

Los minerales: importancia y contribución de los forrajes

Sergio Calsamiglia
Universidad Autónoma de Barcelona

Estructura

- Necesidades minerales (NRC, 2001)
- Evolución de las recomendaciones (NRC, 1989 ==> NRC, 2001)
- Variabilidad en el contenido de minerales de los forrajes
- Impacto de la variabilidad en el contenido de minerales de los forrajes sobre el aporte en las raciones

Desarrollo de las Recomendaciones

- Calcula las necesidades netas de forma factorial (mantenimiento + crecimiento + gestación + producción) (g/d)
- Considera variaciones en los coeficientes de absorción entre minerales y entre suplementos distintos (%).
- A partir de las necesidades calculadas y el coeficiente de absorción, calcula los aportes necesarios en la ración (g/kg MS)
- Compara las necesidades calculadas con recomendaciones empíricas y establece recomendaciones

Minerales

- Reconoce la variabilidad en el contenido en minerales en los alimentos en macro y microminerales
- Reconoce la necesidad de hacer análisis de minerales de todos los suplementos por química húmeda (los valores con NIR son menos precisos)
- Los valores de tablas se presentan de forma orientativa, pero su uso puede conducir a errores importantes
- El anterior NRC (1989) recomendaba que todos los microminerales fueran aportados por el corrector. La versión actual no comenta nada

Calcio

- El NRC (1989) utilizaba un valor único de coeficiente de absorción (38%)
- El NRC-2001 utiliza valores distintos para concentrados (60%), forrajes (30%) y fuentes inorgánicas (se absorben más que los concentrados, pero es variable)
- El INRA utiliza un valor entre 30 y 35%

Fósforo

- El NRC-1989 calculaba las necesidades de mantenimiento en función del peso vivo; el NRC-2001 lo calcula en función de la ingestión de MS
- El NRC-1989 utilizaba un coeficiente de absorción único (50%). El NRC-2001 utiliza valores distintos para forrajes (64%), concentrados (70%) y suplementos minerales (variable)
- Las recomendaciones disminuyen respecto al NRC-1989 porque no existe evidencia de beneficios productivos o reproductivos, y es un

Macrominerales

- Modelación empírica de los aportes de Na muestra beneficios de aportes por encima de las necesidades (0.9-0.8%)
- Modelación empírica de los aportes de Cl muestra beneficios de aportes por encima de las necesidades (0.2%)
- Modelación empírica de los aportes de K muestra beneficios de aportes por encima de las necesidades (1.5%). Las raciones normales son generalmente ricas en K
- El BAC en producción también es importante (entre +200 y +500 meq/kg), pero suele encontrarse de forma normal en este rango

Balance Aniónico-Catiónico

➤ **Importante en el parto para favorecer la movilización del calcio:**

- Estimular los mecanismos hormonales de movilización de calcio: Disminuir la concentración de calcio parto (aproximación tradicional, frecuentemente imposible).
- Provocar una ligera acidificación metabólica: Balance Aniónico-Catiónico (BAC) negativo (-50 a -100 mEq/kg):

$$\text{BAC (mEq/kg)} = [(0.38 \text{ Ca} + 0.3 \text{ Mg} + \text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + 0.6 \text{ S} + 0.5 \text{ P})]$$

$$\text{BAC (mEq/kg)} = [(0.15 \text{ Ca} + 0.15 \text{ Mg} + \text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + 0.2 \text{ S} + 0.3 \text{ P})]$$

Acidificación con Sales Aniónicas

- Cloruro o sulfato amónico.
- Acido clohídrico y subproductos industriales (BioChlor) funcionan igual que las otras sales.
- Su actividad esta mediada por el efecto de acidificación sistémica y la liberación de parathormona.
- Pueden disminuir la ingestión de materia seca.
- Debe prestarse atención especial a la utilización de ingredientes que favorezcan un BAC bajo y formular adecuadamente los correctores minerales.

Minerales en el Preparto

➤ Si se utilizan sales aniónicas:

- Cloro total < 0.8%.
- Magnesio: 0.4%.
- Azufre: entre 0.35 - 0.40%.
- Potasio: inferior al 1.2%.
- Sodio: inferior al 0.15%.
- Fósforo: entre 0.35 - 0.40.
- Calcio (con BAC neutro o ligeramente negativo): entre 1.0 - 1.2%.

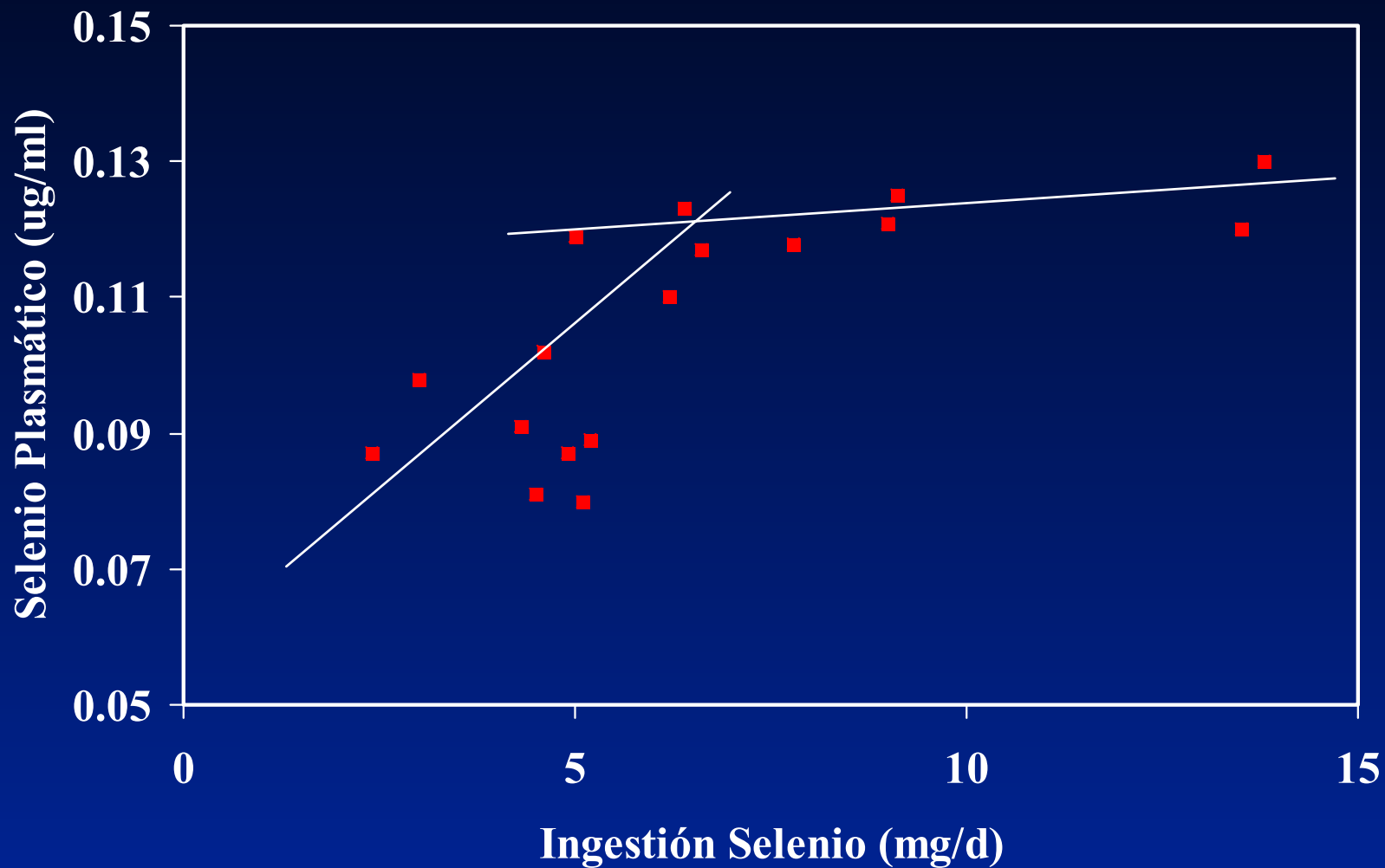
Macrominerales

- La eficacia de absorción del Mg es baja (11-37%), excepto para las fuentes inorgánicas (50%)
- La relación N:S en rumen debe mantenerse de 10:1 a 12:1

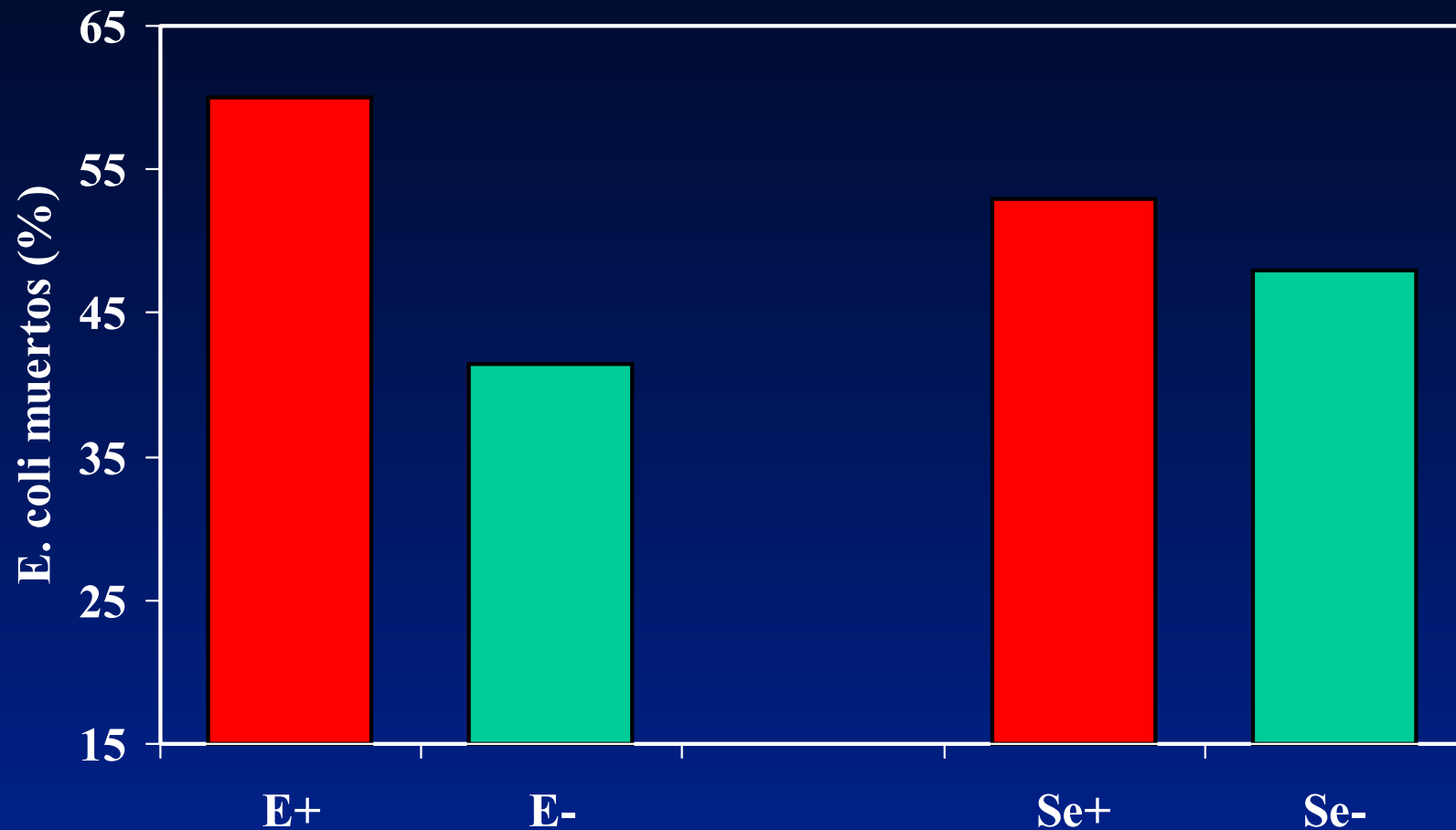
Microminerales

- El coeficiente de absorción del Cu es bajo (1-5%) y su absorción se reduce en presencia de S y Mb
- El exceso de hierro interfiere en la absorción de Cu y Zn. Es muy oxidante. Su nivel debe limitarse
- El exceso de Ca, P y K reducen la absorción de Mn. La absorción del Mn alimetario es baja (0.75%) y de las fuentes orgánicas, aceptable (30-60%)

