



Knowledge grows

Manejo de Micronutrientes para Altos Rendimientos

Federico Ramirez D. Crop Manager of
Fruits and Vegetables, BULA



Seguridad y Compliance

Nuestras licencias para operar



- Maxima prioridad
- Todos los accidentes son evitables
- Seguridad y productividad son conectados



- Cero tolerancia a la corrupción
- Fuerte adherencia al Código de Conducta
- Compliance como ventaja competitiva

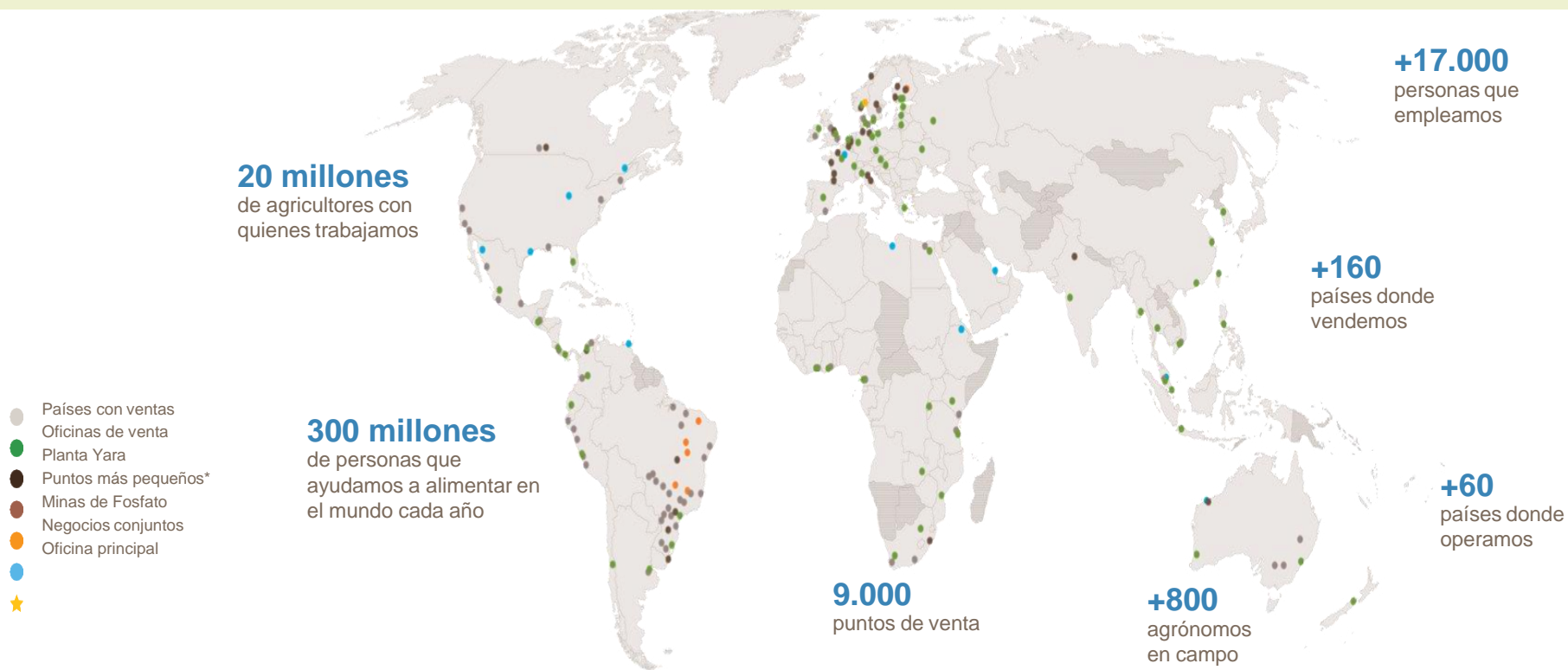
Yara en el mundo

Nuestra Visión

Una sociedad colaborativa; un mundo sin hambre; el planeta respetado.

