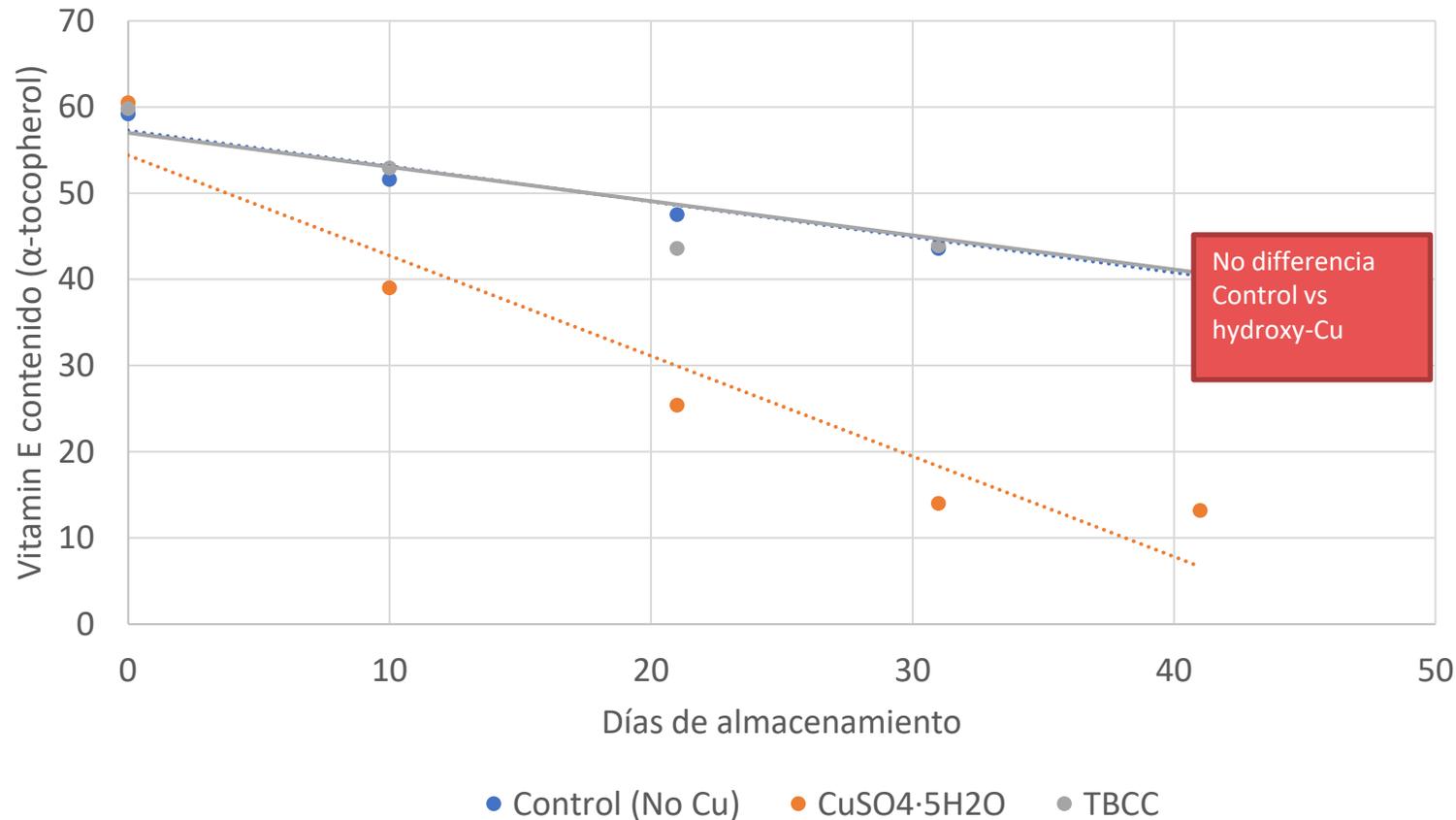
## Resultados con buffer control (normo pH)



Chen et al., 2019 EAAP and ISRP 2019

# Vitaminas: menor degradación

Vitamin E contenido durante almacenado

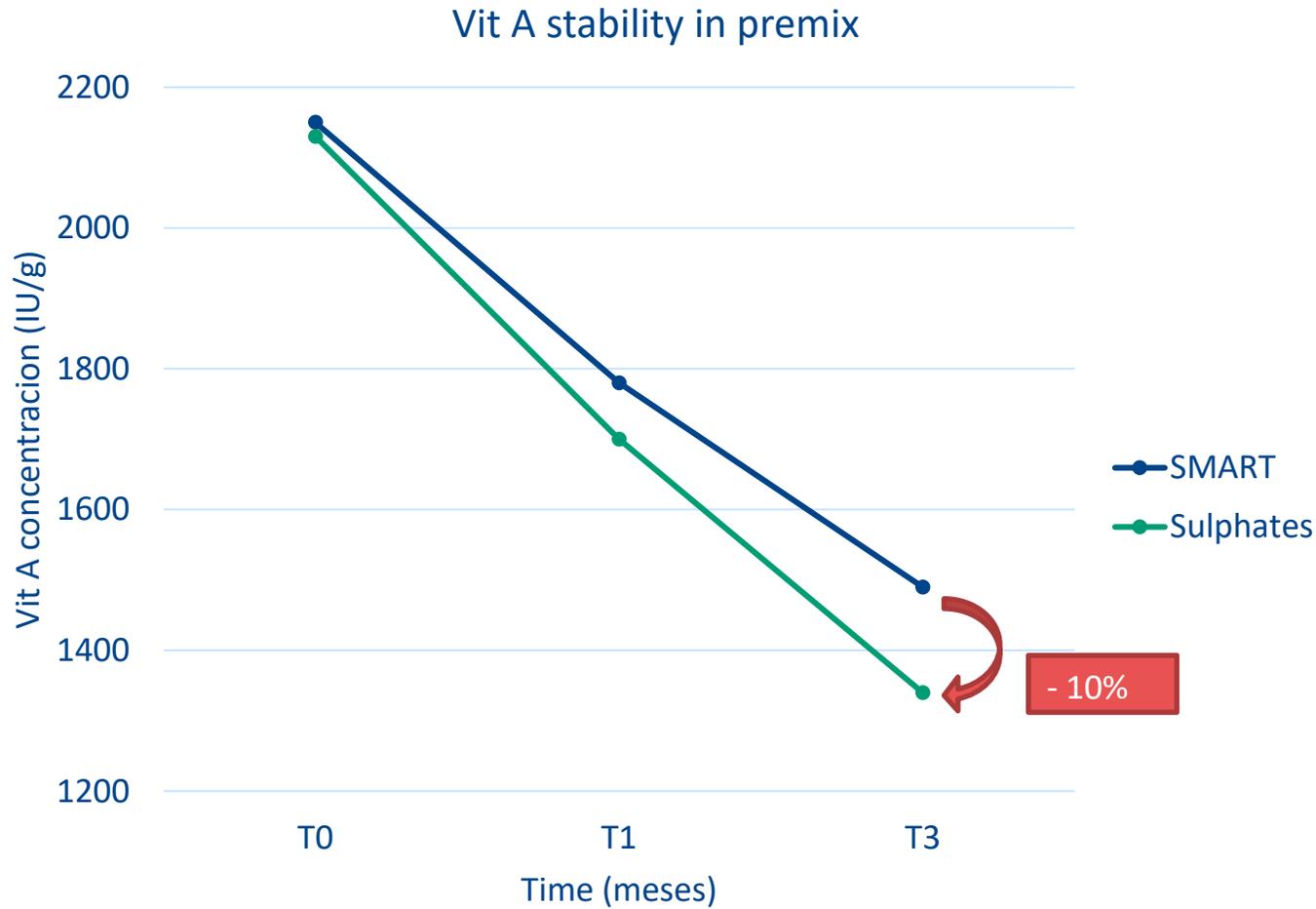


Vitamina E: **Cu sulfato vs. hydroxy-Cu (200mg/kg)**

No diferencia Control vs hydroxy-Cu

Lu et al. (2010)

# Vit A: menor degradación en premix



Objetivo: determinar la degradación de vitamin A en 2 premixes con misma concentración y composición except las fuentes de **Cu, Zn y Mn**

Vitamin A: contenido tras 3 meses de almacenamiento fue 10% menor en premix con sulfatos vs hydroxy

# In vitro: ensayo fermentación ruminal

## Conclusion



La suplementación de **altos niveles** de Cu y Zn deprime la fermentación ruminal in vitro



**Inórganicos** “tradicionales” (sulfatos) y **orgánicos** (glicinatos, complejos de aminoácidos y proteínatos) tuvieron un efecto negativo sobre la producción de gas



**XC Smart C+Z** (Cu/Zn hydroxy) tuvieron un **impacto muy reducido**, incluso bajo condiciones de estrés ruminal (pH bajo: SARA)

## Influence of different sources of copper and zinc on *in vitro* rumen fermentation characteristics, at optimal and suboptimal pH level.