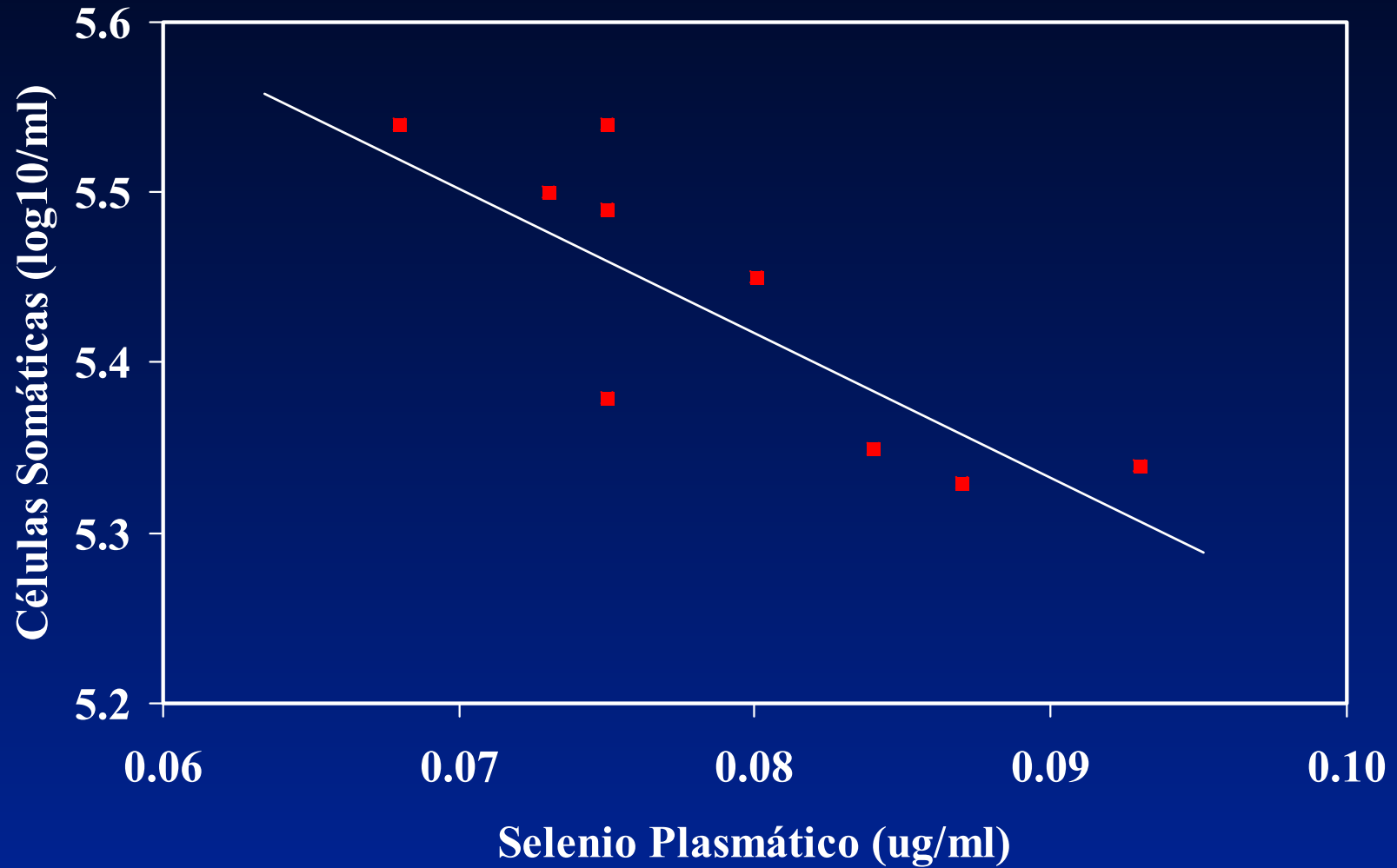
Niveles Óptimos de Selenio



Efectos del Selenio sobre la Incidencia de Mamitis



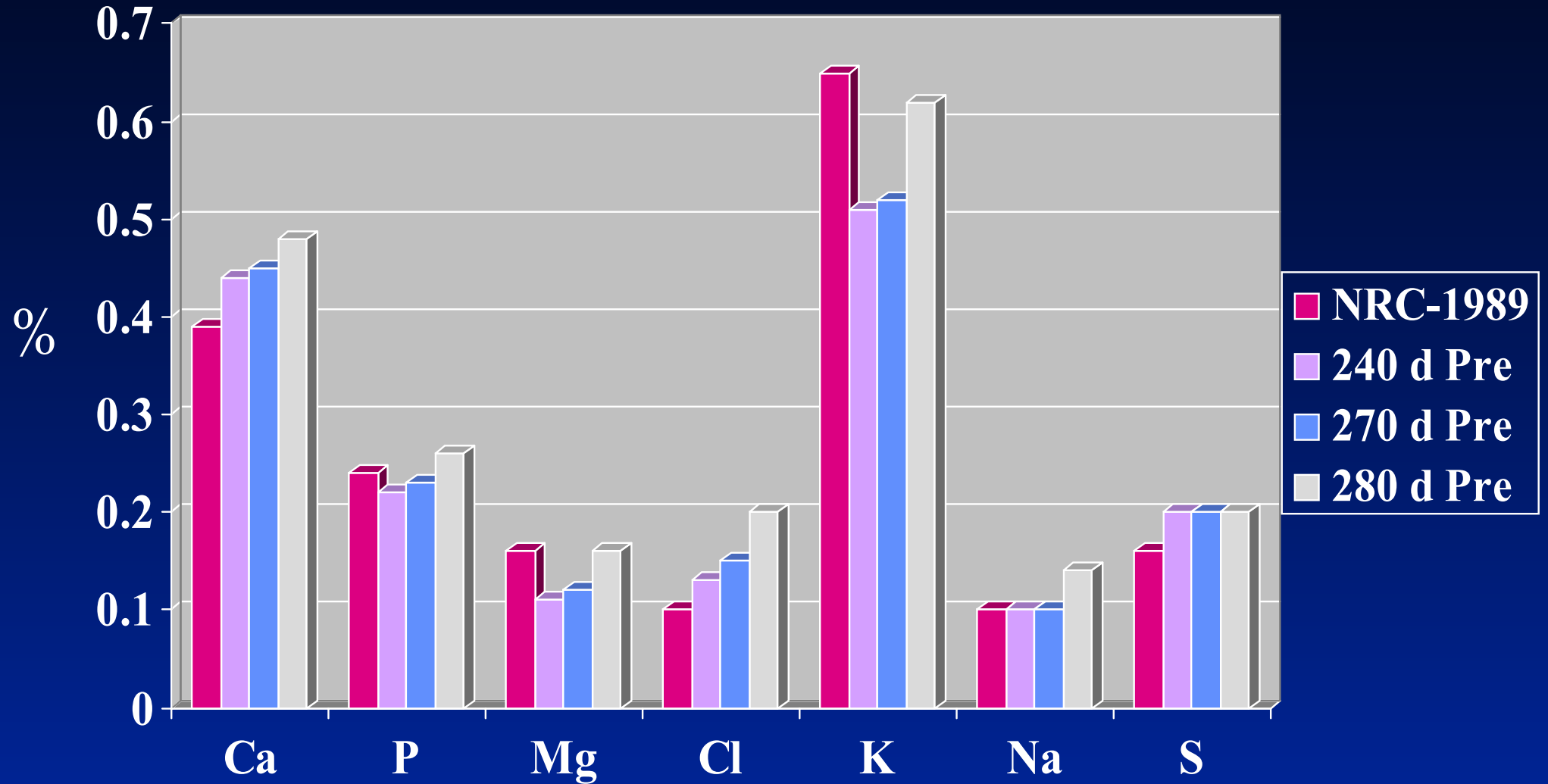
Selenio y CCS



Evolución de las Recomendaciones

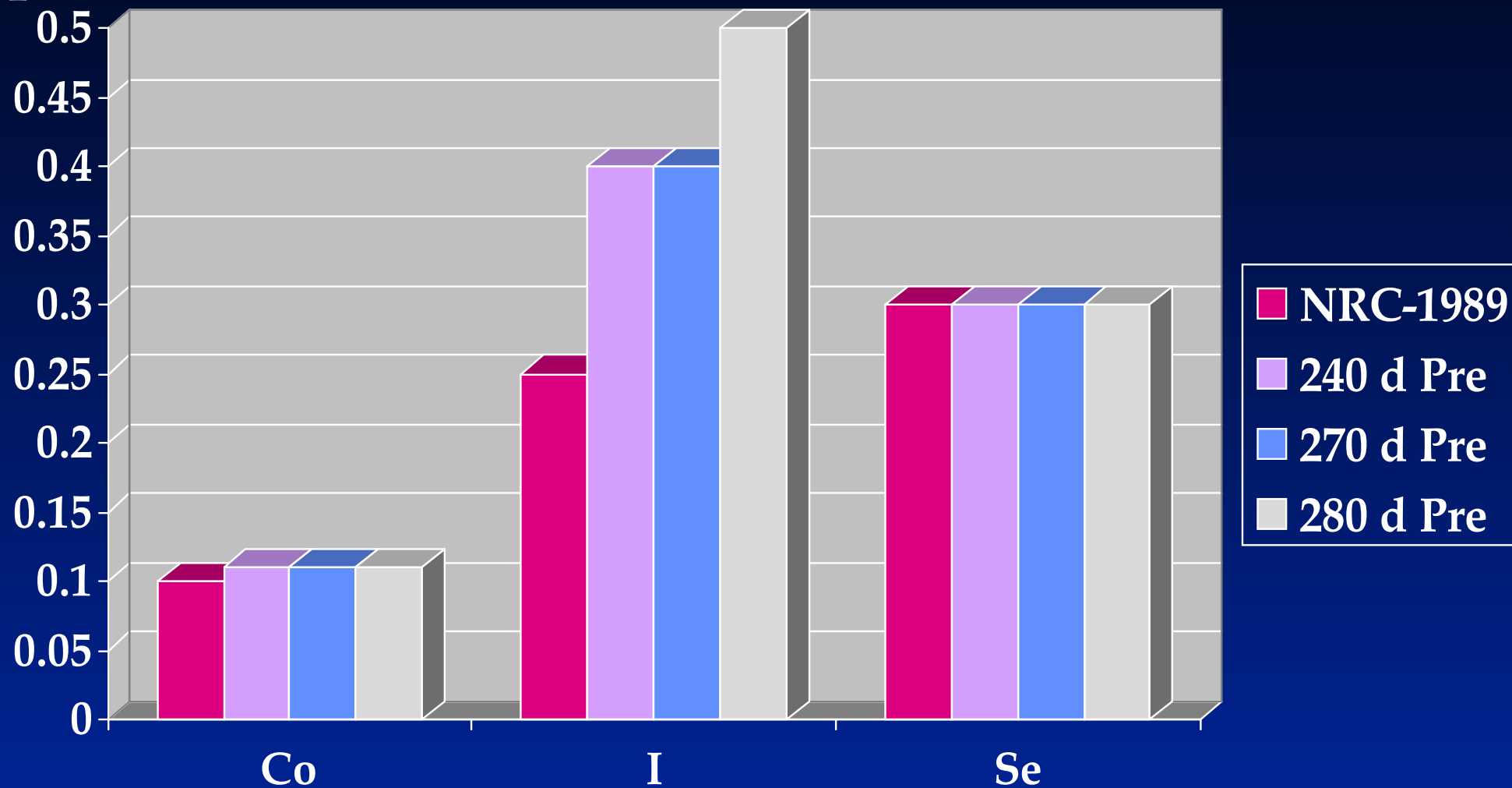
- Vacas Secas en función de los días preparto
- Vacas lactantes a principio de la lactación a dos niveles de producción
- Vacas lactantes a mitad de lactación a dos niveles de producción