Nuestra Misión

Alimentar al mundo de manera responsable y proteger el planeta.



*Terminales operados por Yara y sitios logísticos

Descubrimiento de los micronutrientes

<i>Element</i>	<i>Year</i>	<i>Discovered by</i>
Iron	1860	J. Sachs
Manganese	1922	J. S. McHague
Boron	1923	K. Warington
Zinc	1926	A. L. Sommer & C.B. Lipman
Copper	1931	C.B. Lipman & G. Mackinney
Molybdenum	1938	D.I. Arnon & P.R. Stout
Chlorine	1954	T.C. Broyer <i>et al.</i>
Nickel	1987	P.H. Brown <i>et al.</i>

Elementos menores asociados con minerales primarios

Mineral primario	Elementos principales	Elementos accesorios
Olivino	Mg, Fe , Si	Ni, Co , Mn , Li, Zn, Cu , Mo
Hornblenda	Mg, Fe , Ca, Al, Si	Ni, Co , Mn , Sc, Li, Zn, Cu , Ga, V
Augita	Ca, Mg, Al, Si	Ni, Co , Mn , Sc, Li, V, Zn, Pb, Cu , Ga
Biotita	K, Mg, Fe , Al, Si	Rb, Ba, Ni, Co , Sc, Li, Mn , V, Zn, Cu , Ga
Apatita	Ca, P, F	Pb, Sr
Anortita	Ca, Al, Si	Sr, Cu , Ga, Mn
Andesina	Ca, Na, Al, Si	Sr, Cu , Ga, Mn
Oligoclasa	Na, Ca, Al, Si	Cu , Ga
Albita	Na, Al, Si	Cu , Ga
Ortoclasa	K, Al, Si	Rb, Ba, Sr, Cu , Ga
Muscovita	K, Al, Si	F, Rb, Ba, Sr, Ga, V
Ilmenita	Fe , Ti	Co , Ni, Cr, V
Magnetita	Fe	Zn , Co , Ni, Cr, V
Turmalina	Ca, Mg, Fe , B , Al, Si	Li, F, Ga

Fuente: Fassbender H., y Bornemisza, E. 1994

Contenidos de las diferentes fracciones de elementos en el suelo, expresados en ppm

Elemento	Contenido total	Contenido Asimilable	Contenido soluble
Hierro	3000 - 5000	7 - 400	0.01 - 17,5
Manganeso	200 - 2000	0.4 - 75	0.002 - 3,31
Cobre	5 - 50	0.3 - 24	0.003 - 1,169
Zinc	10 - 300	1 - 176	0.002 - 17,12
Boro	20 - 200	0.007 - 1.58	0,01 - 1,03
Molibdeno	0.6 - 3.5	---	0.001 - 0.01
Cloro	---	---	0,04 - 35,38

Fuentes: Mengel y Kirkby (1986) y Laboratorio de suelos CIAA (2001)