Wenzhen Chen<sup>1,2</sup>, Wilbert Pellicaan<sup>1</sup>, Lien Vande Maele<sup>1</sup>, Marije van Tol<sup>1</sup>, Arno van der Aa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Animal Sciences, Wageningen University and Research, The Netherlands. <sup>2</sup> Faculty of Science and Technology, Aarhus University, Denmark. <sup>3</sup> Orffa Additives B.V., Vierlingstraat 51, 4251 LC Werkendam, The Netherlands

### Background

Trace elements like copper and zinc are essential for animals' physiology. To supply trace elements, different sources are available, differing in chemical composition and in bioavailability for the animal. Contradictorily, high concentrations of trace elements are known to cause toxic and antibacterial effects. For ruminants, good functioning rumen fermentation is required for digestion of the diet with high fiber content. Especially in dairy cows, optimal fermentation is indispensable for maximal milk production. Disbalances in ruminal pH, such as subacute rumen acidosis (SARA) or antibacterial effects on rumen microbes are detrimental, because they inhibit ruminal fermentation.

### Objectives

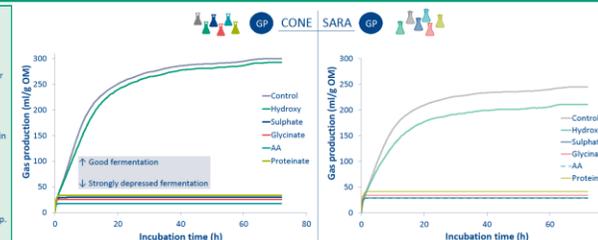
Effects of five different forms of copper (Cu) and zinc (Zn) additives on fermentation characteristics: extent and rate of gas production (GP; ml/g organic matter), fermentation end products (VFA) and pH, were evaluated *in vitro*, under physiological optimal and suboptimal (SARA) pH conditions.

### Material and Methods



### Results

- Cu and Zn Hydroxy inhibited GP and total VFA in the lightest extent and only under SARA conditions with a reduction in GP of 17% compared to Control.
- Sulphate, Glycinate, AA and Proteinate all strongly depressed GP and total VFA under either optimal or suboptimal pH conditions, with reductions in GP all exceeding 82% compared to the Control.
- Control and Hydroxy were the only two treatments that showed a multiphasic response in GP, whereas all other treatments stopped fermentation within 1.5h and only revealed GP data with a monophasic response, indicating affected microbial activity.
- pH at the end of fermentation differed between buffers (mean pH of 6.59 and 5.95 in CONE and SARA, respectively), as intended by the trial setup.
- Differences in relative proportions of individual VFA could be observed, depending on used buffer and on trace element source.



|                   | Control            | Hydroxy            | Sulphate           | Glycinate          | AA                 | Proteinate          | Control            | Hydroxy            | Sulphate           | Glycinate          | AA                  | Proteinate          |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| <b>GP</b>         |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                    |                    |                    |                     |                     |
| GP total, ml/g OM | 298.5 <sup>a</sup> | 287.8 <sup>a</sup> | 23.9 <sup>ab</sup> | 13.1 <sup>a</sup>  | 10.0 <sup>a</sup>  | 26.1 <sup>ab</sup>  | 246.0 <sup>a</sup> | 204.1 <sup>a</sup> | 22.7 <sup>ab</sup> | 33.6 <sup>ab</sup> | 21.1 <sup>ab</sup>  | 43.6 <sup>b</sup>   |
| <b>VFA</b>        |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                    |                    |                    |                     |                     |
| TVFA, mmol/l      | 102.0 <sup>a</sup> | 99.8 <sup>a</sup>  | 40.5 <sup>a</sup>  | 41.7 <sup>a</sup>  | 42.3 <sup>a</sup>  | 42.1 <sup>a</sup>   | 97.6 <sup>a</sup>  | 89.0 <sup>a</sup>  | 40.7 <sup>a</sup>  | 41.5 <sup>a</sup>  | 41.8 <sup>a</sup>   | 41.9 <sup>a</sup>   |
| HAc, % of TVFA    | 65.31 <sup>a</sup> | 64.98 <sup>a</sup> | 67.00 <sup>a</sup> | 67.20 <sup>a</sup> | 67.69 <sup>a</sup> | 67.52 <sup>a</sup>  | 64.99 <sup>a</sup> | 64.97 <sup>a</sup> | 67.22 <sup>a</sup> | 67.67 <sup>a</sup> | 67.50 <sup>a</sup>  | 67.50 <sup>a</sup>  |
| HPV, % of TVFA    | 20.35 <sup>a</sup> | 20.72 <sup>a</sup> | 18.80 <sup>a</sup> | 18.64 <sup>a</sup> | 18.44 <sup>a</sup> | 18.53 <sup>ab</sup> | 20.40 <sup>a</sup> | 20.41 <sup>a</sup> | 18.68 <sup>a</sup> | 18.79 <sup>a</sup> | 18.52 <sup>ab</sup> | 18.45 <sup>ab</sup> |
| HBu, % of TVFA    | 9.90 <sup>a</sup>  | 9.84 <sup>a</sup>  | 11.17 <sup>a</sup> | 11.02 <sup>a</sup> | 10.93 <sup>a</sup> | 10.95 <sup>a</sup>  | 10.51 <sup>a</sup> | 10.84 <sup>a</sup> | 11.05 <sup>a</sup> | 11.10 <sup>a</sup> | 10.90 <sup>a</sup>  | 11.00 <sup>a</sup>  |
| BCVFA, % of TVFA  | 2.87 <sup>a</sup>  | 2.85 <sup>a</sup>  | 1.86 <sup>ab</sup> | 1.90 <sup>a</sup>  | 1.80 <sup>ab</sup> | 1.81 <sup>ab</sup>  | 2.45 <sup>a</sup>  | 2.24 <sup>a</sup>  | 1.76 <sup>a</sup>  | 1.76 <sup>a</sup>  | 1.75 <sup>a</sup>   | 1.78 <sup>a</sup>   |
| Ac:Pr ratio       | 3.21 <sup>a</sup>  | 3.14 <sup>a</sup>  | 3.56 <sup>a</sup>  | 3.61 <sup>ab</sup> | 3.67 <sup>a</sup>  | 3.64 <sup>ab</sup>  | 3.18 <sup>a</sup>  | 3.19 <sup>a</sup>  | 3.61 <sup>ab</sup> | 3.57 <sup>a</sup>  | 3.65 <sup>ab</sup>  | 3.66 <sup>ab</sup>  |
| <b>pH</b>         |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                    |                    |                    |                     |                     |
| pH                | 6.56 <sup>ab</sup> | 6.52 <sup>a</sup>  | 6.61 <sup>a</sup>  | 6.59 <sup>ab</sup> | 6.63 <sup>a</sup>  | 6.62 <sup>a</sup>   | 5.83 <sup>a</sup>  | 5.84 <sup>a</sup>  | 5.97 <sup>a</sup>  | 5.94 <sup>a</sup>  | 6.07 <sup>a</sup>   | 6.04 <sup>a</sup>   |

### Conclusion and discussion

The extent of *in vitro* gas production is depressed at suboptimal pH levels and fermentation characteristics are influenced by copper and zinc, depending on the added source. Cu- and Zn-hydroxychlorides clearly distinguish themselves by their low influence on rumen fermentation and this only under suboptimal pH condition, whereas Cu and Zn sulphates, glycinate, amino acid complex and proteinate all strongly inhibit fermentation and altered fermentation characteristics both under optimal and suboptimal pH conditions. Hydroxychlorides, as a new generation of inorganic trace elements, proved to be less reactive forms of trace minerals. The low water solubility at neutral pH of hydrochlorides, can explain their low reactivity and potentially also increase bioavailability.

#### References:

\* Cone, I.W., van Gelder, A.H., Visscher, G.J.W., Oudshoorn, L., 1996. Influence of rumen fluid and substrate concentration on fermentation kinetics measured with a fully automated time related gas production apparatus. Anim. Feed Sci. Technol. 61, 113-128.