Vacas Secas



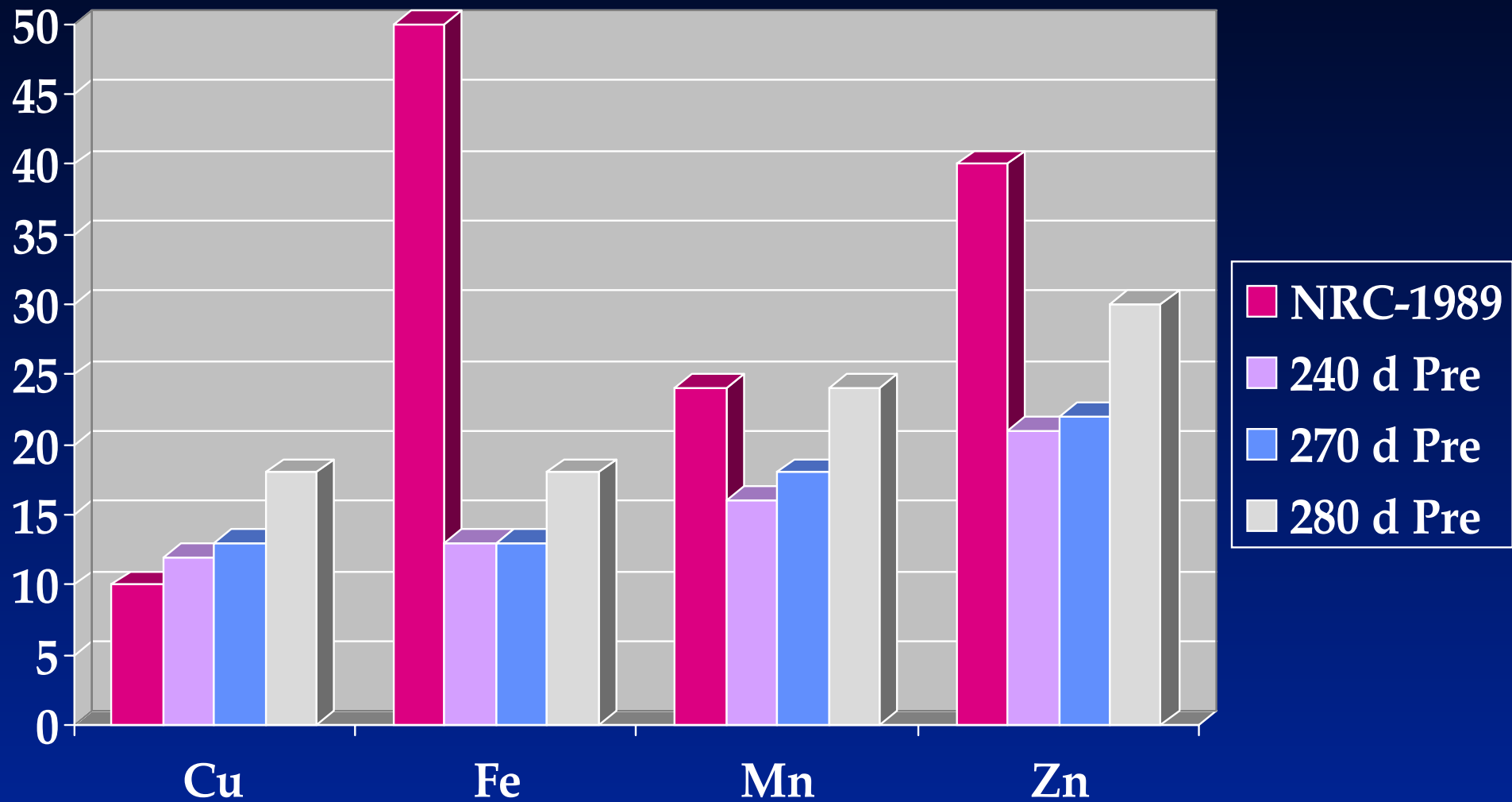
Vacas Secas

ppm



Vacas Secas

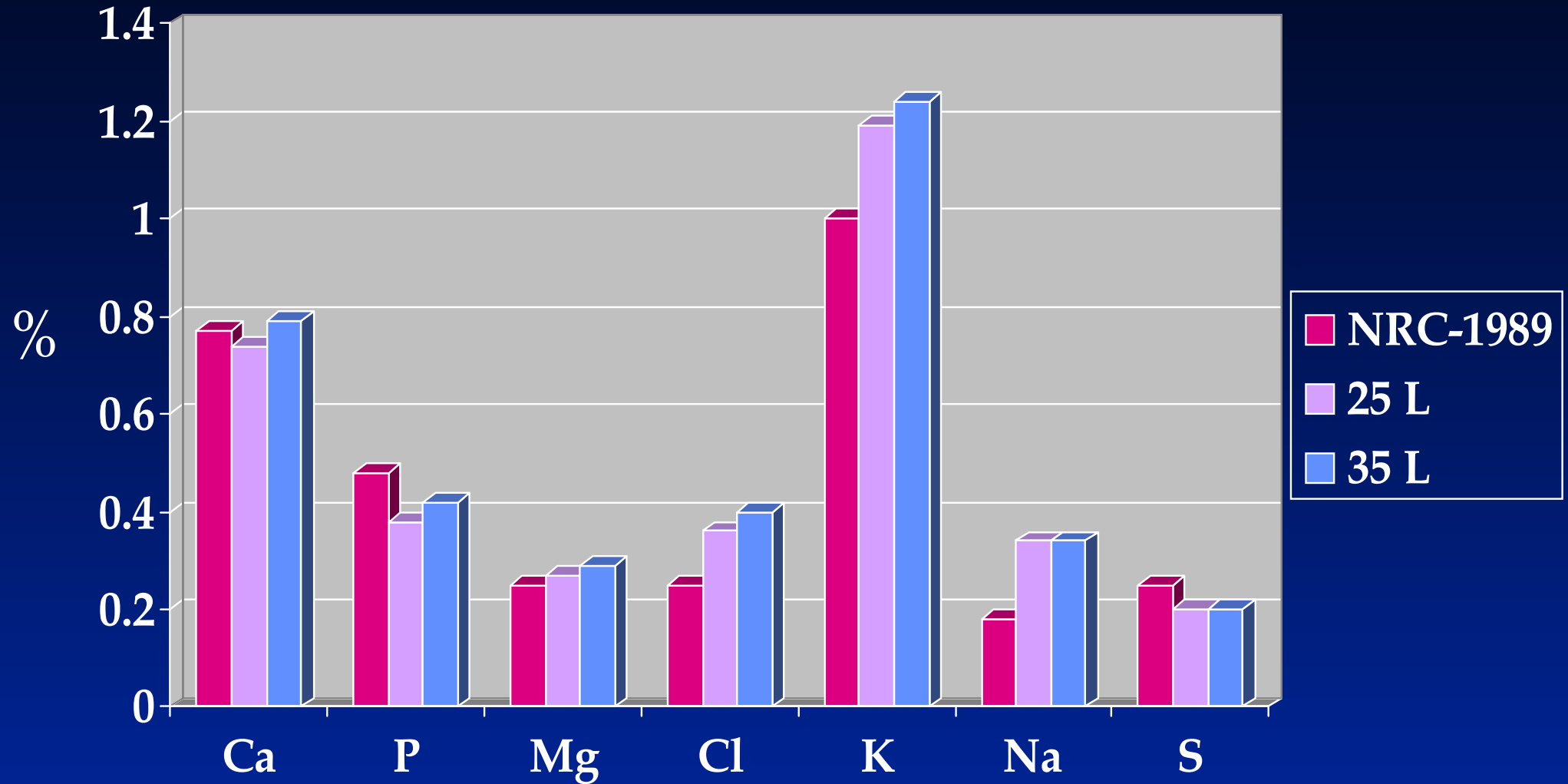
ppm



Consideraciones en Vacas Preparto

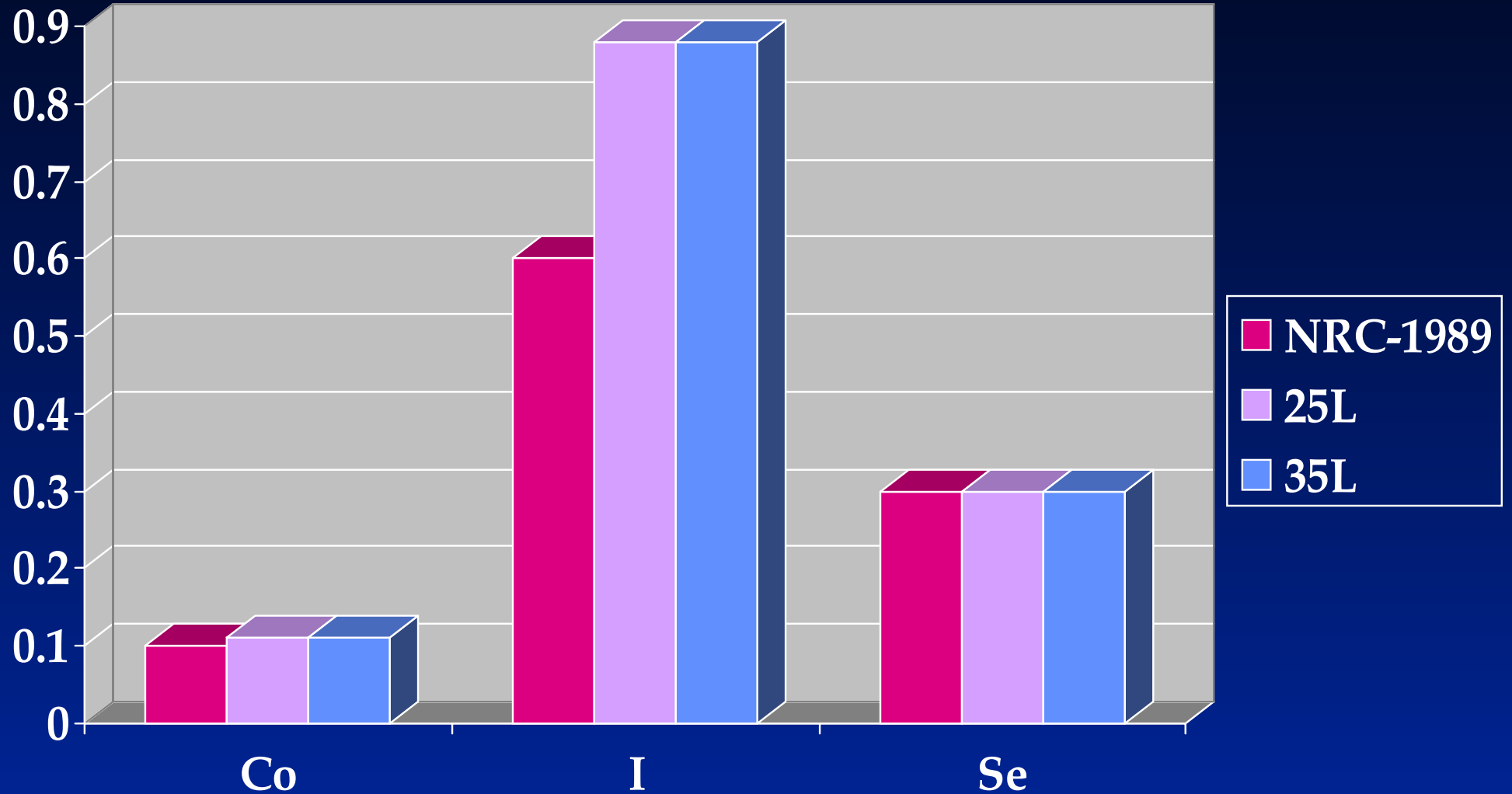
- Aumentan las recomendaciones de Cobre
- Disminuyen sustancialmente las recomendaciones de hierro (no debería formar parte de los correctores)
- Disminuyen las recomendaciones de Zn

Vacas Postparto (11 DEL)



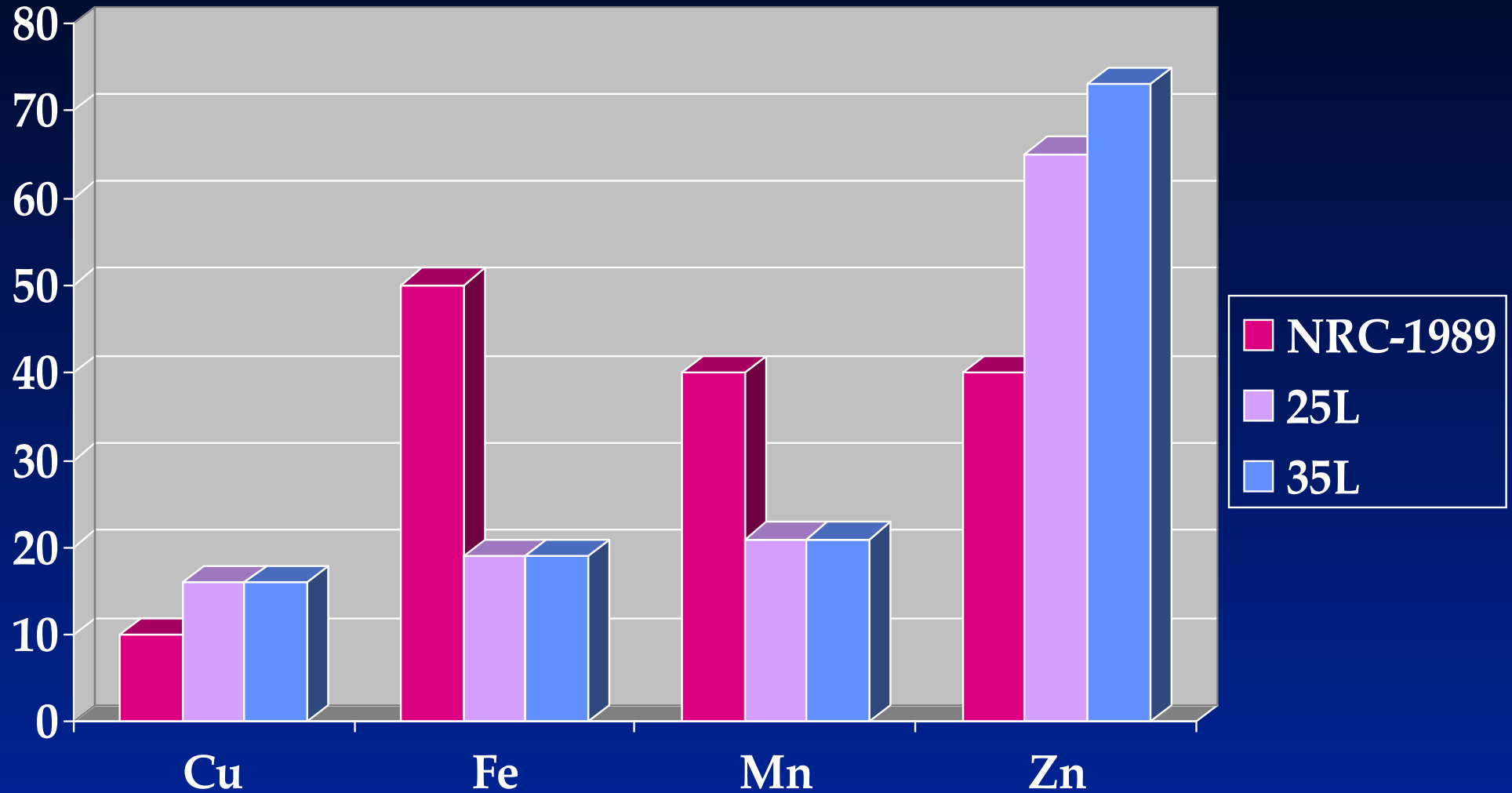
Vacas Postparto (11 DEL)

ppm

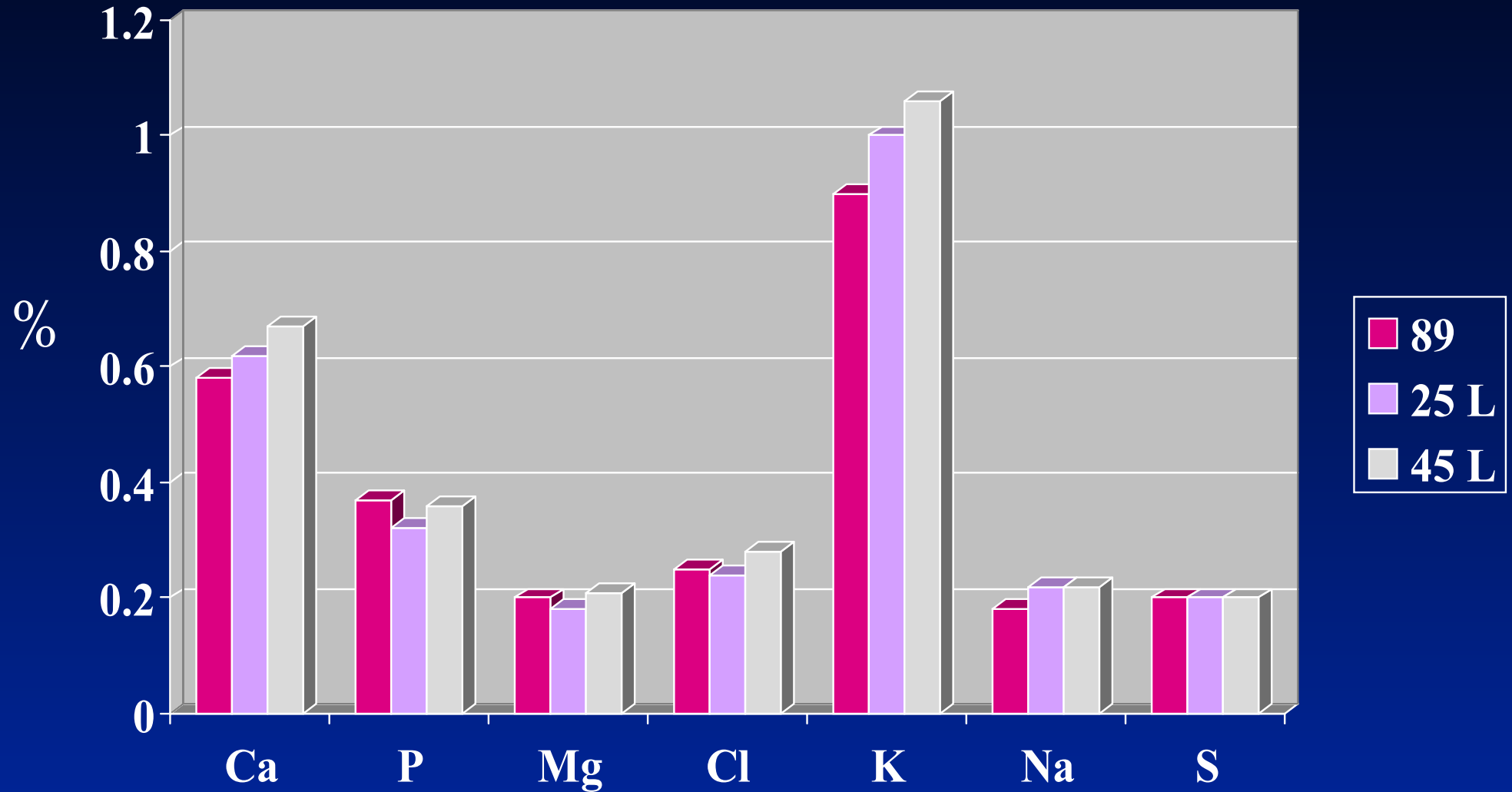


Vacas Postparto (11 DEL)