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

1 1 A																	18 VIII A						
1 H 1.0079 HYDROGEN																	2 He 4.0026 HELIUM						
2 3 Li 6.941 LITHIUM	4 Be 9.0122 BERYLLIUM																	5 B 10.811 BORON	6 C 12.011 CARBON	7 N 14.007 NITROGEN	8 O 15.999 OXYGEN	9 F 18.998 FLUORINE	10 Ne 20.180 NEON
3 11 Na 22.990 SODIUM	12 Mg 24.305 MAGNESIUM	3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 Mn 54.938 MANGANESE	8 Fe 55.845 IRON	9 VIII B	10 Ni 58.693 NICKEL	11 Cu 63.546 COPPER	12 Zn 65.38 ZINC	13 Al 26.982 ALUMINUM	14 Si 28.086 SILICON	15 P 30.974 PHOSPHORUS	16 S 32.065 SULFUR	17 VII A Cl 35.453 CHLORINE	18 Ar 39.948 ARGON						
4 19 K 39.098 POTASSIUM	20 Ca 40.078 CALCIUM	21 Sc 44.956 SCANDIUM	22 Ti 47.867 TITANIUM	23 V 50.942 VANADIUM	24 Cr 51.996 CHROMIUM	25 Mn 54.938 MANGANESE	26 Fe 55.845 IRON	27 Co 58.933 COBALT	28 Ni 58.693 NICKEL	29 Cu 63.546 COPPER	30 Zn 65.38 ZINC	31 Ga 69.723 GALLIUM	32 Ge 72.64 GERMANIUM	33 As 74.922 ARSENIC	34 Se 78.96 SELENIUM	35 Br 79.904 BROMINE	36 Kr 83.798 KRYPTON						
5 37 Rb 85.468 RUBIDIUM	38 Sr 87.62 STRONTIUM	39 Y 88.906 YTTORIUM	40 Zr 91.224 ZIRCONIUM	41 Nb 92.906 NIOBIUM	42 Mo 95.94 MOLYBDENUM	43 Tc 98 TECHNETIUM	44 Ru 101.07 RUTHENIUM	45 Rh 102.91 RHODIUM	46 Pd 106.42 PALLADIUM	47 Ag 107.87 SILVER	48 Cd 112.41 CADMIUM	49 In 114.82 INDIUM	50 Sn 118.71 TIN	51 Sb 121.76 ANTIMONY	52 Te 127.6 TELLURIUM	53 I 126.91 IODINE	54 Xe 131.29 XENON						
6 55 Cs 132.91 CAESIUM	56 Ba 137.33 BARIUM	57 - 71 La-Lu Lanthanide	72 Hf 178.49 HAFNIUM	73 Ta 180.95 TANTALUM	74 W 183.84 TUNGSTEN	75 Re 186.21 RHENIUM	76 Os 190.23 OSMIUM	77 Ir 192.22 IRIDIUM	78 Pt 195.08 PLATINUM	79 Au 196.97 GOLD	80 Hg 200.59 MERCURY	81 Tl 204.38 THALLIUM	82 Pb 207.2 LEAD	83 Bi 208.98 BISMUTH	84 Po 209 POLONIUM	85 At 210 ASTATINE	86 Rn 222 RADON						
7 87 Fr 223 FRANCIUM	88 Ra 226 RADIUM	89 - 103 Ac-Lr Actinide	104 Rf 261 RUFORNIUM	105 Db 262 DUBNIUM	106 Sg 263 SEABORGIUM	107 Bh 264 BOHRNIUM	108 Hs 265 HASSIUM	109 Mt 266 MEITNERIUM	110 Ds 267 DARMSTADTIUM	111 Rg 268 ROENTGENIUM	112 Cn 269 COPIERNICIUM	113 Uut 270 UNUNTRIUM	114 Fl 271 FLEROVIUM	115 Uup 272 UNUNPENTIUM	116 Lv 273 LIVERMORIUM	117 Uus 274 UNUNSEPTIUM	118 Uuo 276 UNOCTIUM						