# Hydroxy: efecto sobre Fertilidad. Trial

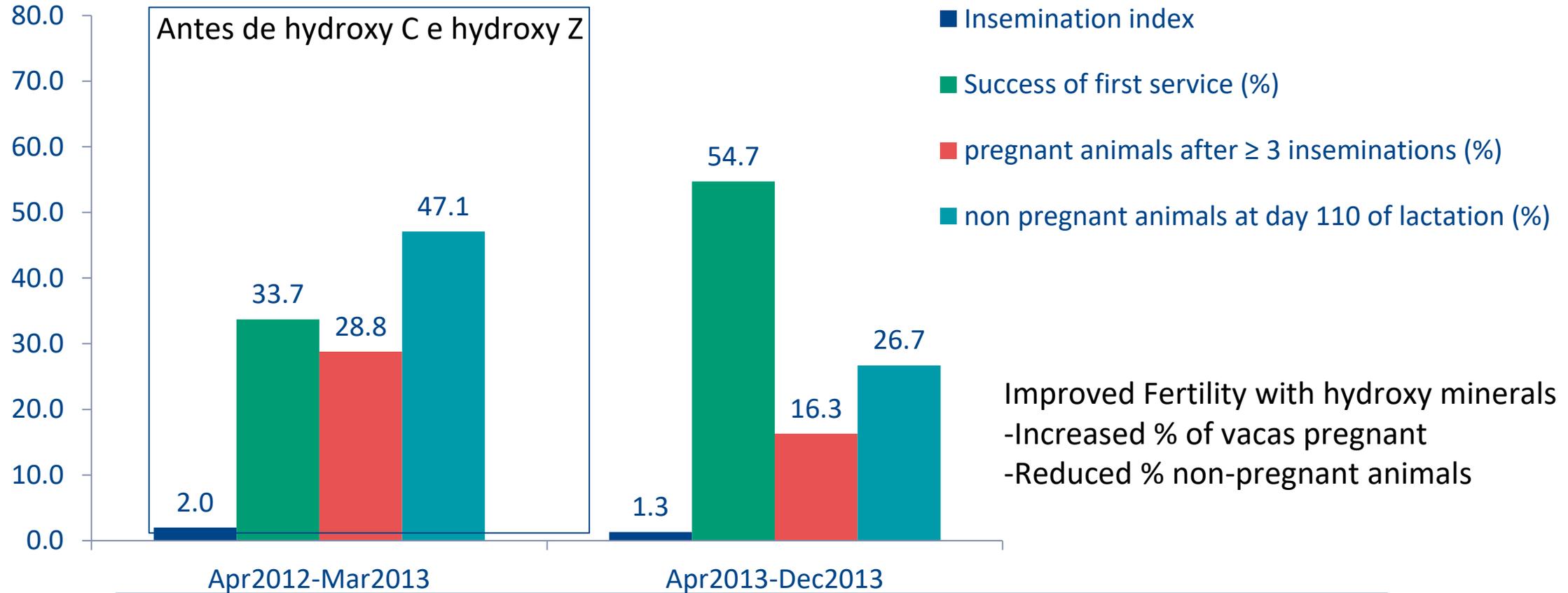
- 120 vacas, síntomas deficiencia por cobre
  - Cu en plasma y ceruloplasmina bajos
  - Alimentadas con glicinatos
- Sustitución de Fuente de mineral

|                           | Antes (mg/kg mineral feed) | Periodo experimental (mg/kg mineral feed) |
|---------------------------|----------------------------|---|
| Óxido Zinc / glicinato    | 5250 / 2250                |   |
| Hydroxy Zn (Smart Z)      |                            | 6000                                      |
| Sulfato cobre / glicinato | 1225 / 530                 |   |
| Hydroxy Cu (Smart C)      |                            | 1750                                      |
| Oxido Mg / glicinato      | 2800 / 1200                |   |

Fertility background

# Mejorando fertilidad en granja leche

## Trial 1



| Fertility:                                   | Period April 2012-March 2013 | Period April 2013-Dec. 2013 |
|--|------------------------------|-----------------------------|
| Insemination index                           | 2.00 (208 inseminations)     | 1.30 (112 inseminations)    |
| Success of first service                     | 33.7 % (35 animals)          | 54.7% (47 animals)          |
| Animals pregnant after ≥ 3 inseminations     | 28.8 % (30 animals)          | 16.3% (30 Animals)          |
| Non pregnant animals at day 110 of lactation | 47.1 % (49 animals)          | 26.7% (49 animals)          |

# ROI Alemania German (calculado para 100 vacas)

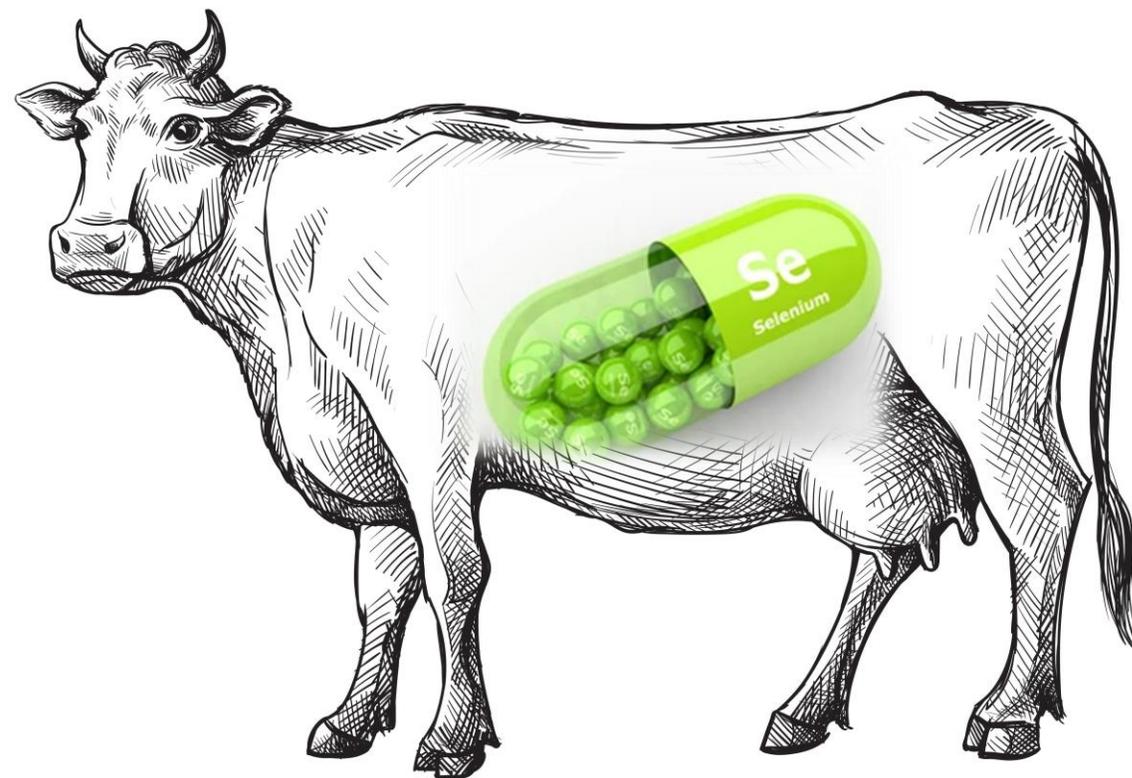
| ALIMENTACIÓN  |  | USD       |
|---|--|-----------|
| Coste premix  | Reemplazo hydroxy Z & C  | 190.37    |
| Ahorro costos alimentación por reducción de días no productivos | 20.4% menos vacas no preñadas a (110 DEL)<br>(= 20.4% x 110 días x 5.30*/vaca/día) | 10,984.38 |