ppm

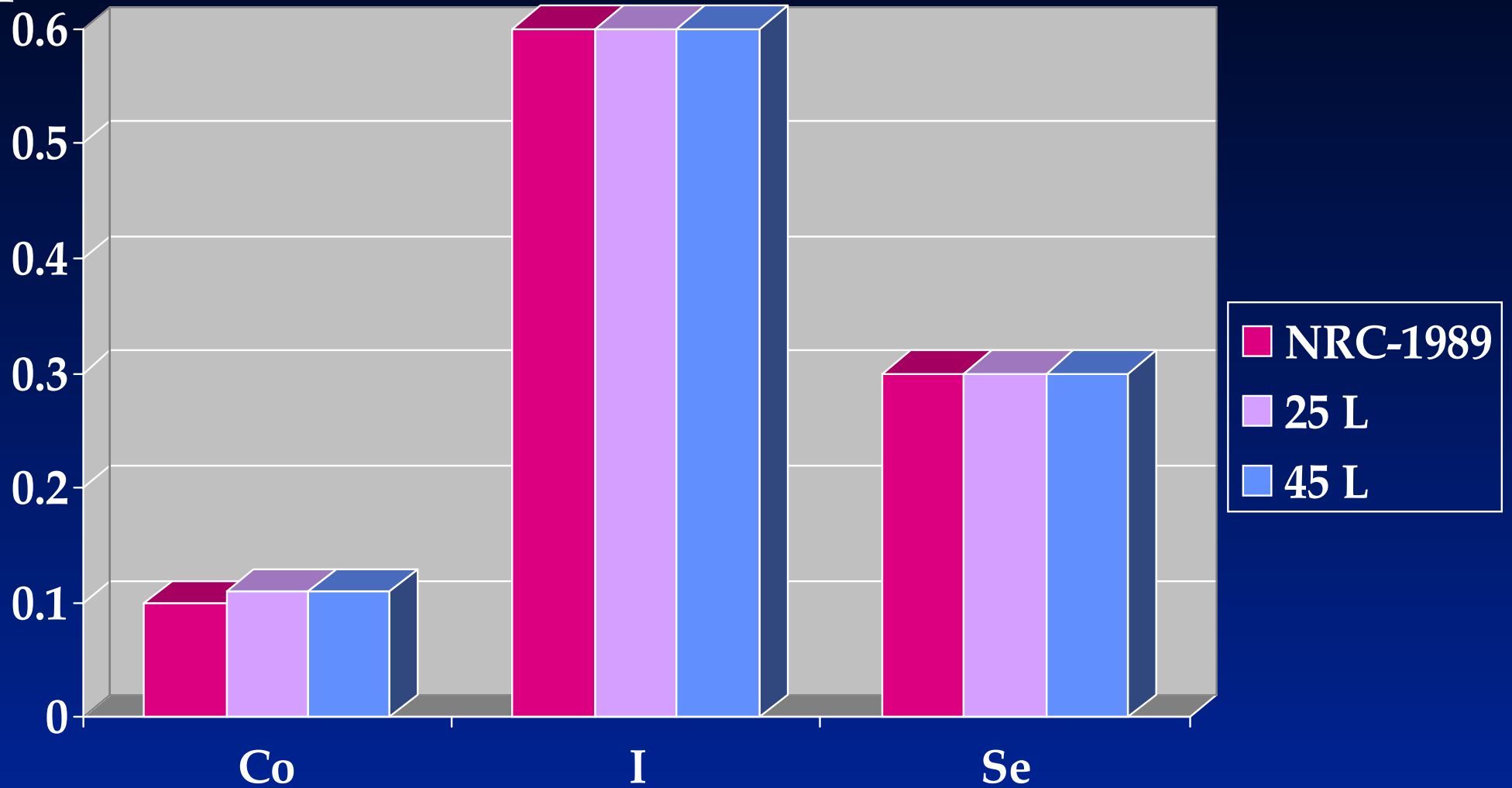


Vacas Producción (90 DEL)



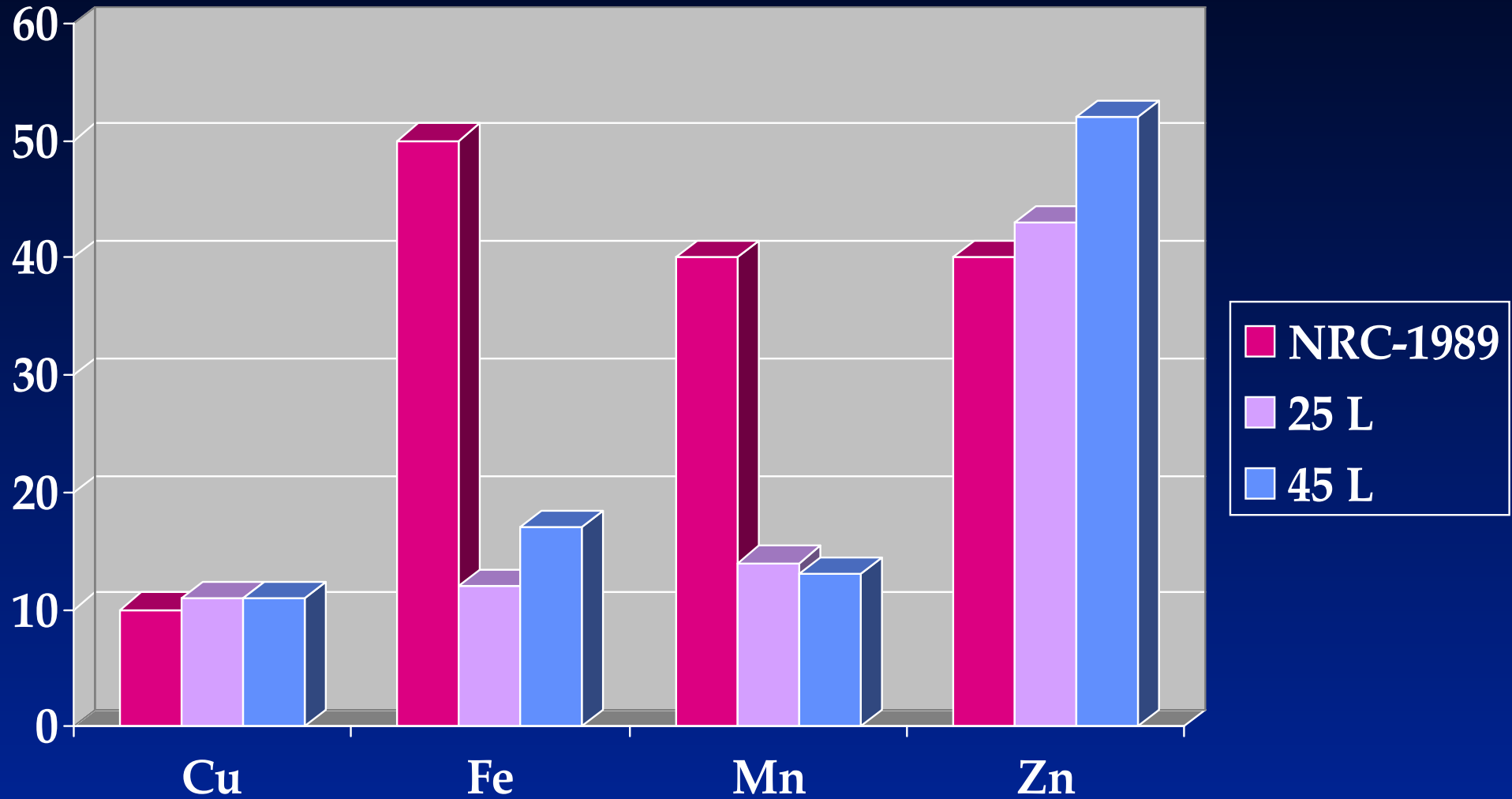
Vacas Producción (90 DEL)

ppm



Vacas Producción (90 DEL)

ppm



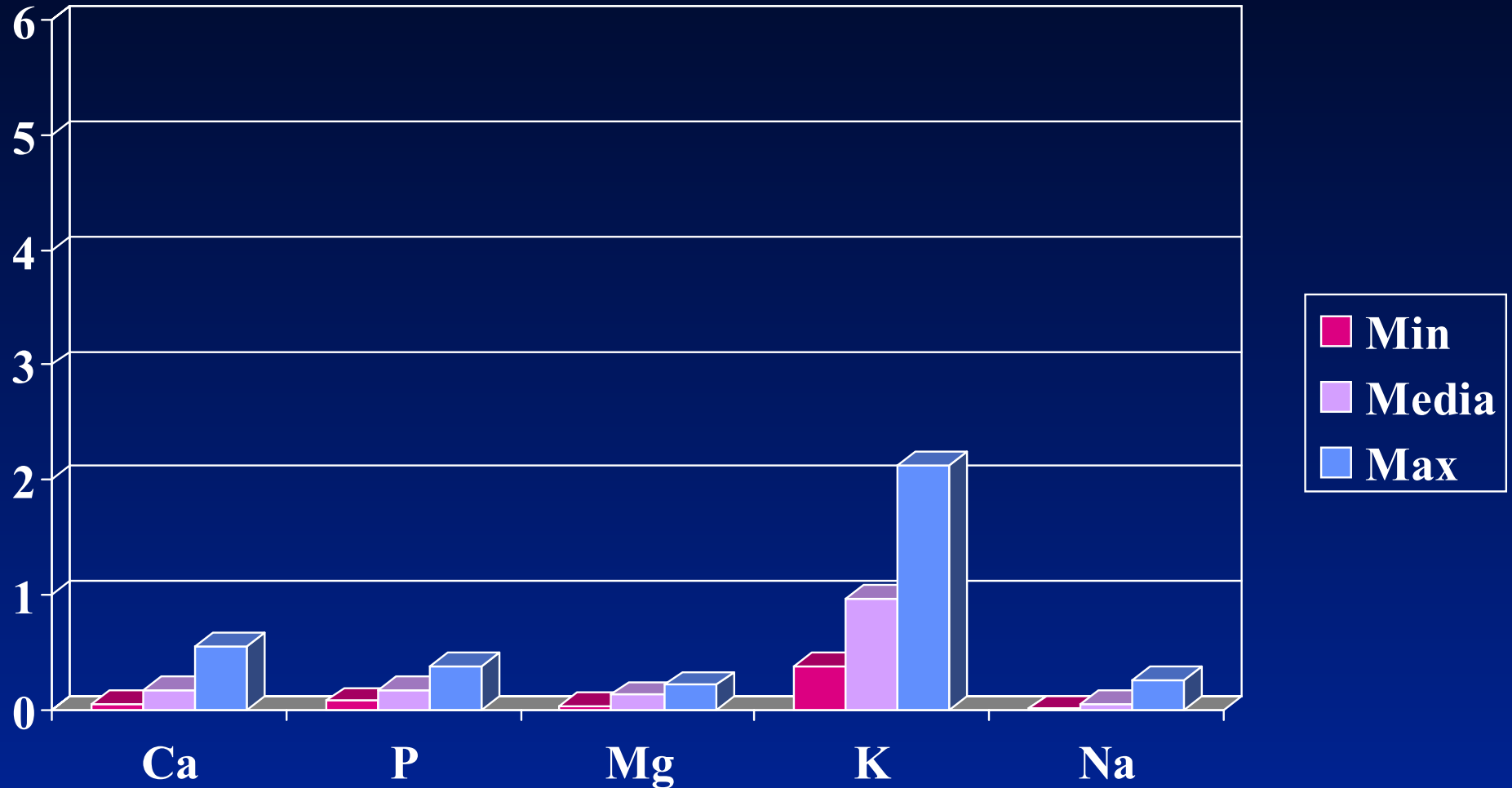
Consideraciones en Vacas en Lactación

- Aumentan las recomendaciones de Cobre
- Disminuyen sustancialmente las recomendaciones de hierro (no debería formar parte de los correctores)
- Disminuyen las recomendaciones de Mn
- Disminuyen las recomendaciones de Zn

Variabilidad en el Contenido de Minerales de los Forrajes

Ensilado de Maíz

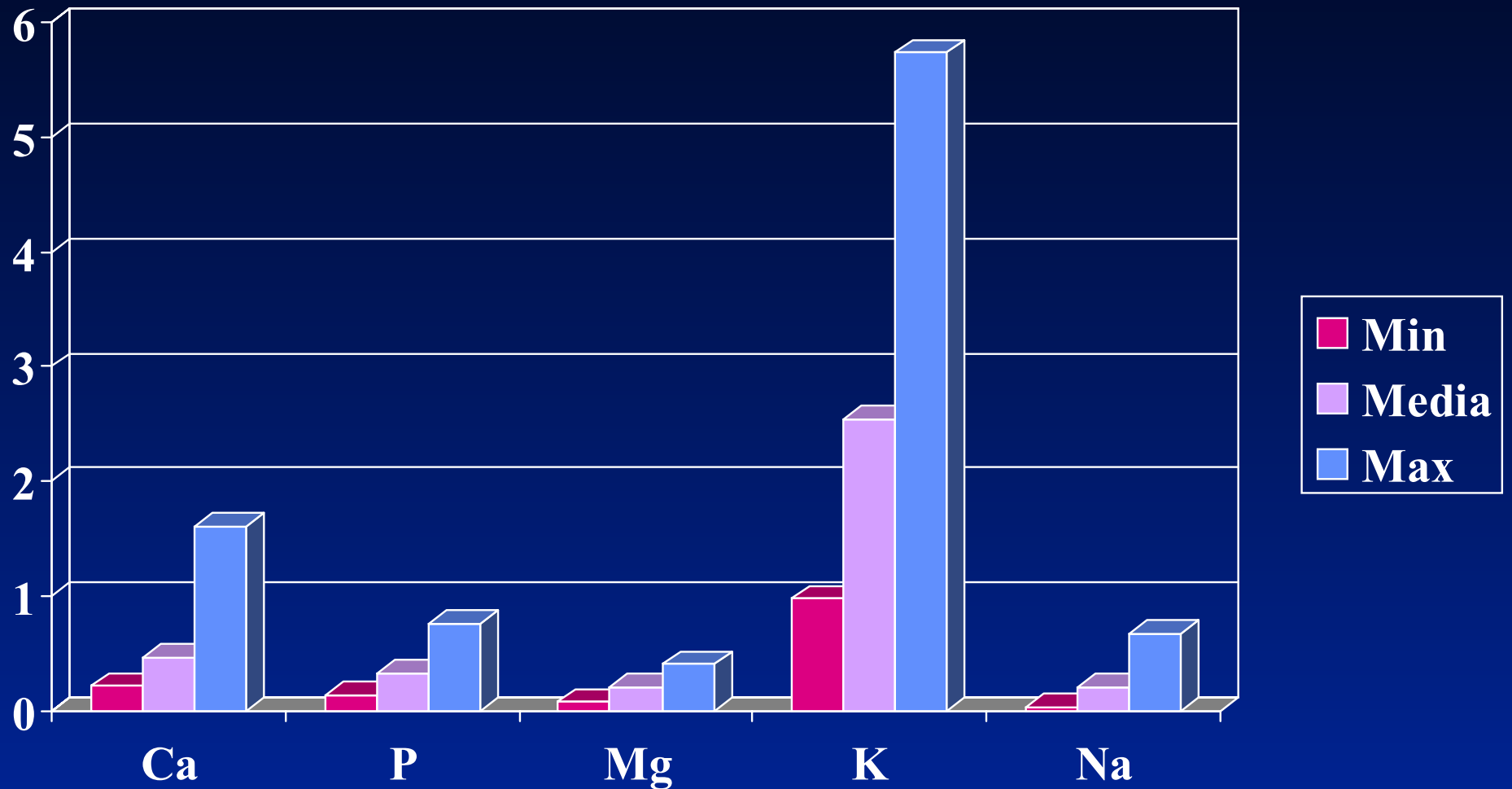
%



(Hermida, 2004)