Atomic number: 5
Atomic mass: 10.811

B

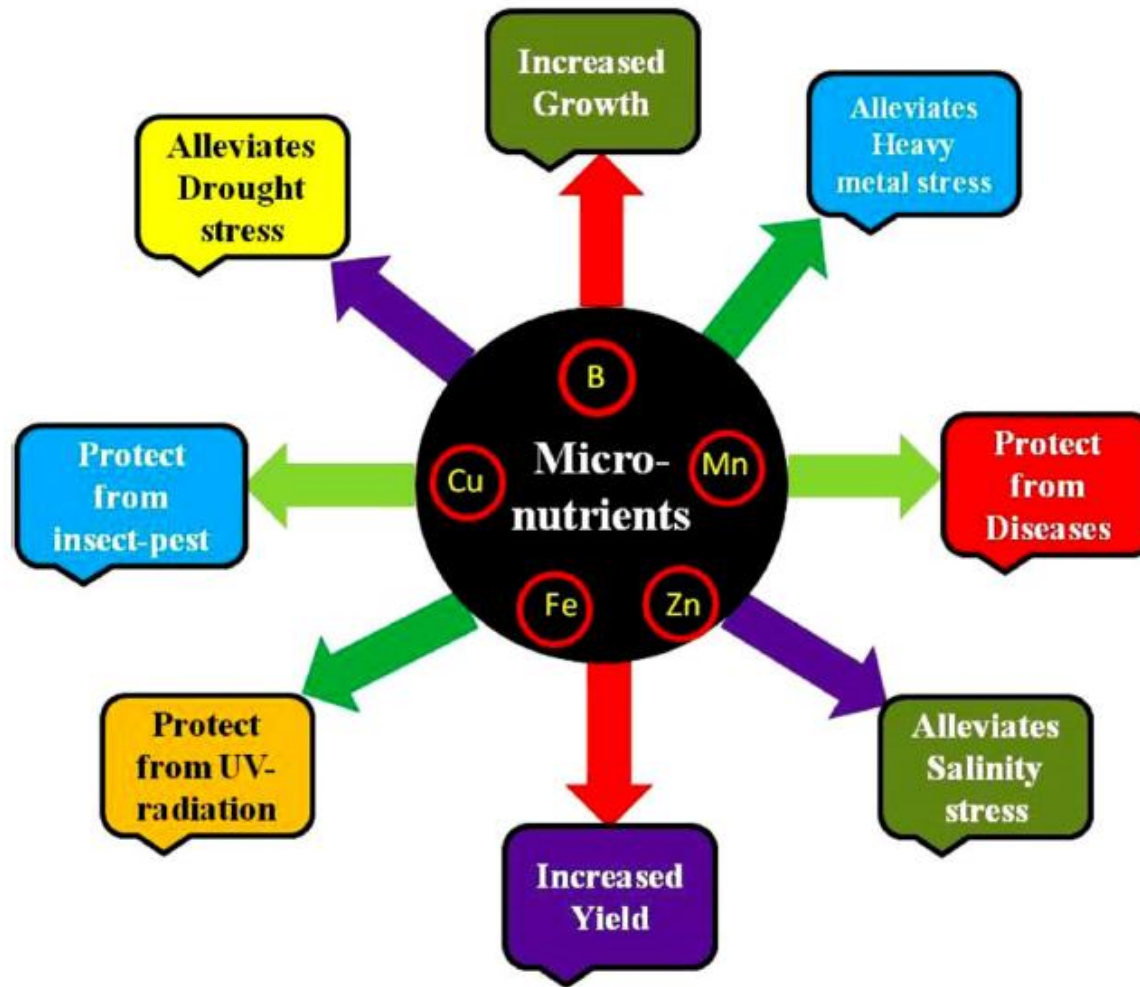
BORON

Name: BORON
Symbol: B

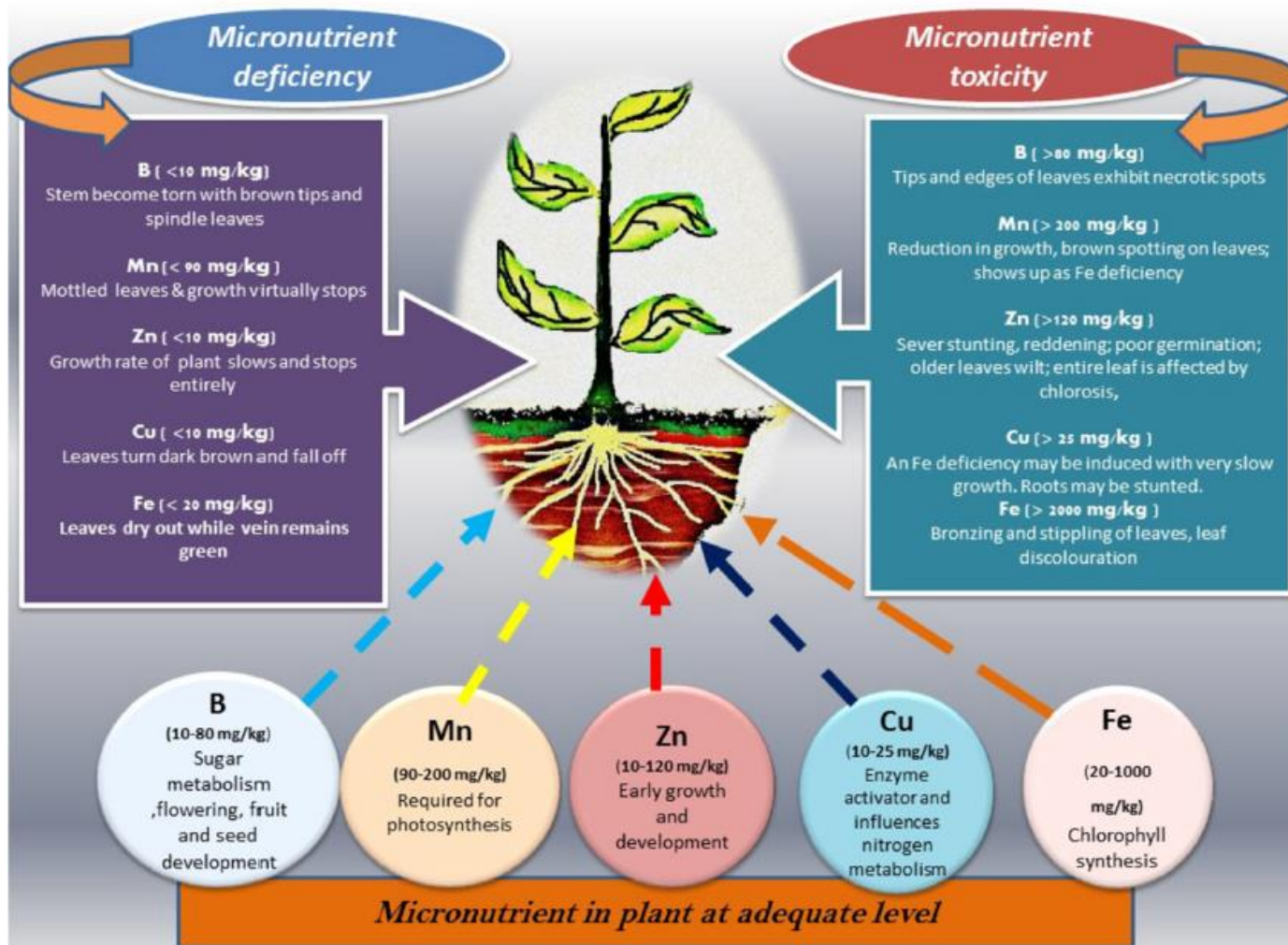
57 La 138.91 LANTHANUM	58 Ce 140.12 CELESIUM	59 Pr 140.91 PRASEODYMIUM	60 Nd 144.24 NEODYMIUM	61 Pm 145 PROMETHIUM	62 Sm 150.36 SAMARIUM	63 Eu 151.96 EUROPIUM	64 Gd 157.25 GADOLINIUM	65 Tb 158.93 TERBIUM	66 Dy 162.50 DYSPROSIUM	67 Ho 164.93 HOLMIUM	68 Er 167.26 ERBIUM	69 Tm 168.93 THULIUM	70 Yb 173.05 Ytterbium	71 Lu 174.97 LUTETIUM
89 Ac 227 ACTINIUM	90 Th 232.04 THORIUM	91 Pa 231.04 Protactinium	92 U 238.03 URANIUM	93 Np 237 NEPTUNIUM	94 Pu 244 PLUTONIUM	95 Am 243 AMERICIUM	96 Cm 247 CURIUM	97 Bk 247 BERKELEIUM	98 Cf 251 CALIFORNIUM	99 Es 252 EINSTEINIUM	100 Fm 257 FERMIUM	101 Md 258 Mendelevium	102 No 259 Nobelium	103 Lr 260 Lawrencium