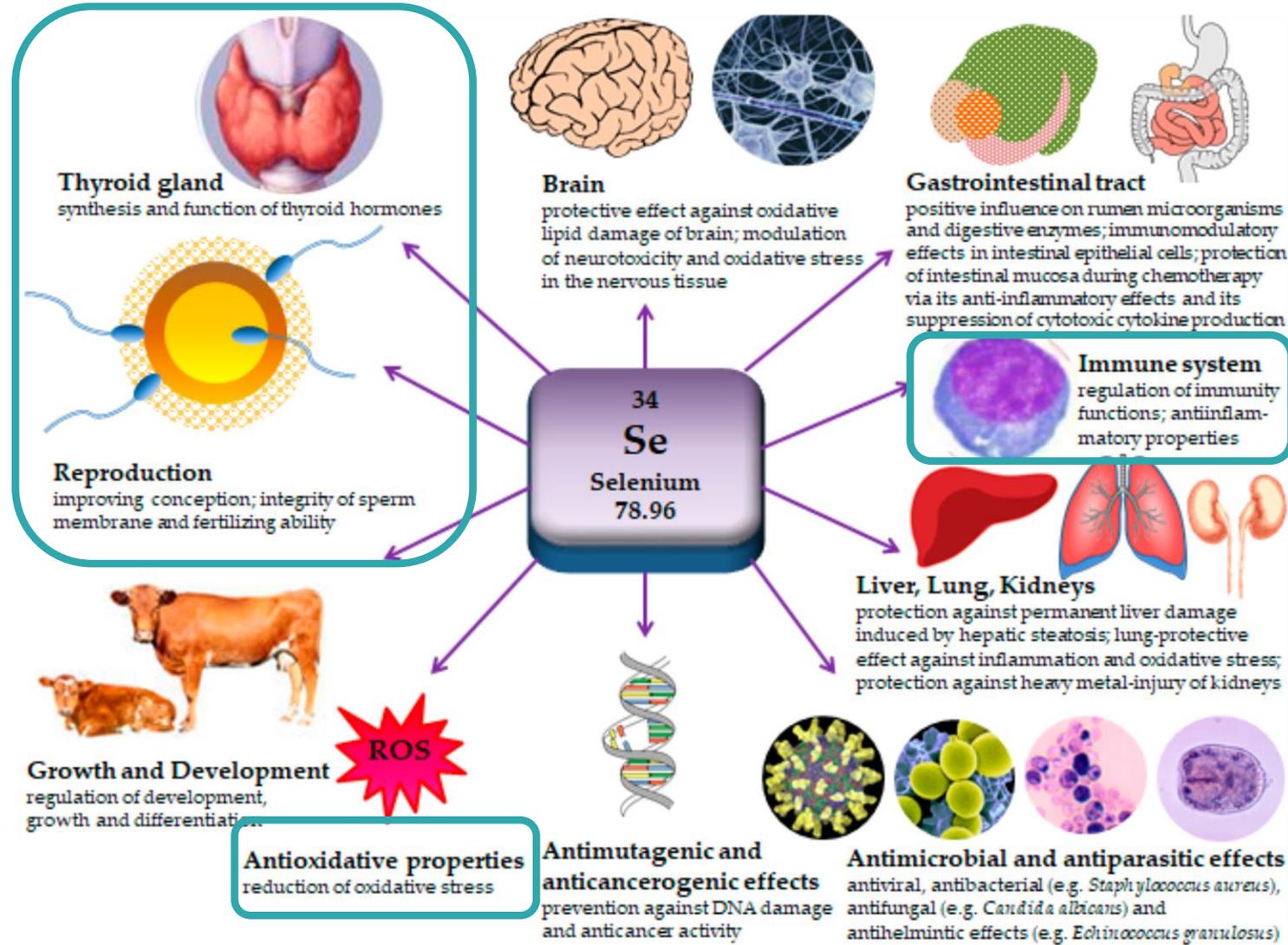
| FERTILIDAD                               | REDUCCIÓN |          |
|--|-----------|----------|
| Indice de Inseminación (2 to 1.3)        | 35%       | 1,393.06 |
| Menos vacas no preñadas (110 DEL) (*)    | 20.4%     | 262.14   |
| Menos animals con > 3 inseminaciones (*) | 12.5%     | 321.25   |

|                |                      |
|----------------|----------------------|
| <b>COSTOS</b>  | <b>190.37 USD</b>    |
| <b>AHORROS</b> | <b>12,377.44 USD</b> |
| <b>ROI</b>     | <b>65:1</b>          |

(\*) calculated/included already in the reduced insemination index

**Selenio:** gestionar su efecto en el rumen y viceversa. Elegir la fuente



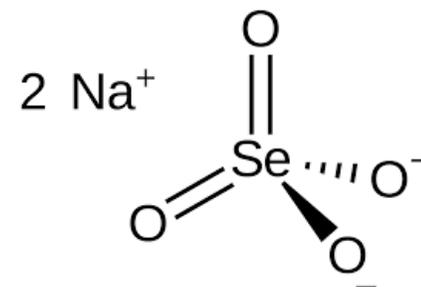
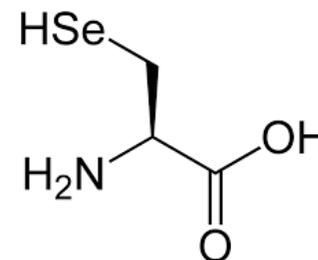
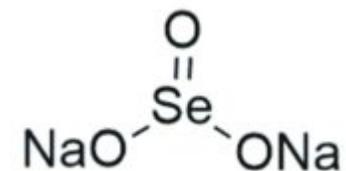


# Efectividad de las fuentes de Selenio

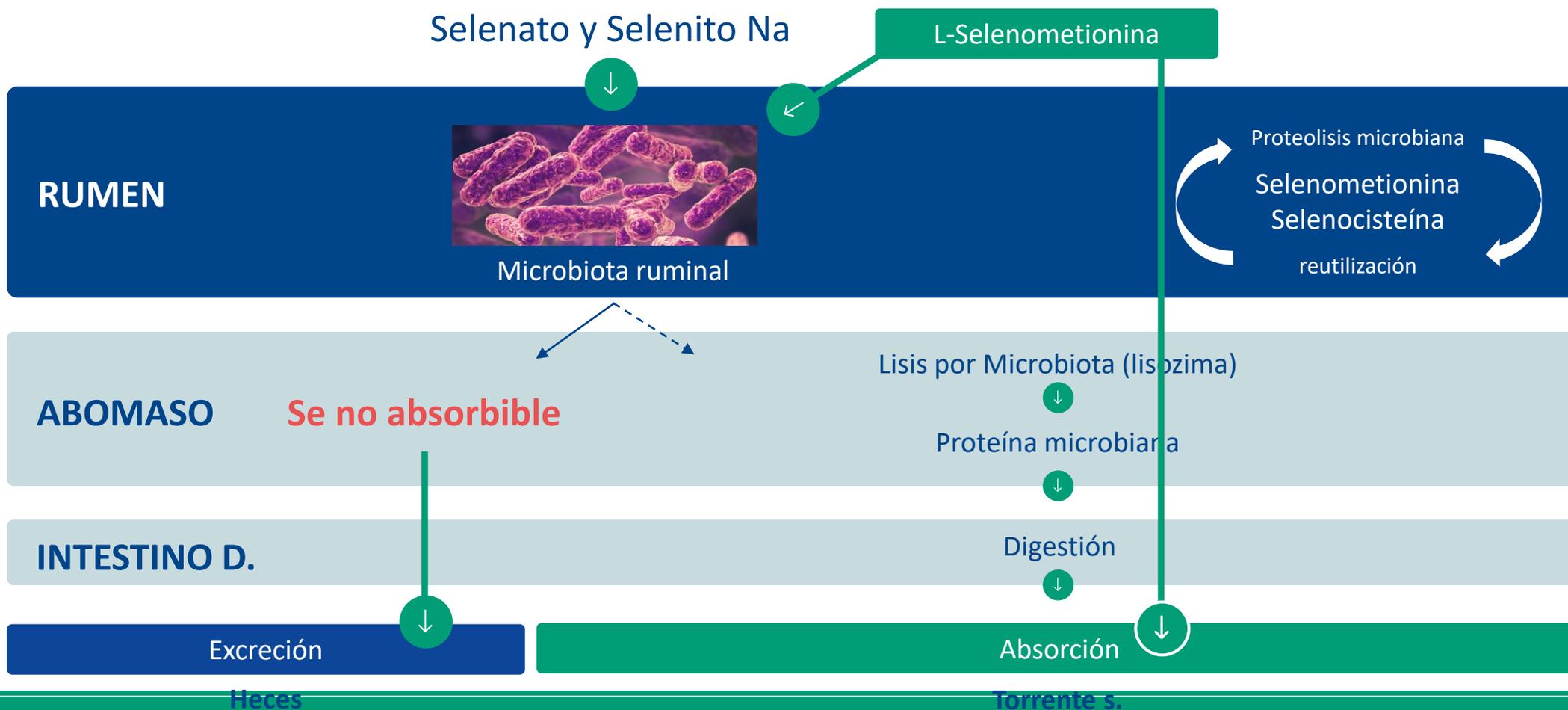
- Las fuentes de Selenio inorgánico **no son efectivas** para cubrir necesidades nutricionales: reviews (Andrieu et al. 2008, Mehdi et al. 2016, Hosnedlova et al. 2017)

## Absorción:

- ✓ Terneros: **13%** (Costa et al. 1985)
- ✓ Vacas no lactantes: **10-16%** (Koenig et al. 2009, 1991)
- ✓ Vacas gestantes y en lactación: **14%** (Kamada et al. 1998)