Silo de Pradera

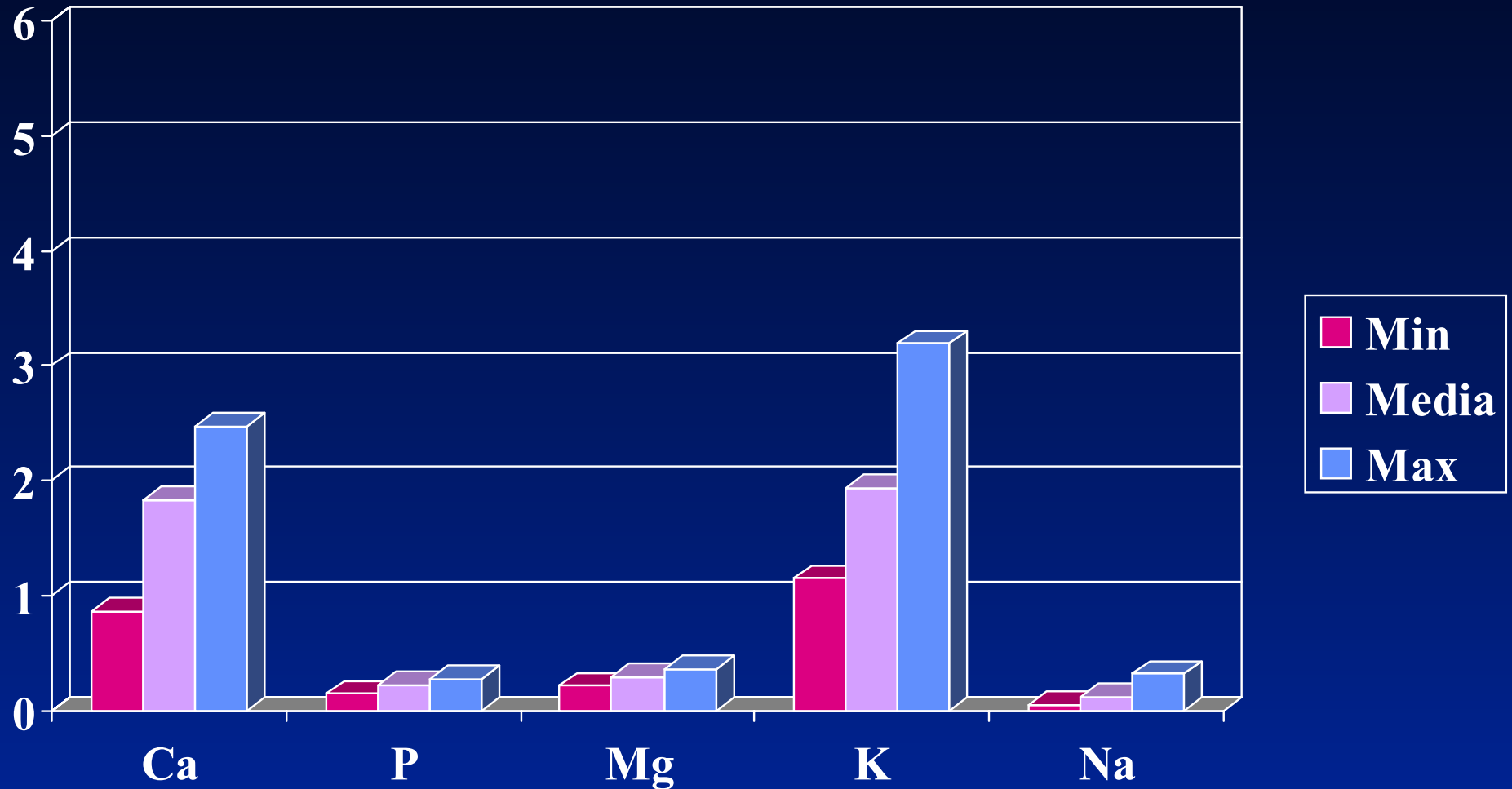
%



(Hermida, 2004)

Alfalfa Deshidratada

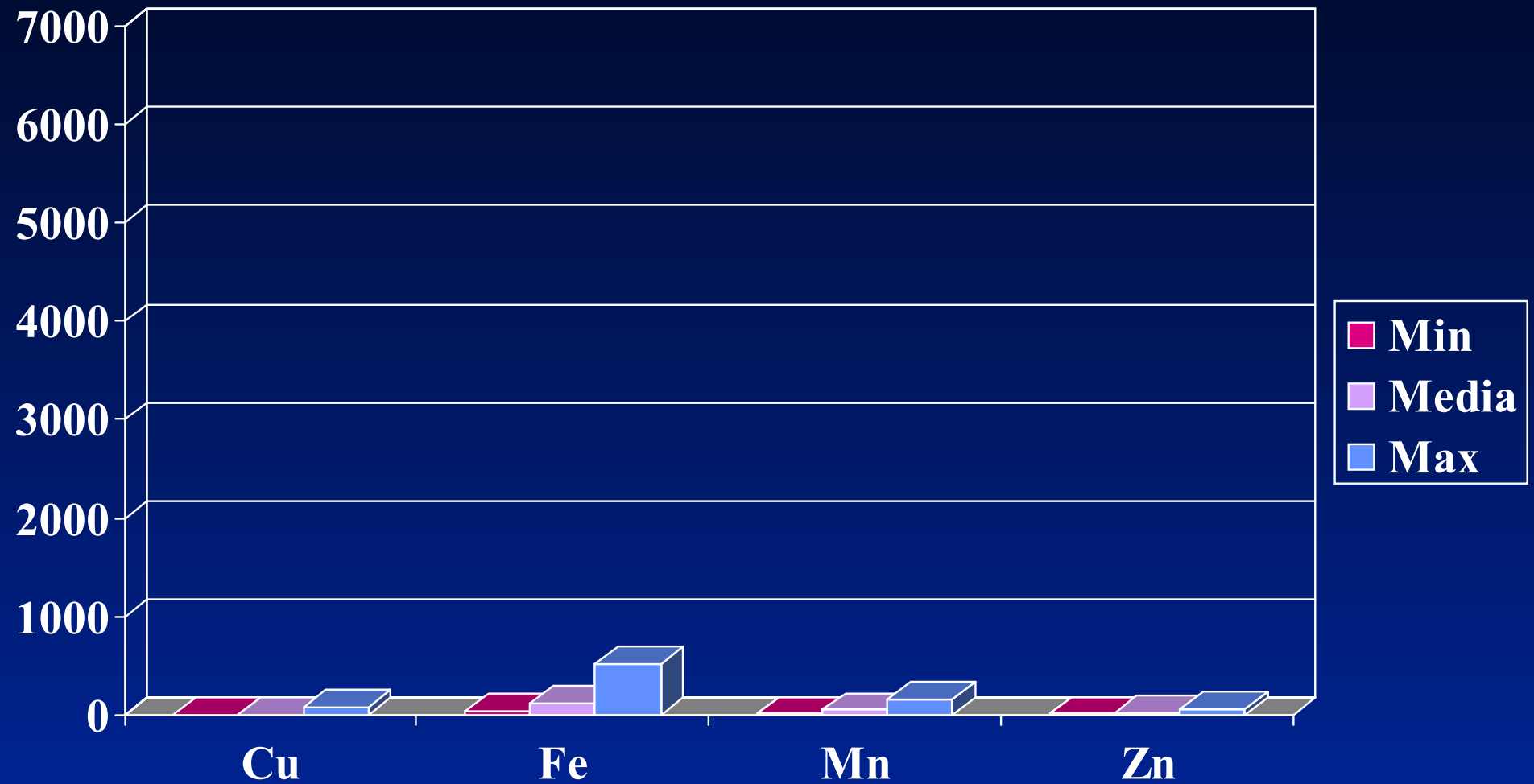
%



(Hermida, 2004)

Silo de Maíz

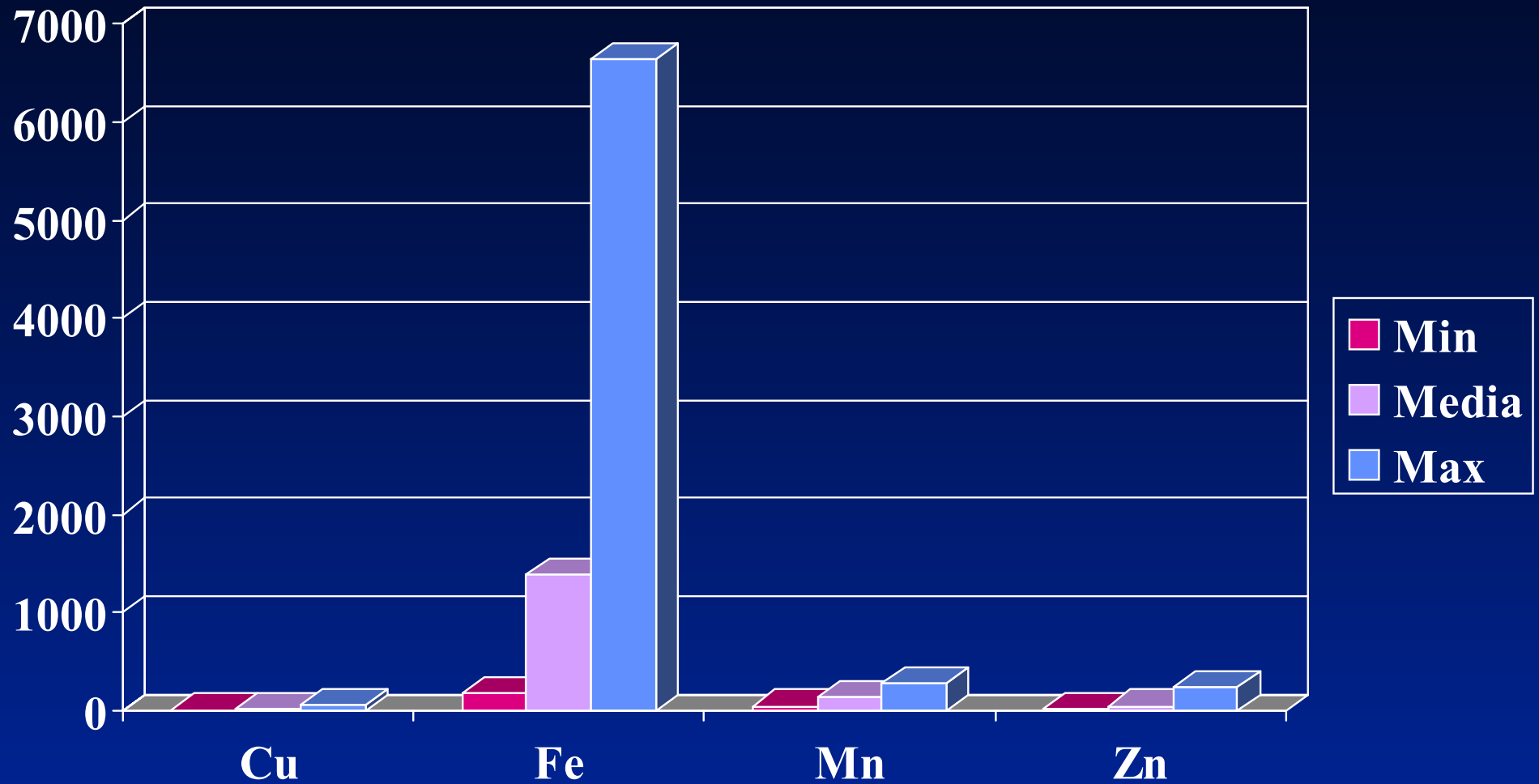
ppm



(Hermida, 2004)

Silo de Pradera

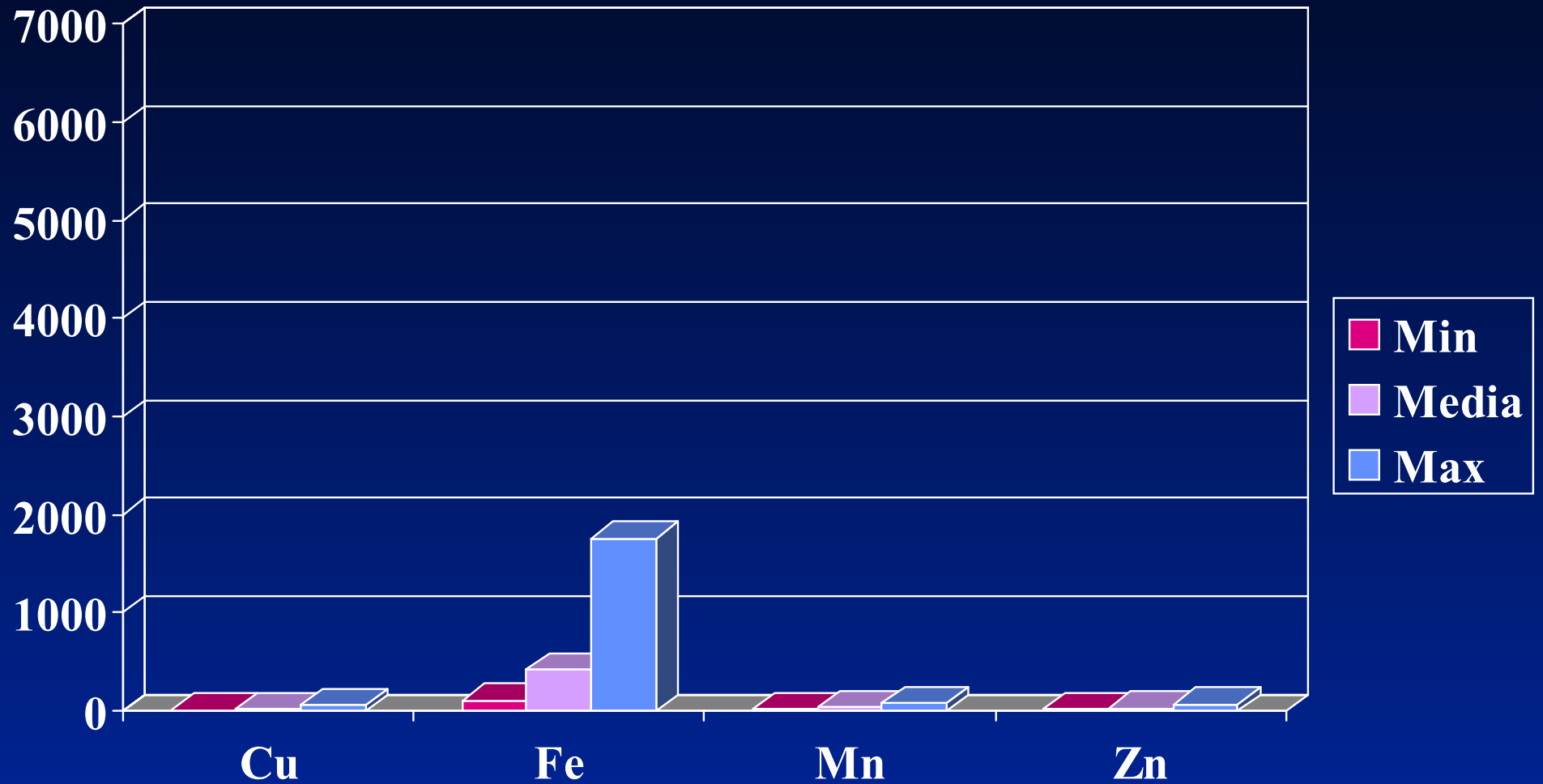
ppm



(Hermida, 2004)