- Alkali metal
- Alkaline earth metal
- Metal
- Transition metal
- Lanthanide
- Metalloid
- Non-metal
- Halogen
- Noble gas
- Actinide

Respuesta de los micronutrientes en diferentes estrés abiotico y biotico



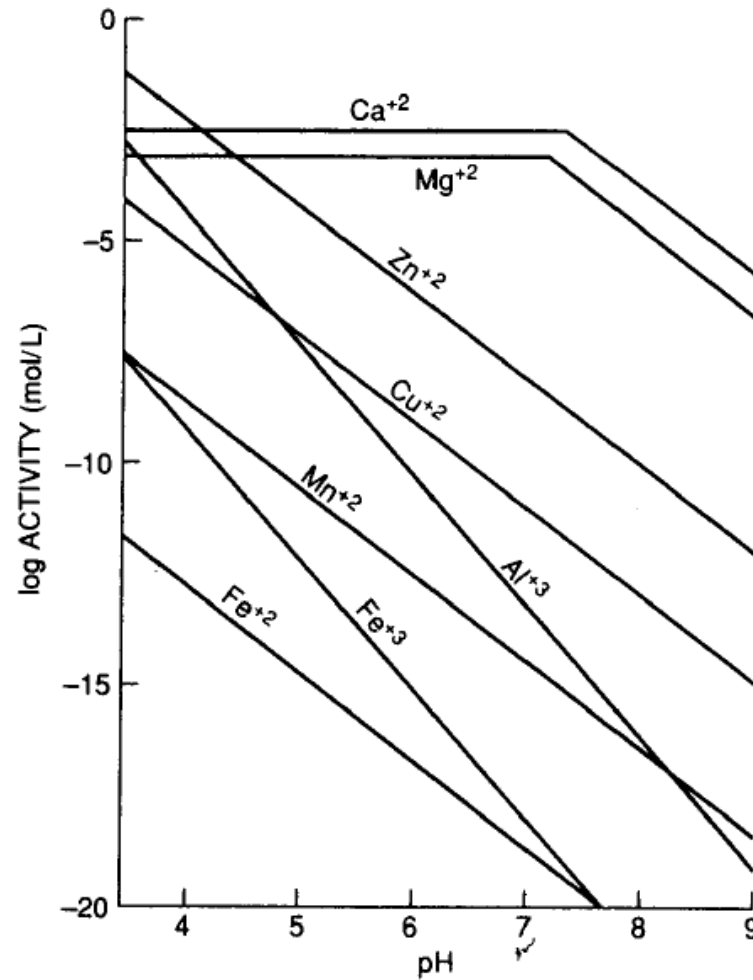
Adecuado nivel de micronutrientes en plantas y su respuesta diversa bajo deficiencia y toxicidad