# La microbiota interacciona con el Se



# Interacción Se-microbiota

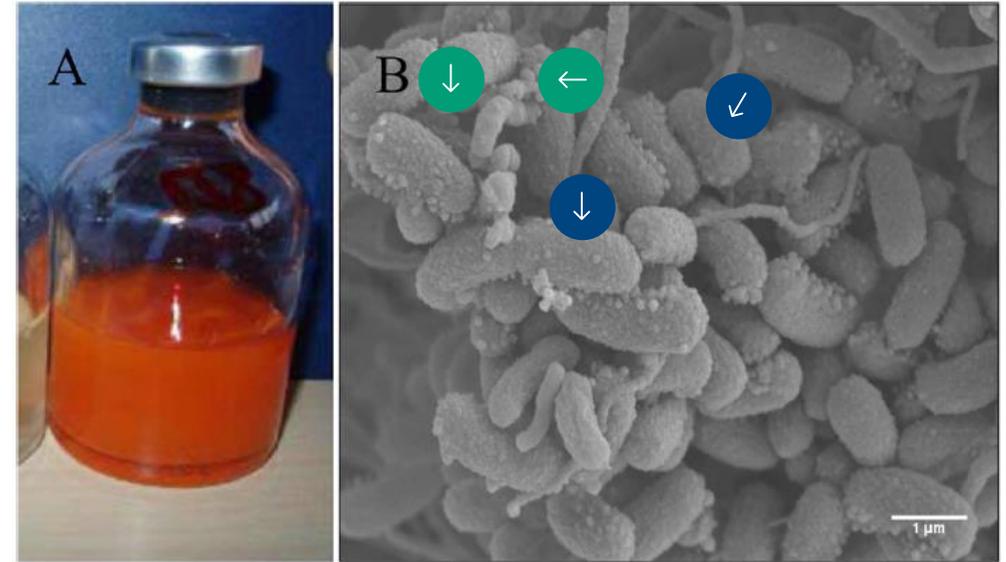
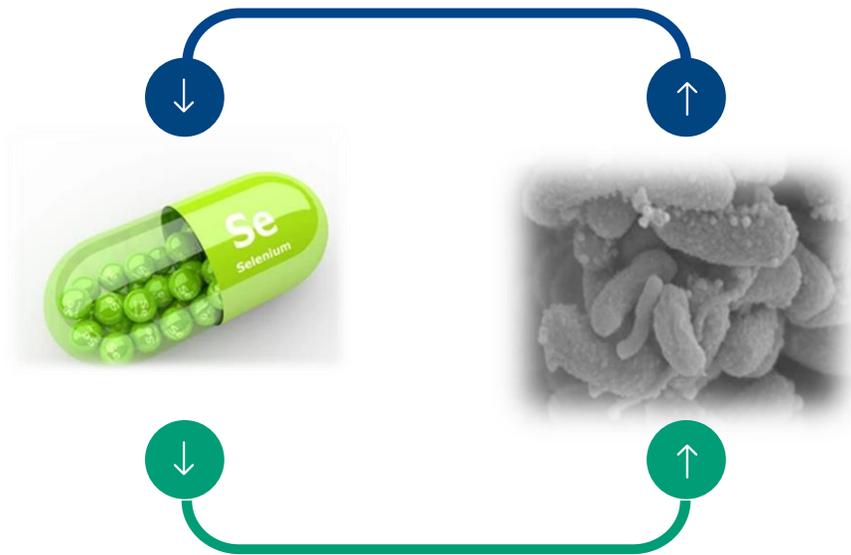
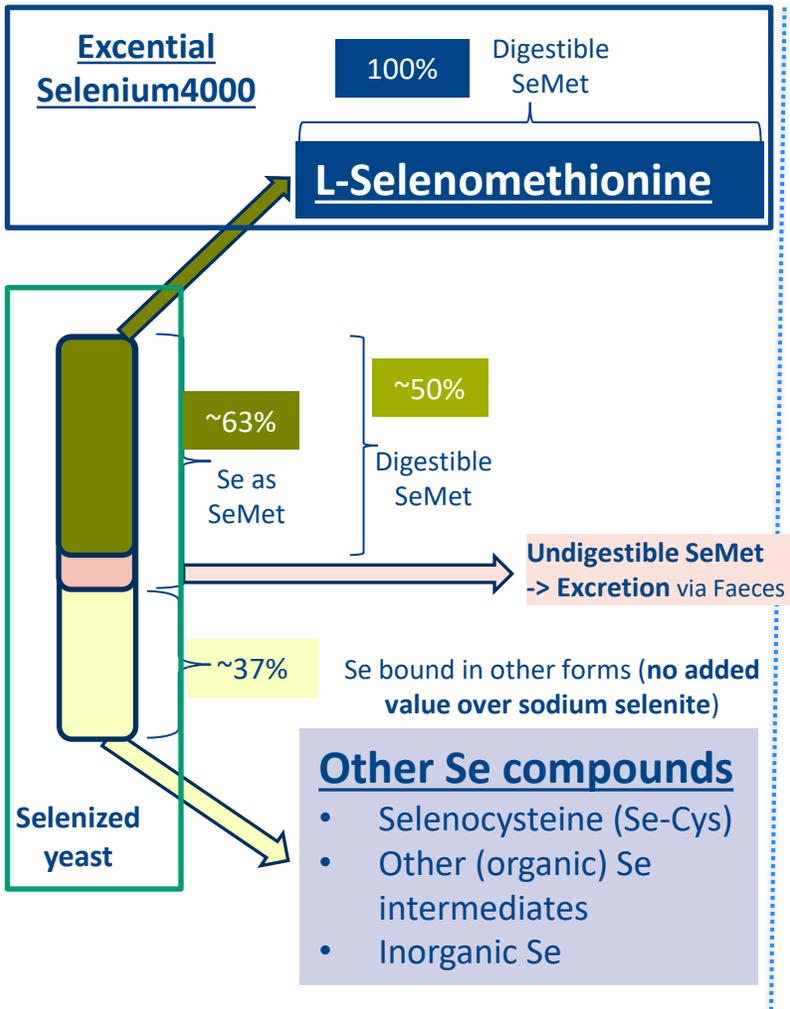


FIG 5 Reduction of  $\text{SeO}_4^{2-}$  to elemental selenium by immobilized cells of *Sulfurospirillum barnesii* cells (120) and anaerobic granules (121). (A) Orange-red elemental selenium produced by *S. barnesii* cells immobilized on polyacrylamide beads during 7 days of incubation at 30°C. (The image was reprinted from reference 120 with permission.) (B) Environmental scanning electron microscope image of anaerobic granules collected from a mesophilic (30°C) UASB reactor performing  $\text{SeO}_4^{2-}$  bioreduction, using lactate as the electron donor. White arrows show bacterial cells. Black arrows show elemental selenium nanospheres on the surfaces of microorganisms. Bar = 1 μm. (Modified from reference 121 with permission of the publisher [copyright 2008 American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America].)

# Metabolismo del Se –vs Se yeast

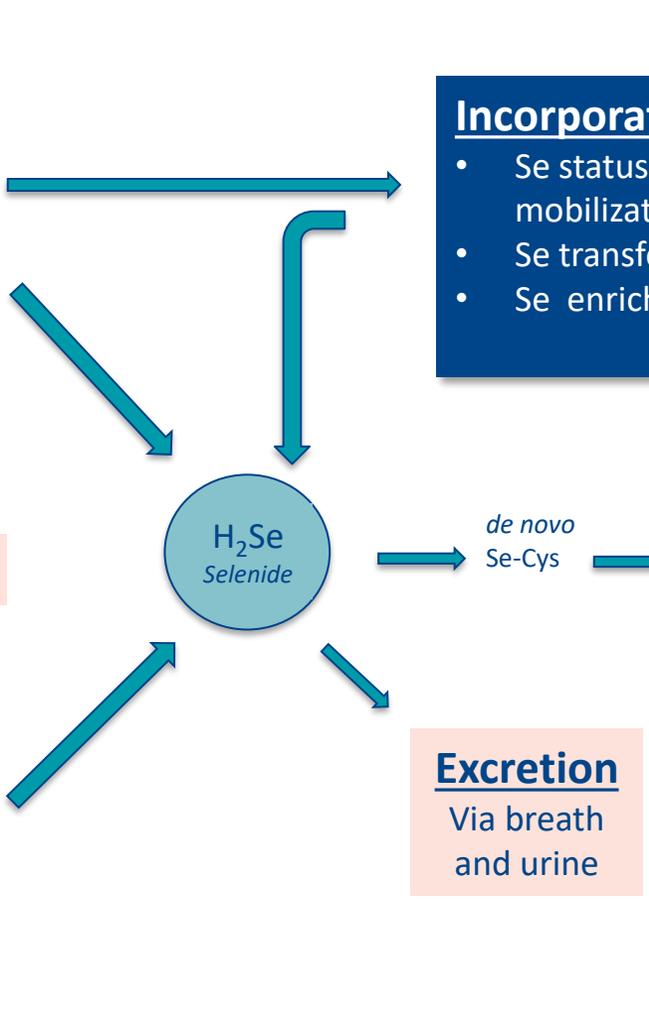
*Se in the diet*

*Se in the metabolism*



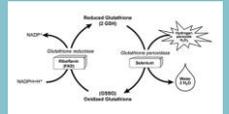
### Incorporation in animal proteins

- Se status, storage in tissue, Se reserve for later mobilization (protein turnover)
- Se transfer to offspring
- Se enrichment of animal products, meat, milk, eggs