Alfalfa Deshidratada

ppm



(Hermida, 2004)

El Proceso de Formulación

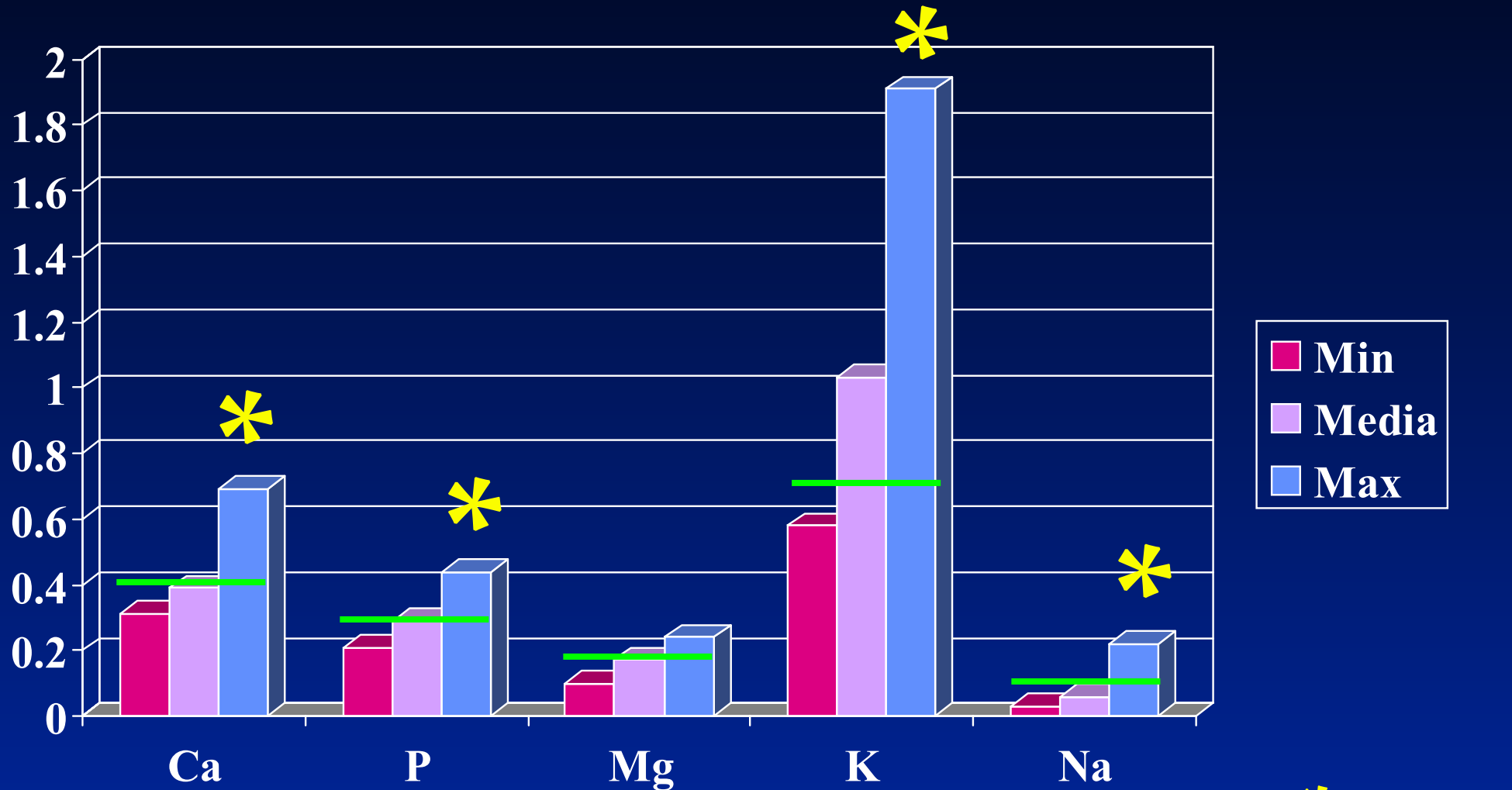
- Definición del animal tipo
- Selección de los ingredientes y su composición
- El uso de la composición química (fibra, proteína, grasa,...) es una práctica cada vez más frecuente
- El uso de analíticas reales de minerales es menos frecuente, limitado por la disponibilidad de datos.
- El NIR ofrece una opción de estimación de la concentración de minerales por asociación

Impacto de los Forrajes: Simulación en Vacas Secas

- Formulación de raciones con un forraje mayoritario (vaca 612 kg, 30secas)
- Simulación del perfil de minerales de la ración considerando el máximo, el mínimo y el valor medio (formulado para cumplir con las necesidades del NRC de Ca y P).
- Forrajes
 - Silo de maíz, Silo de hierba, Alfalfa deshidratada