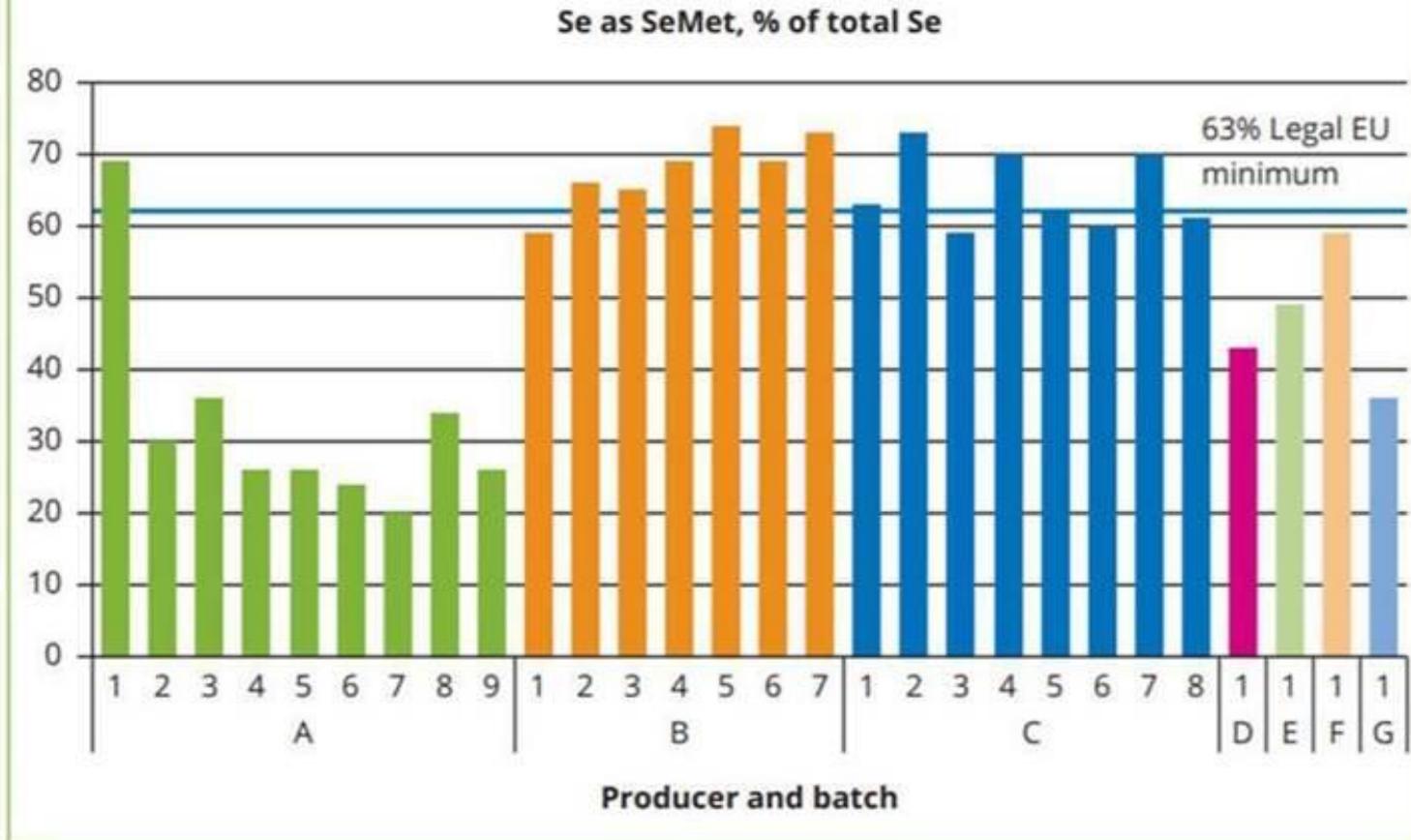
### Seleno enzymes

- Glutathion peroxidase
- Antioxidant role
- Immunity

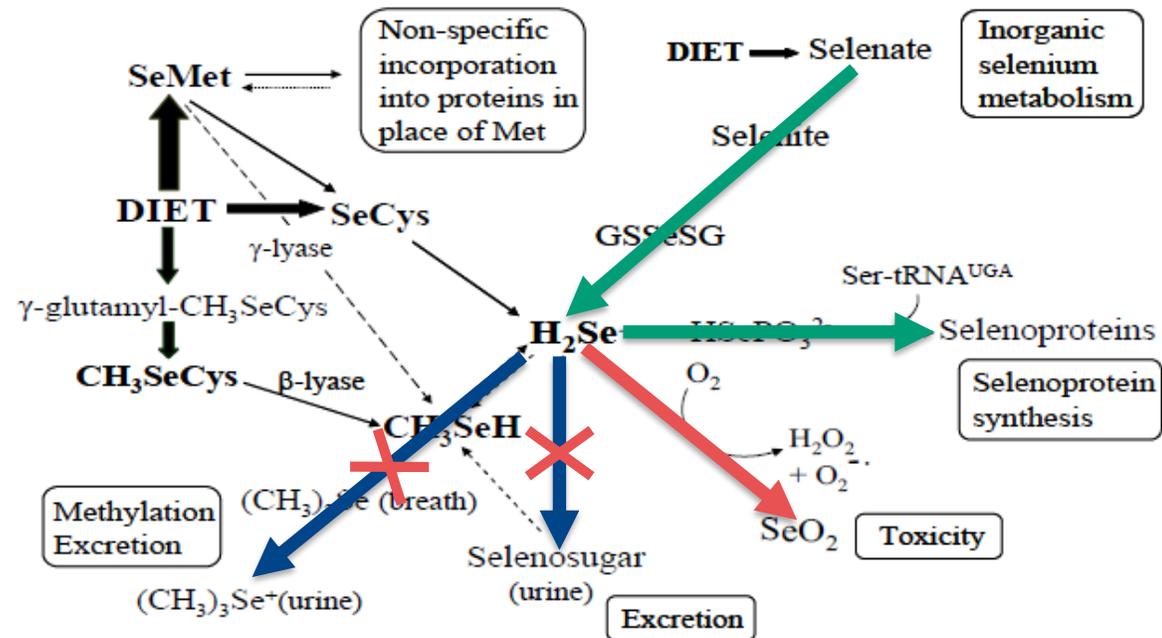


# Calidad – homogeneidad en el contenido

Figure 2 - Commercial sample review selenised yeasts (n=28) from 7 producers (All About Feed, 16 Oct 2015).



# Dosis elevadas de Se: consecuencias



Source: EFSA (2009), adapted from Rayman (2004) and Combs (2001)

Alto selenio inorgánico  
(ej. Selenato sódico)

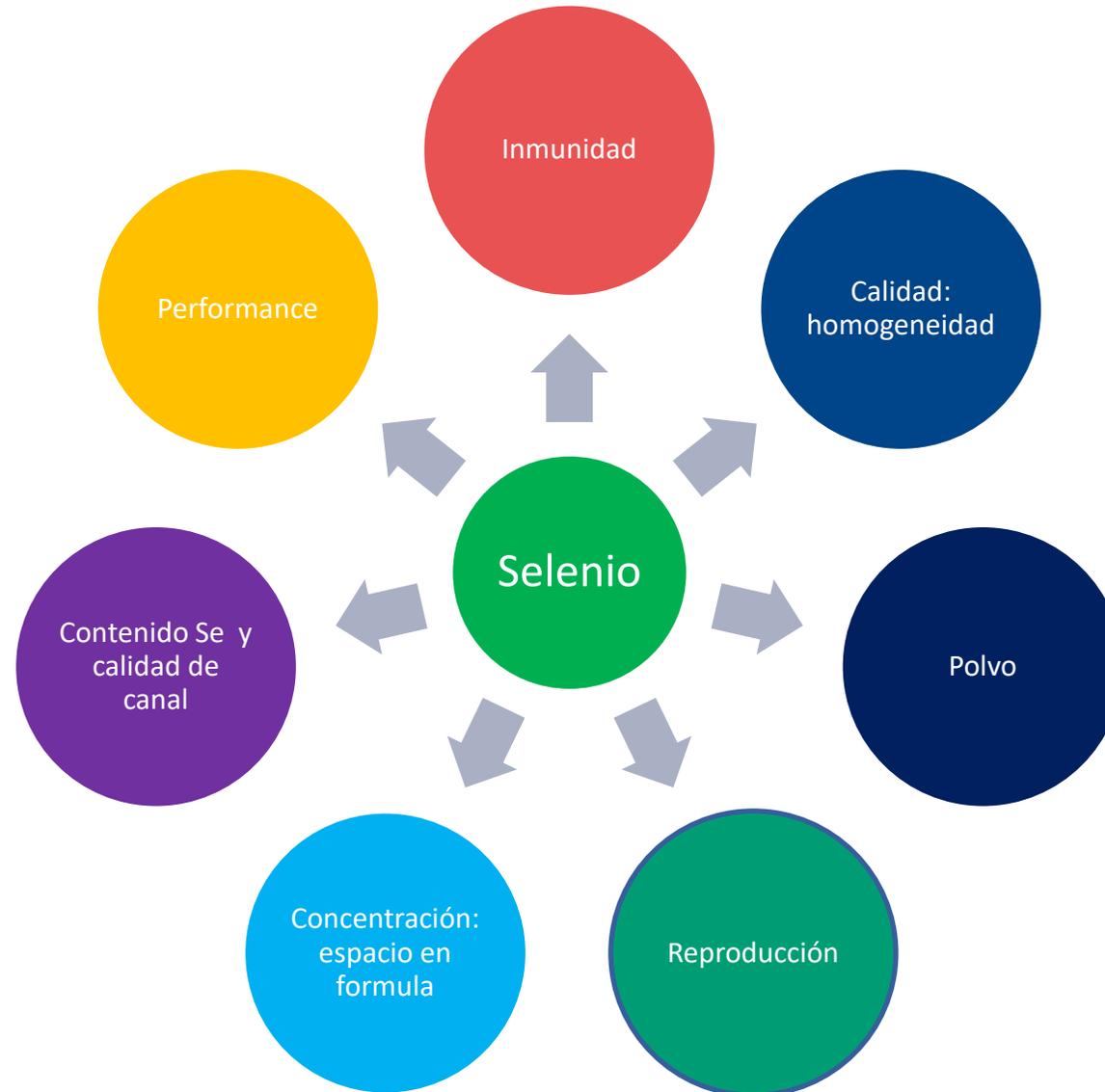


Agotamiento donadores  
grupos metilo (ej. metionina,  
colina, betaína) en hígado



Toxicidad (debido a producción de  
reactive oxygen species (ROS)  
 $H_2O_2$  y  $O_2^-$ )

# Selenio



**Table 1 – Dusting potential (mg Se/m<sup>3</sup> air).**

*Currently marketed selenium sources*

|   | EU<br>authorisation | EFSA:<br>(mg Se/m <sup>3</sup> air) | Limit EU:<br>(mg Se/m <sup>3</sup> air) | Survey:<br>(mg Se/m <sup>3</sup> air) |
|---|---------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|
| Selenomethionine<br>produced by yeast   | ≤2013               | 0.55-3.4                            | -                                       | 2                                     |
| Hydroxy-analogue of<br>selenomethionine | 2013                | 39.6-64.9                           | -                                       | 37.7                                  |
| L-selenomethionine                      | 2014                |                                     | <0.2                                    | <0.2                                  |

# Confirmación en producción y tejidos

L-selenometionina “esquiva” el efecto reductor de la microbiota ruminal, el efecto sobre el ecosistema ruminal y aumenta la biodisponibilidad de Se.  
Resultados en producción y deposición en tejidos:

- ✓ Se en leche (Vandaele et al., 2014)
- ✓ Debilidad en terneros
- ✓ Inmunidad: mastitis, metritis y RCS
- ✓ Calidad de carne: contenido Se y parámetros de calidad

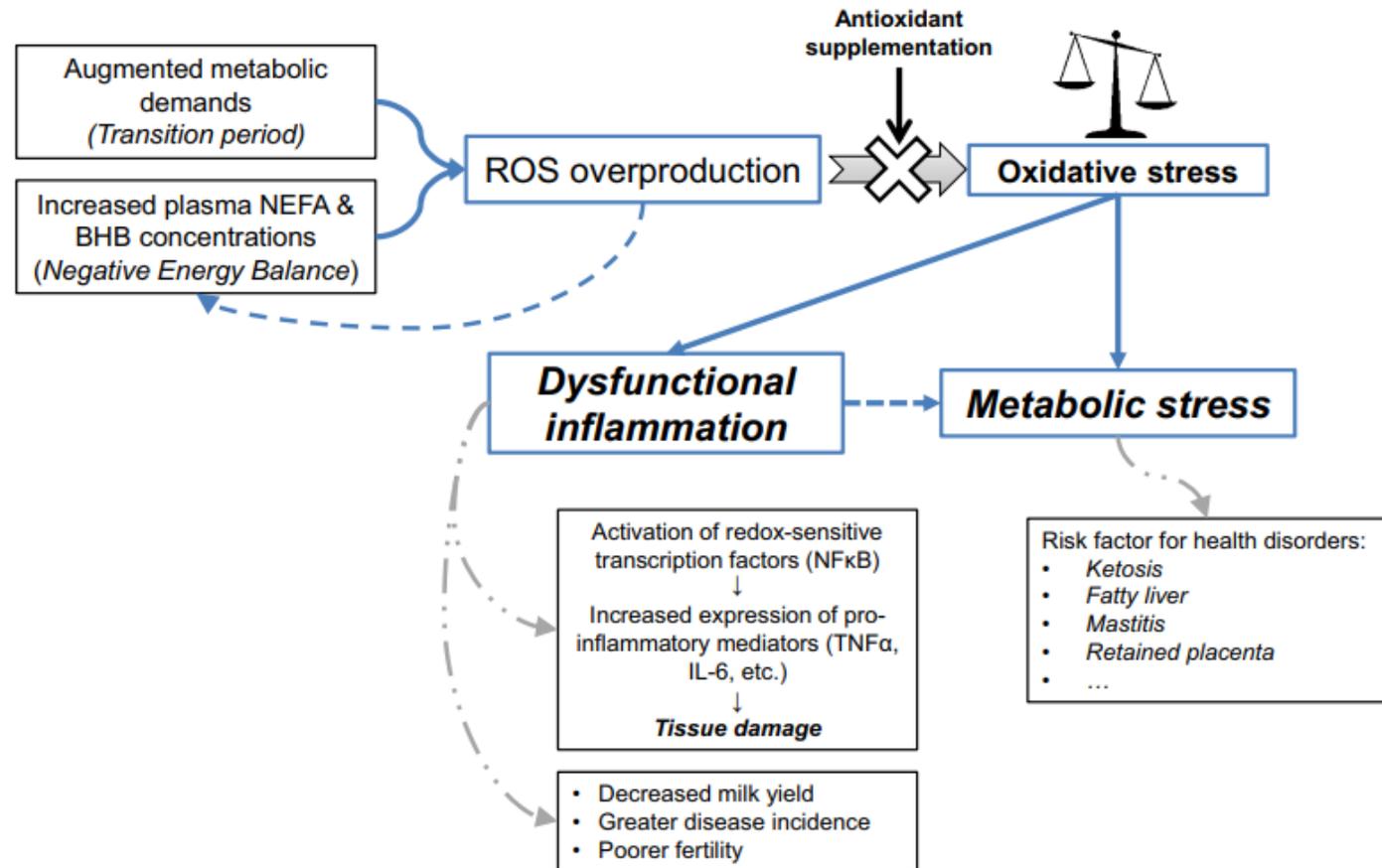


## Ruminantes

- In vitro | mammary epithelial cells (Miranda et al. 2011)
- Dairy vacas | Se deposition in milk (Vandaele et al. 2014)
- Dairy vacas | Se deposition in milk (practical trial NL, 2014)
- Dairy vacas | blood Se and vit E (practical trial BE, 2018)
- Suckler vacas | Se transfer to calves (practical trial FR, 2018)
- Dairy vacas | SCC and milk/cheese composition (Lanni et al. 2019)

## **BLOQUE II: EL ESTRÉS (metabólico):** **UNA FUENTE DE INEFICIENCIA. Herramientas de gestión**

# Estrés oxidativo: qué sucede



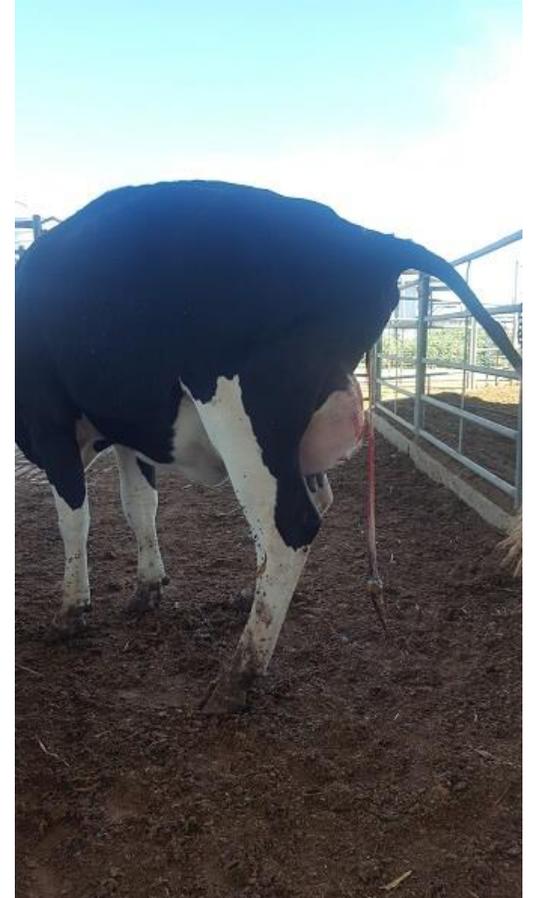
**Fig. 1** Schematic illustration of the interplay between antioxidant supplementation, metabolic stress, dysfunctional inflammation and presented health disorders. NEFA = Non-esterified fatty acids; BHB =  $\beta$ -hydroxybutyrate; ROS = Reactive oxygen species; NFκB = nuclear factor kappa B; TNFα = tumour necrosis factor alpha; IL-6 = Interleukin 6.