Ración Secas Silo de Maíz

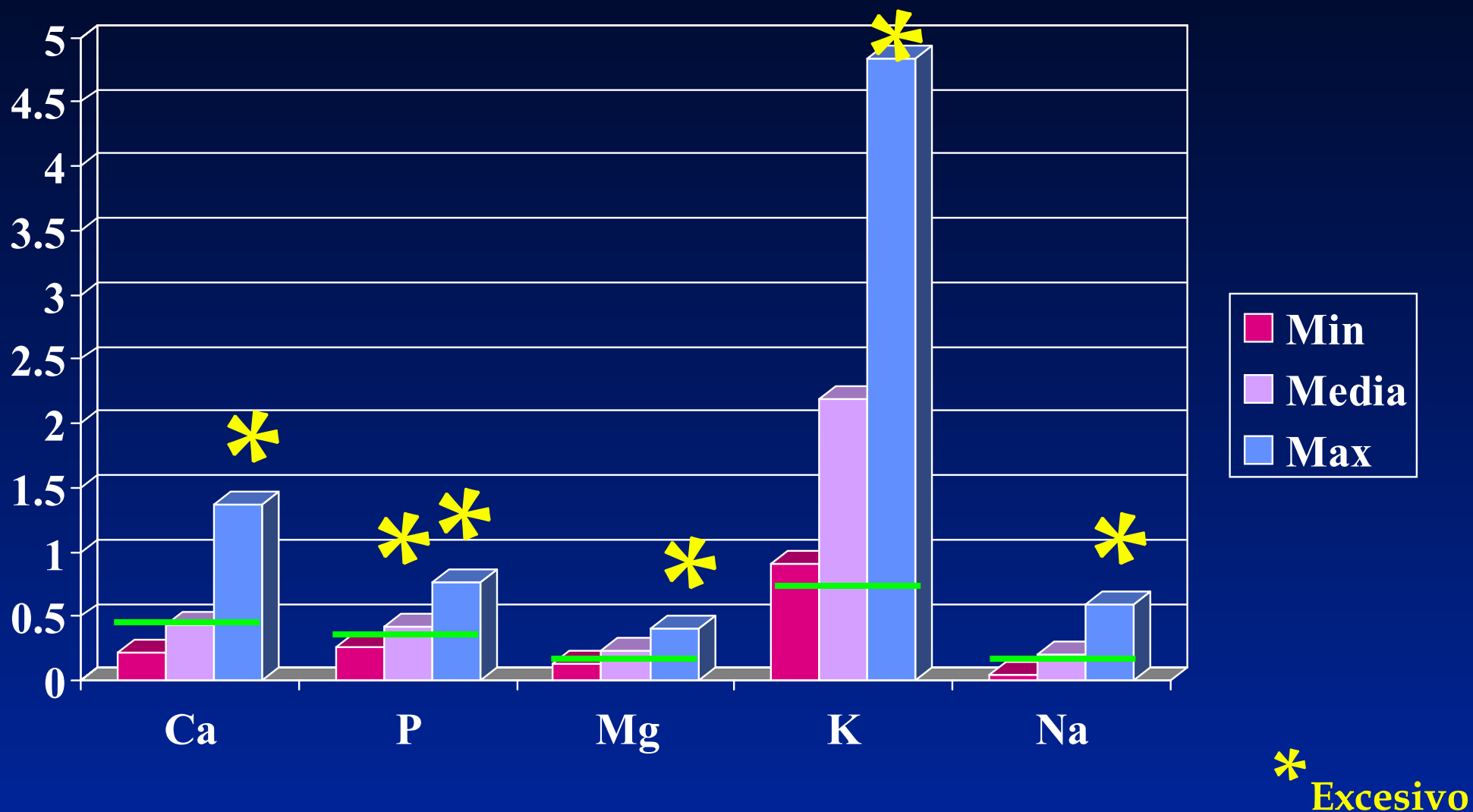
%



* Excesivo

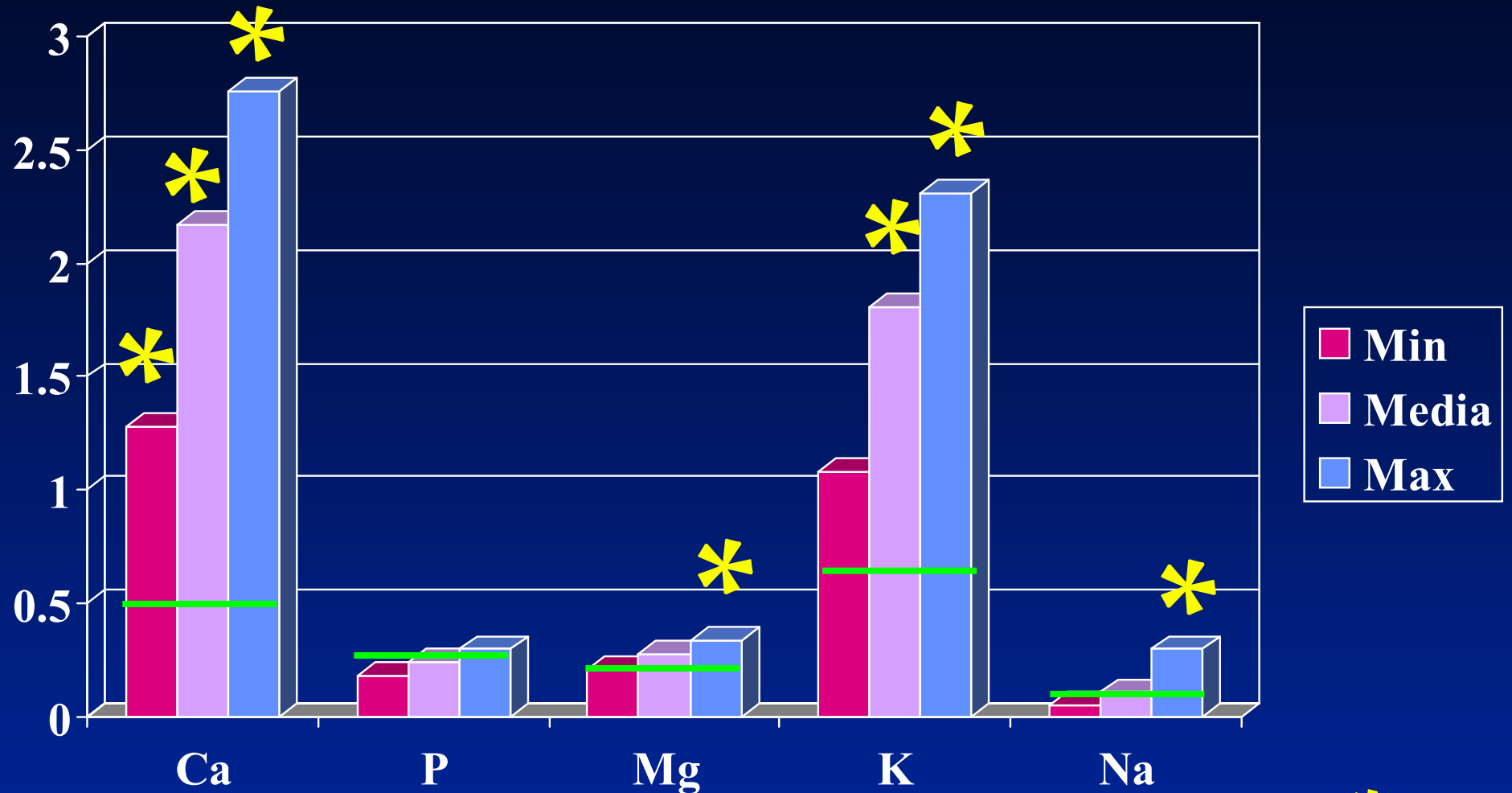
Ración Secas Silo de Hierba

%



Ración Secas Alfalfa Deshidratada

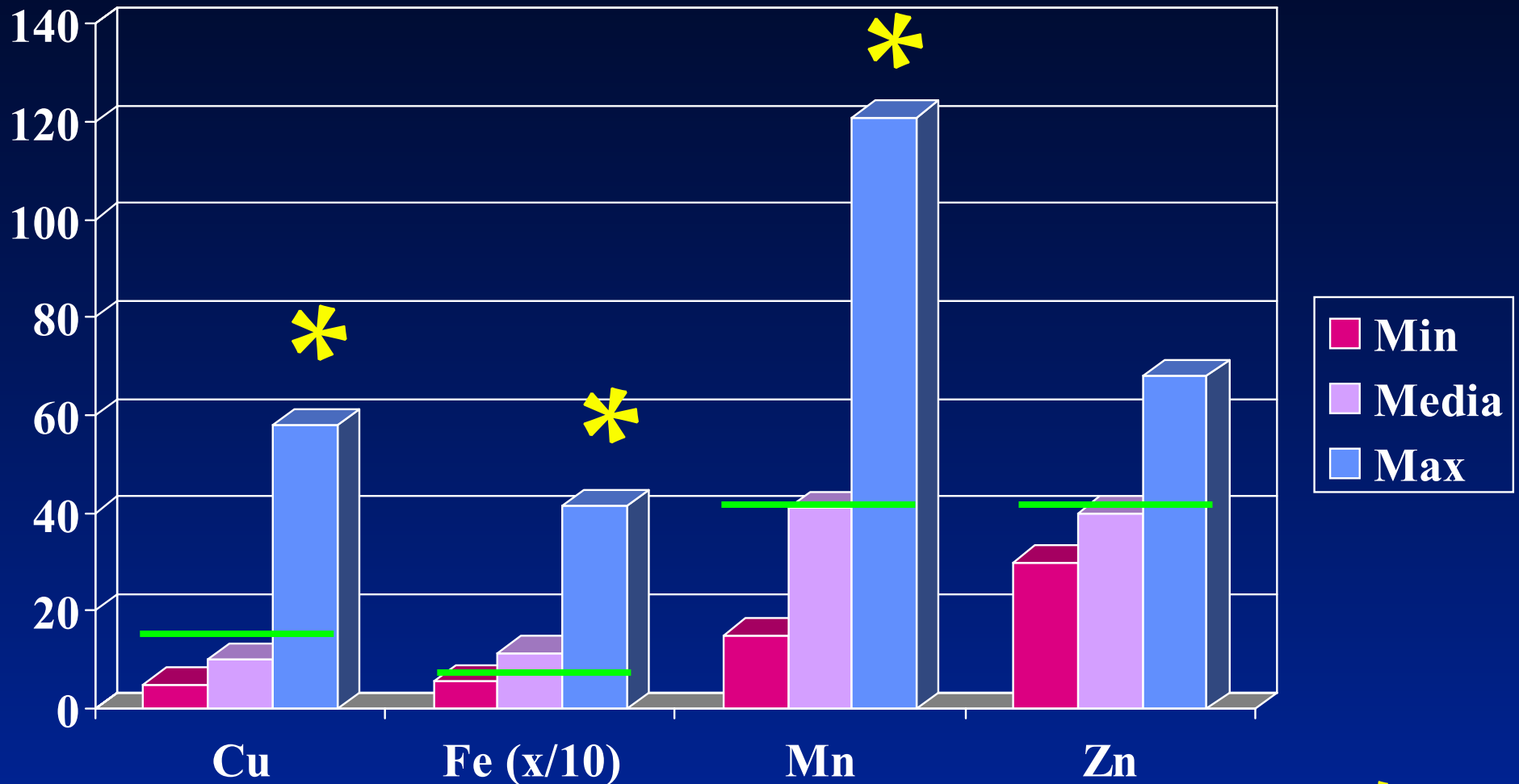
%



* Excesivo

Ración Secas Silo de Maíz

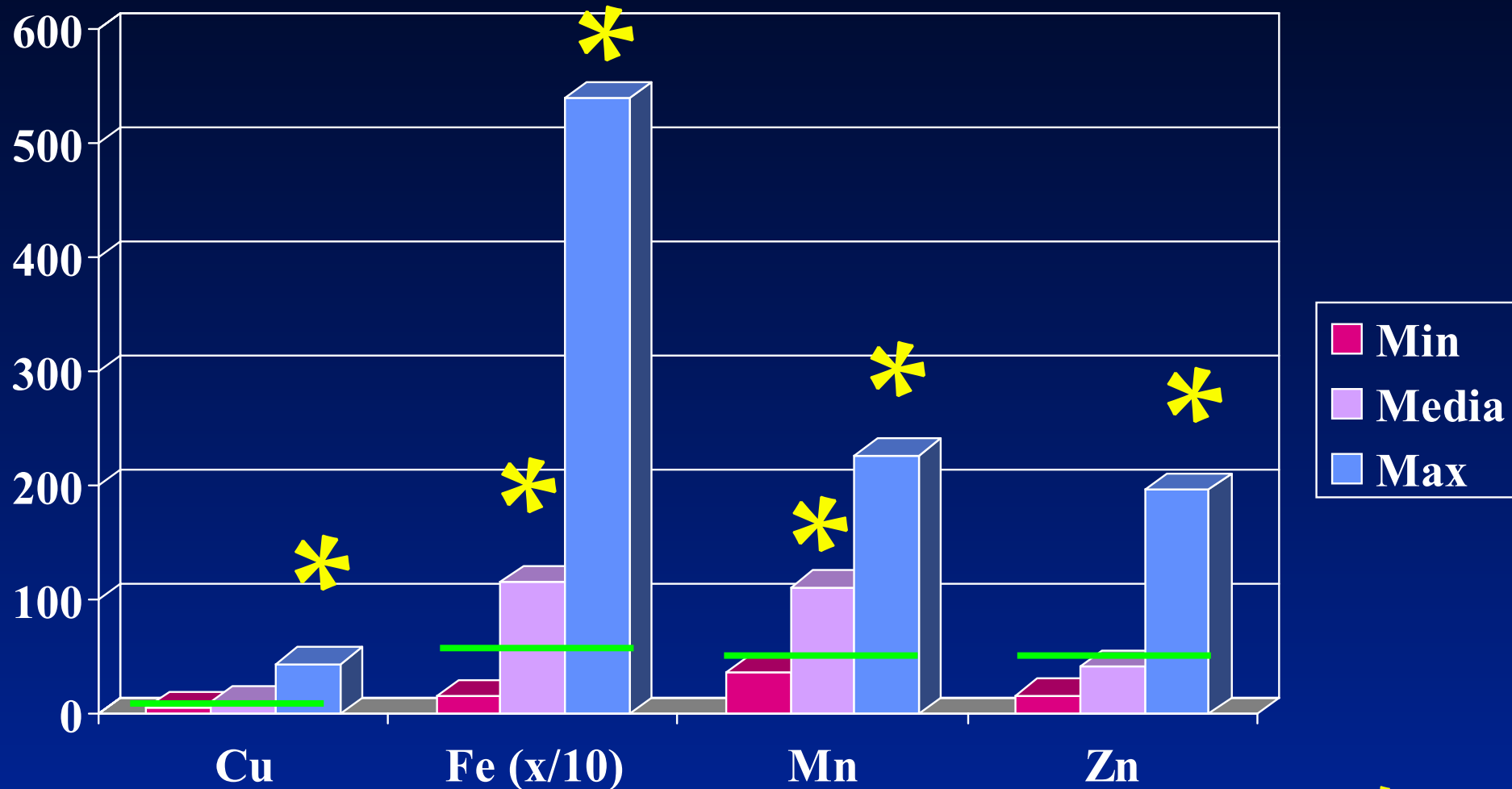
ppm



* Excesivo

Ración Secas Silo de Hierba

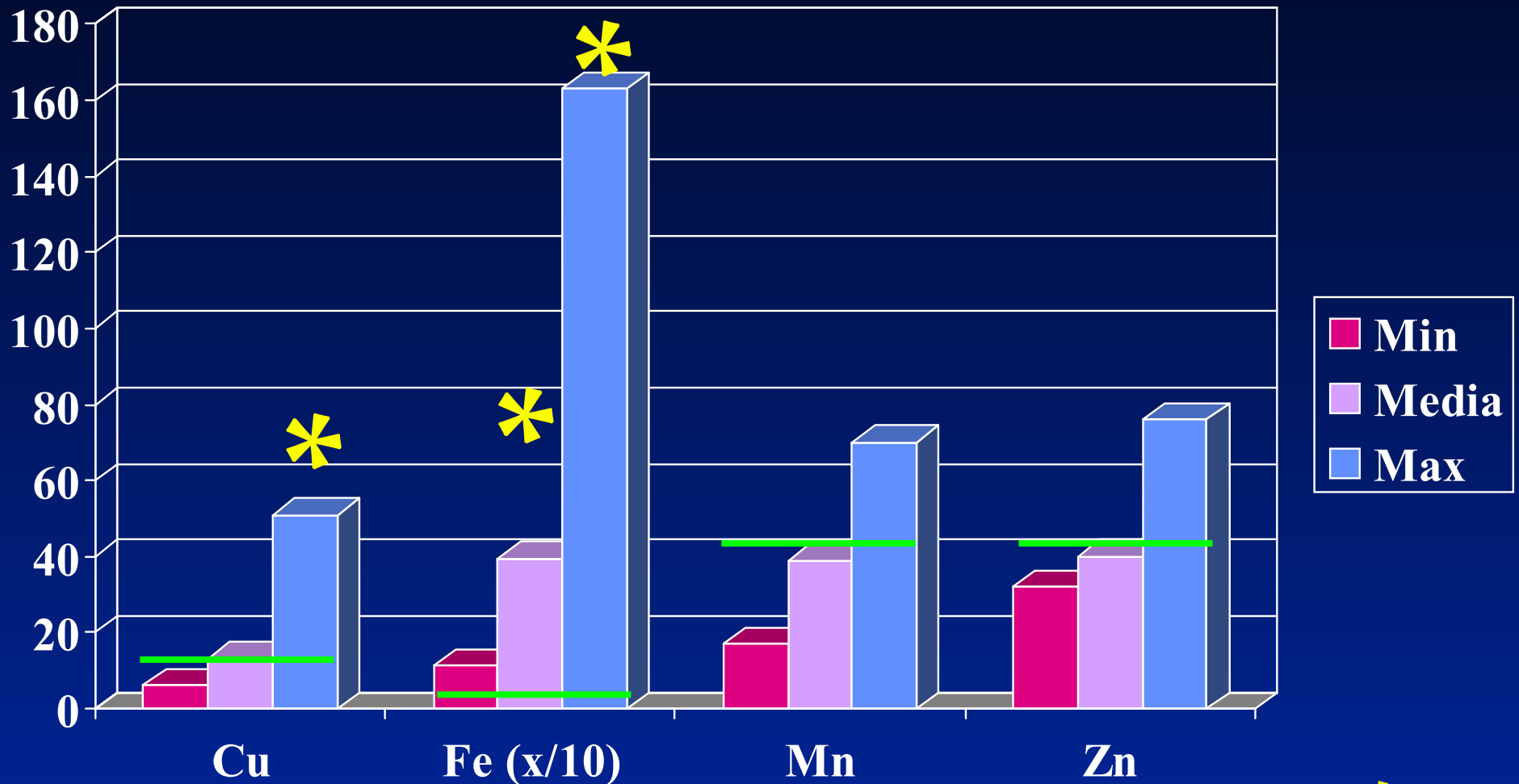
ppm



* Excesivo

Ración Secas Alfalfa Deshidratada

ppm



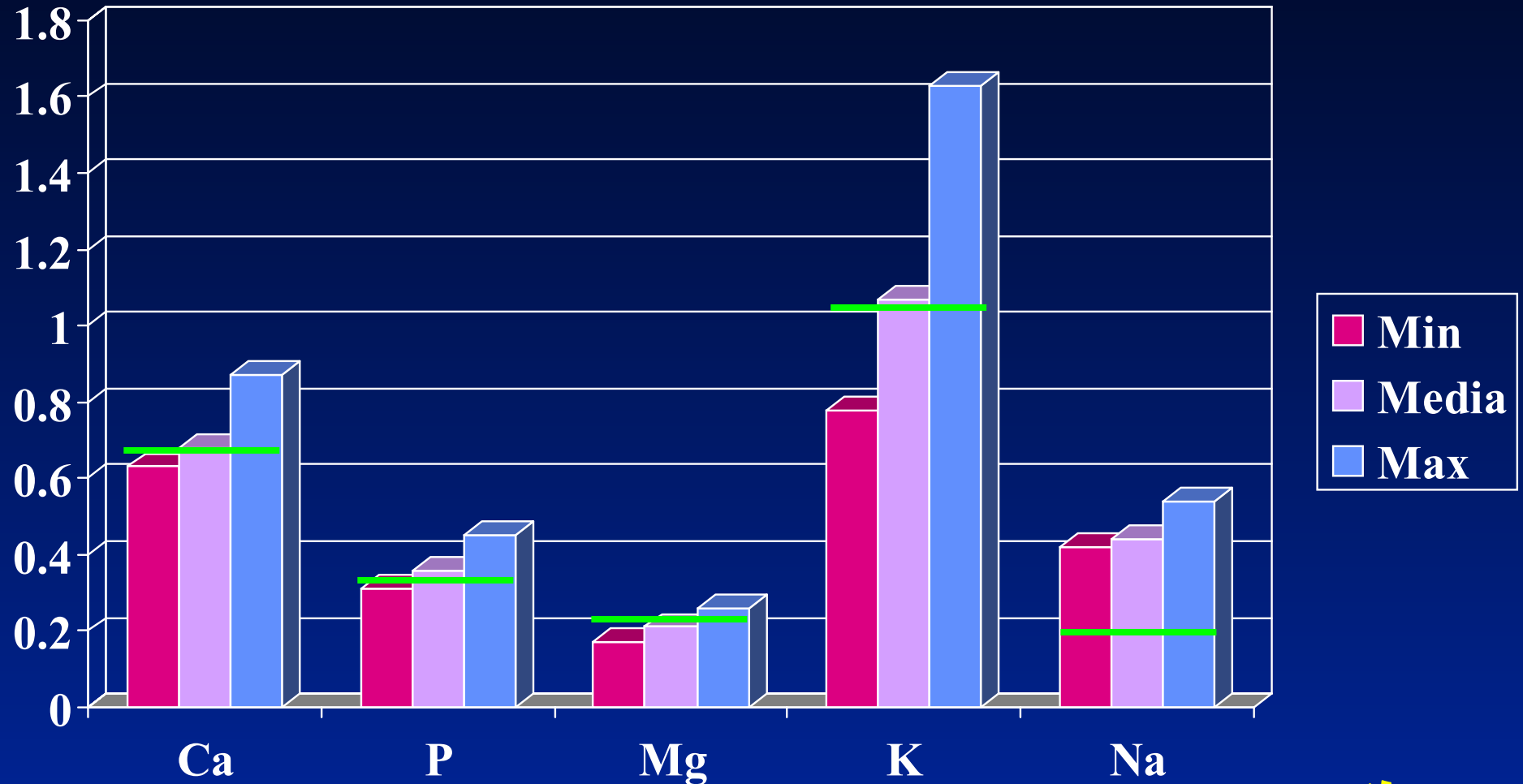
* Excesivo

Impacto de los Forrajes: Simulación en Vacas en Lactación

- Formulación de raciones con un forraje mayoritario (vaca 612 kg, 30 L; 50:50 F:C)
- Simulación del perfil de minerales de la ración considerando el máximo, el mínimo y el valor medio (formulado para cumplir con las necesidades del NRC de Ca y P).
- Forrajes
 - Silo de maíz, Silo de hierba, Alfalfa deshidratada