# Estrés oxidativo: impacto

- **Vacuno lechero, periodo de transición**
  - Es un **reto metabólico** que tiene un impacto global: implicaciones salud, productividad, reproducción
  - El **aumento de actividad metabólica** propia del periodo conlleva un **incremento de radicales libres** (subproducto normal de la respiración celular) (Halliwell and Gutteridge, 2007)
  - Abuelo et al. (2014): no es de extrañar, por tanto, que approx. **75% de la incidencia de procesos** (mastitis, metritis, cetosis, desplazamientos de abomaso, etc.) ocurran durante el primer mes posparto (LeBlanc et al., 2006), siendo los **10 días posparto** los de mayor riesgo (Ingvartsen et al., 2003)
- **Vacuno de carne:**
  - Además, calidad de carne: **color y pérdidas por goteo** (pérdidas como + reducción calidad: jugosidad y textura)

# Estrés oxidativo: relación entre procesos y niveles de minerales

- **DESORDENES POSTPARTO:**
- Uterinos: ej. ya en 1976 (Julien et al.) observe que **la retención placenta se redujo con suplementación de Se** independientemente de la suplementación con vitamina E. Años después se sugirió que la interacción entre ambos es la responsable de la efectividad de la vit E (Allison and Laven, 2000)
- Bicalho et al. (2014): los niveles de otros minerales están relacionados: **vacas afectadas** con retención de placenta, mostraron concentraciones séricas disminuidas de Ca, Mg, Mo y Zn. Aquellas afectadas por metritis: valores bajos de Ca, Mo, P, **Se y Zn**. Y en los casos de endometritis: valores disminuidos de Ca, Cu, Mo y Zn comparadas con las no afectadas



# Estrés oxidativo: cómo actuar

- Por tanto, parecería lógico enfocar parte de la solución desde la estrategia micromineral
- En este sentido, Abuelo et al: (2014): las vitaminas y ciertos minerales, como el selenio han demostrado ser efectivos vs OS y para contrarrestar la severidad de procesos como mastitis o metritis (Spears and Weiss, 2008; Bouwstra et al., 2009; Sordillo and Aitken, 2009), tanto de forma directa por su efecto antioxidante como a través de la respuesta inmune
- Niveles de suplementación: ligeramente superiores a recomendaciones puede mejorar salud animal y performance, así como calidad de producto (Castillo et al., 2013)

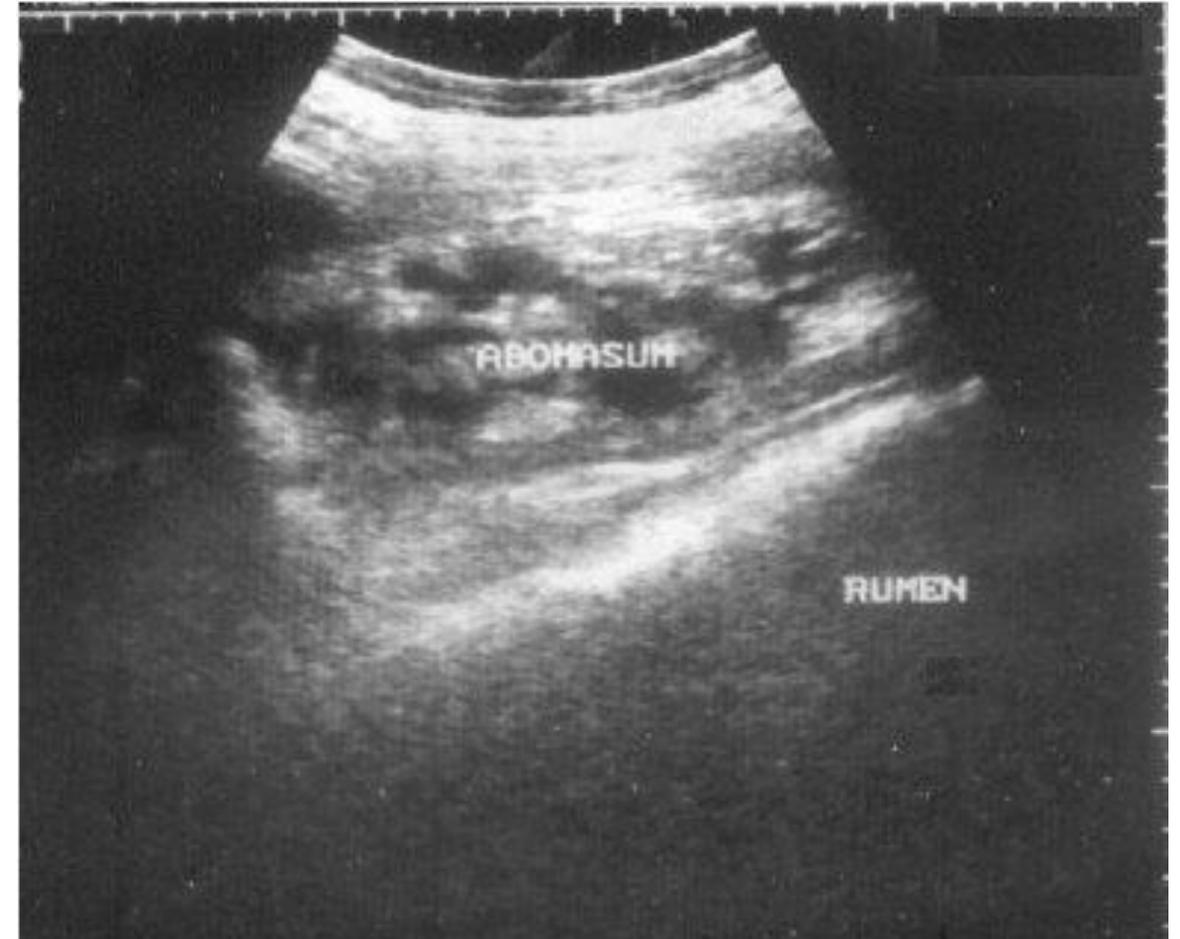
# Estrés oxidativo: cómo actuar

- **SALUD UBRE Y CALIDAD DE LECHE:**

- Cambios en glandula mamaria preparto -> incremento producción de ROS y citokinas + riesgo mastitis y de infección intramamaria (Sordillo, 2005; Baldi et al., 2008; Spears and Weiss, 2008) = la nutrición es clave en este periodo (Baldi et al., 2008)
- **RCS**: los niveles de antioxidantse, como vit E y Se se han asociado con mejoras en salud mamaria (Baldi et al., 2000; Politis et al., 2004; Nyman et al., 2008; Moeini et al., 2009). El meta-analysis de Zeiler et al. (2010) reveló que la suplementación con vit E y Se reducen RCS 24 000 cells/ml leche de media
- **Incidencia de mastitis clínica**: meta-análisis posteriores (Zeiler et al., 2010; Politis, 2012) concluyeron que la suplementación con vit E y Selenio reducen el riesgo de mastitis (en una media de 34%), solo Selenio reduce un 40% y solo vit E reduce un 30%, sugiriendo mantener el nivel de vitamin E en 3000 IU/cow/día in close-up dry

# Estrés oxidativo: cómo actuar

- **Desplazamientos del abomaso:** frecuentemente en posparto, y requieren cirugía en muchas ocasiones. Costos productivos, veterinarios e inversión de sacrificio (Doll et al., 2009). Las vacas con DA tienen una **concentración sérica de antioxidantes un 40 % más baja** que sus contrapartes no afectadas (Mudron et al., 1997; Hasanpour et al., 2011; Mamak et al., 2013)





Muchas gracias por su  
atención

Orlando Quesada Chaves  
Vetim S.A.

✉ [oquesada@vetimsa.com](mailto:oquesada@vetimsa.com) / +506 6056-1995