Ración Silo de Maíz

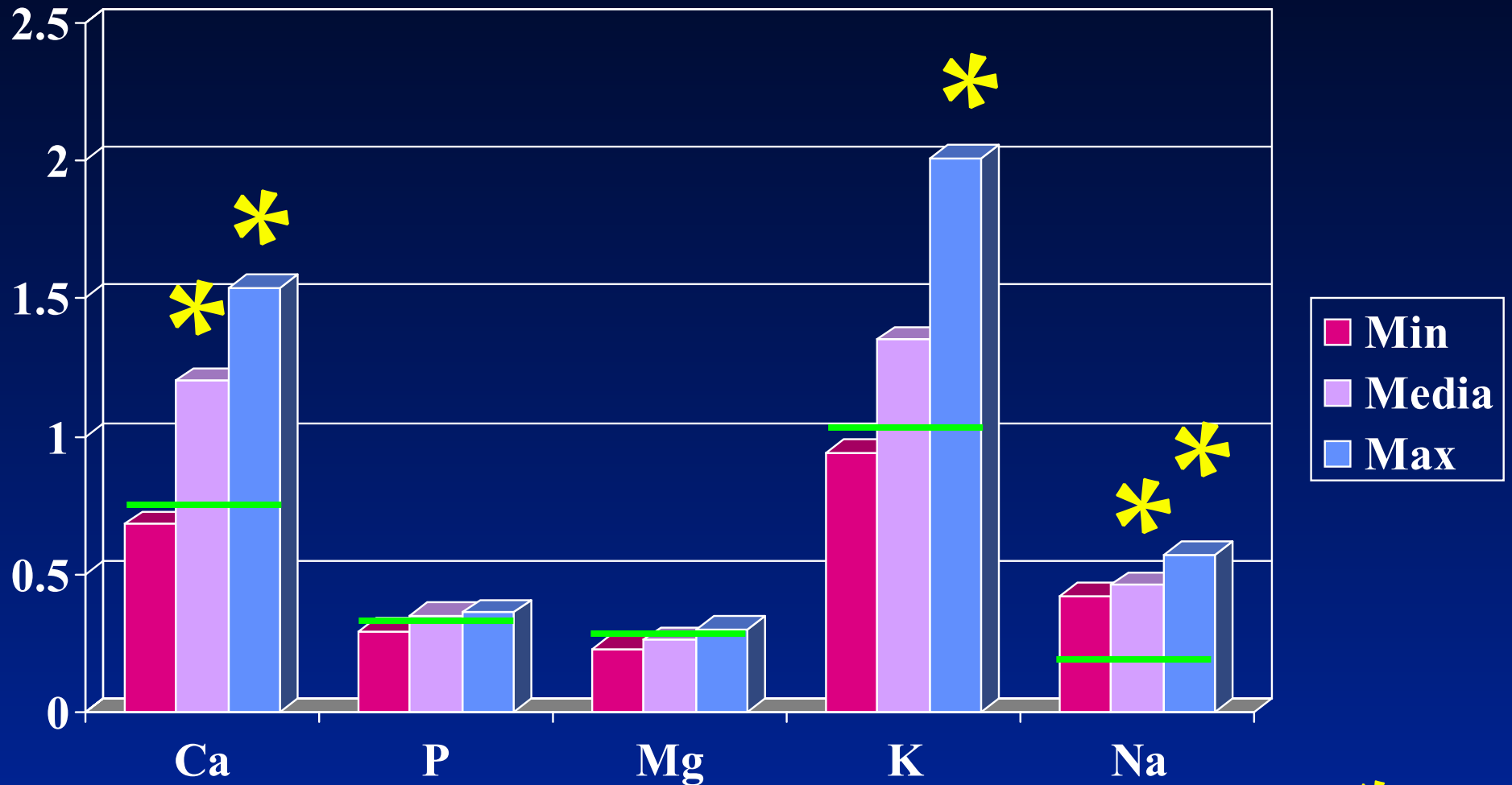
%



* Excesivo

Ración Alfalfa Deshidratada

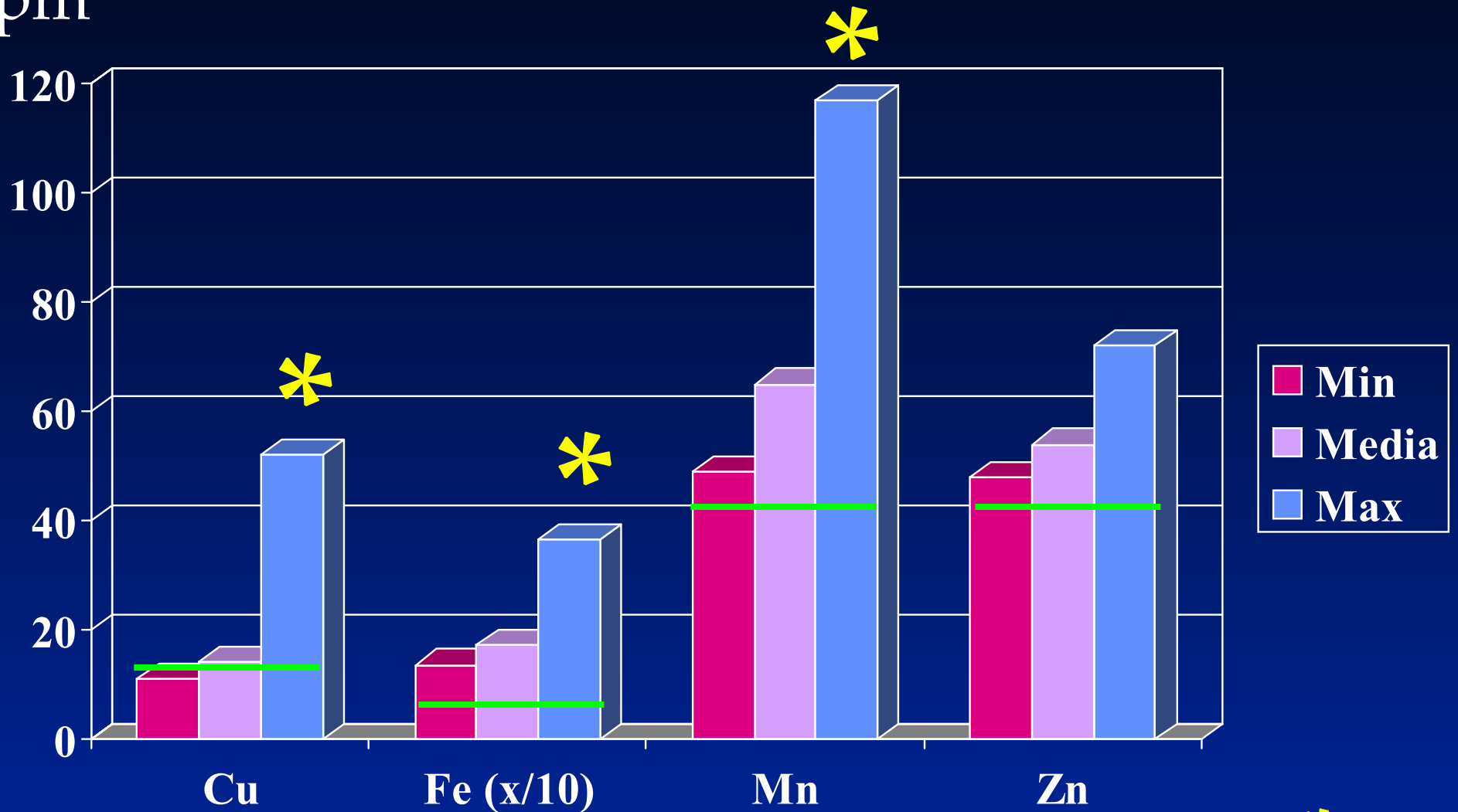
%



* Excesivo

Ración Silo de Maíz

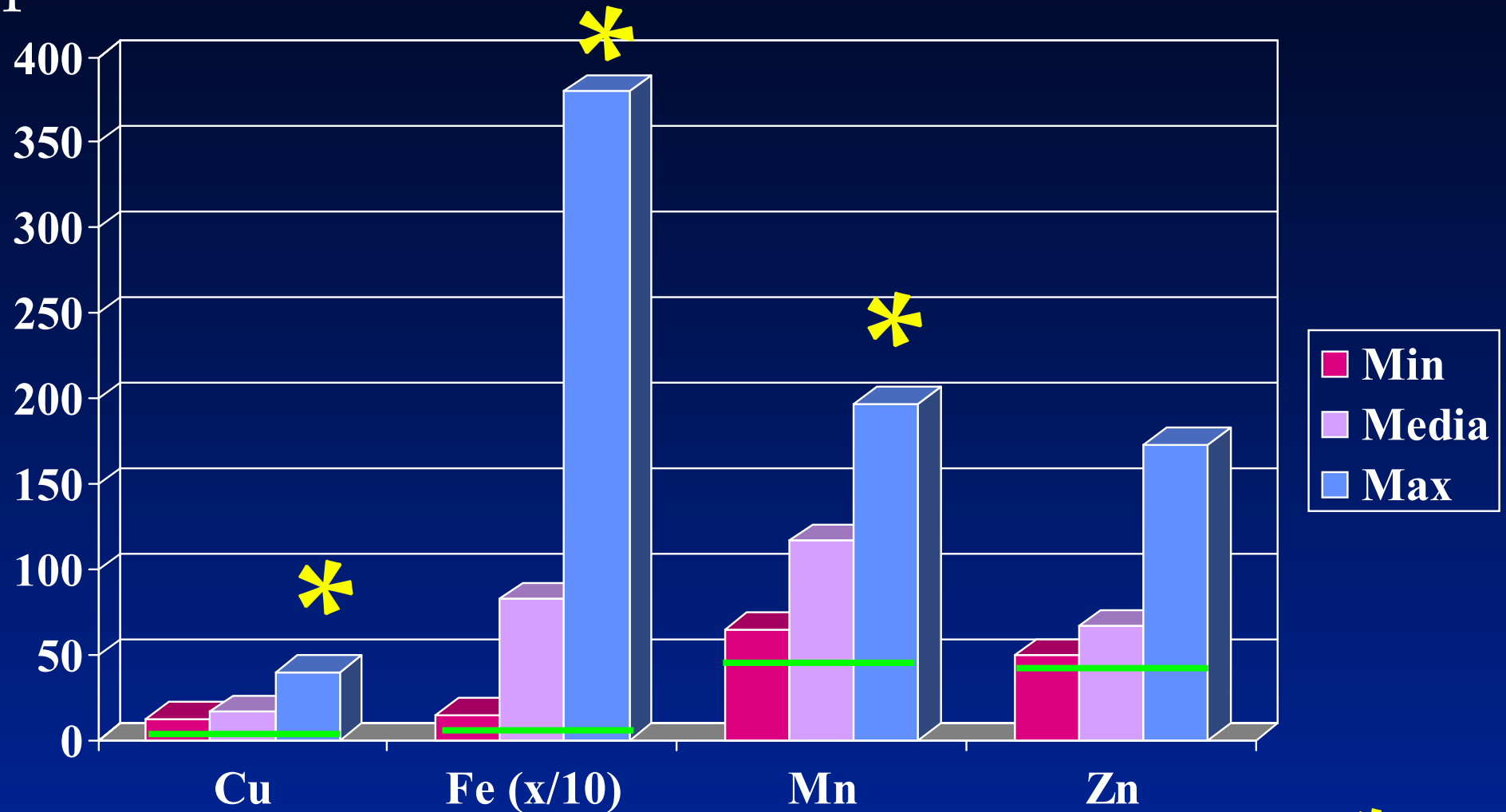
ppm



* Excesivo

Ración Silo de Hierba

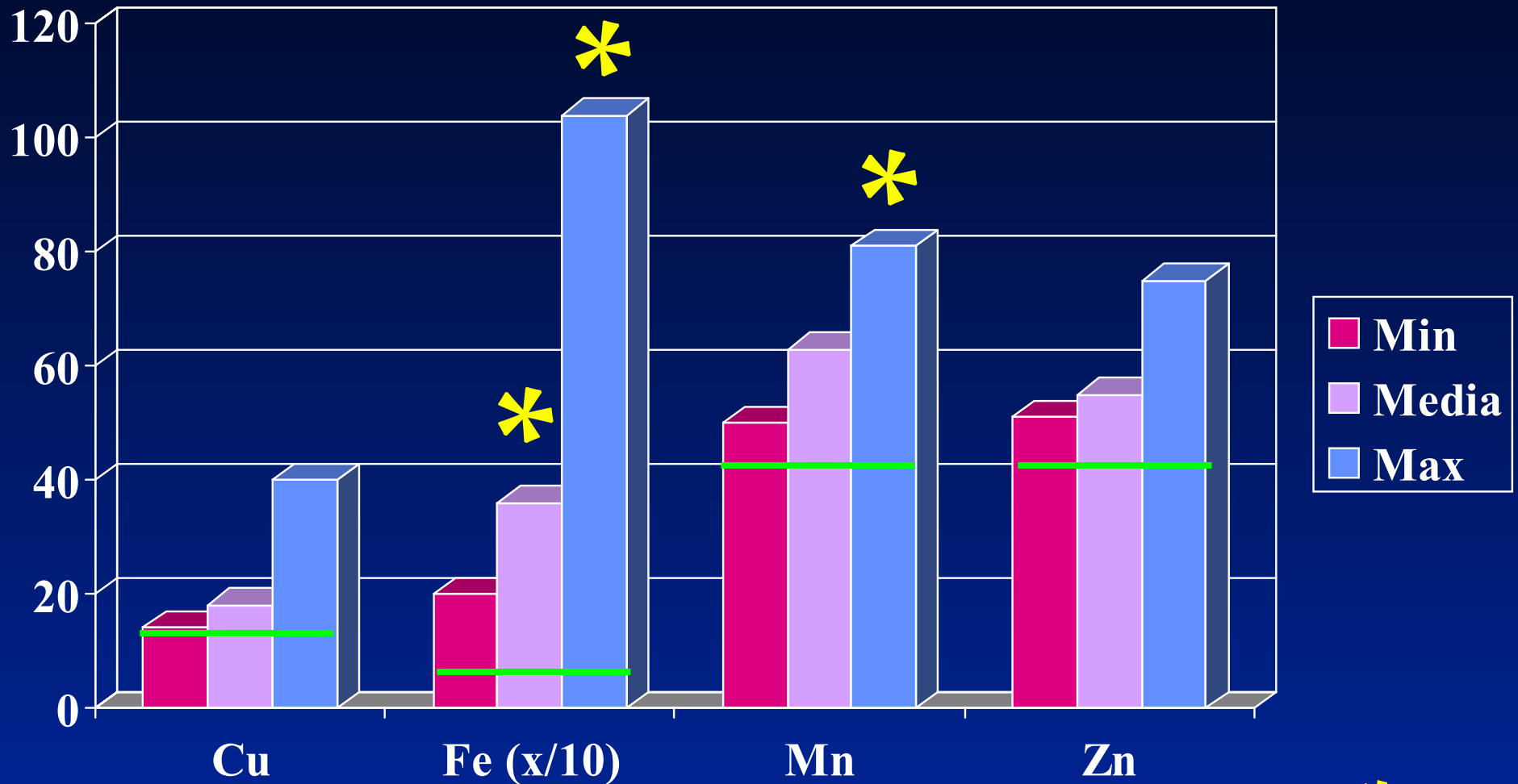
ppm



* Excesivo

Ración Alfalfa Deshidratada

ppm



* Excesivo

Conclusiones

- ❖ El NRC 2001 incorpora coeficientes de absorción que mejoran la precisión de la formulación
- ❖ El exceso de minerales puede causar interacciones que reducen la absorción de otros minerales. Los excesos perjudican tanto como las deficiencias
- ❖ El aporte de minerales es esencial en todas las fases de la producción (reposición, producción, secado y parto)

Conclusiones

- El aporte de minerales de los forrajes es cuantitativamente importante
- El contenido en minerales de los forrajes es muy variable, y el uso de valores medios puede llevar a errores importantes
- Es necesario utilizar valores analíticos del contenido de minerales (preferente por química húmeda)
- El balance aniónico-catiónico es importante en el parto, y los forrajes juegan un papel fundamental