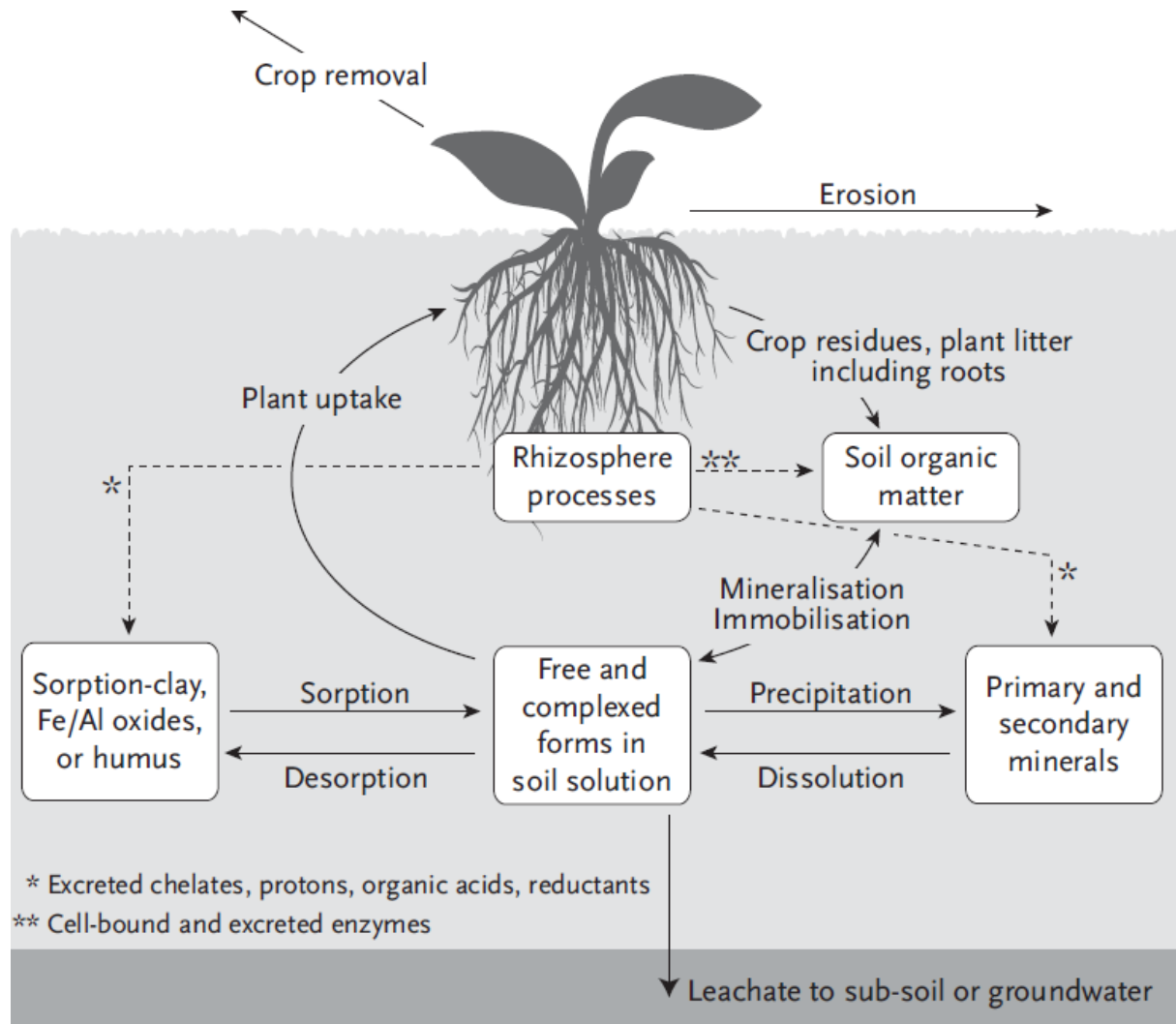
Relación generalizada entre tipos de suelos y propiedades con deficiencias de micronutrientes

Soil type/ properties	Deficient micronutrient(s)
Sandy textured and strongly leached soils	B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn
High soil pH (>7)	B, Cu, Fe, Mn, Zn
High CaCO ₃ content (>15 %); calcareous soils	B, Cu, Fe, Mn, Zn
Recently limed soils	B, Cu, Fe, Mn, Zn
High salt content	Cu, Fe, Mn, Zn
High organic matter content (>10 % OM)	Cu, Mn, Zn
Acid soils	Cu, Mo, Zn
Heavy clay	Cu, Mn, Zn
Gleys	Zn

Concentración de micronutrientes en función del pH



Ciclo Biogeoquímico de Micronutrientes en el sistema Suelo – Planta

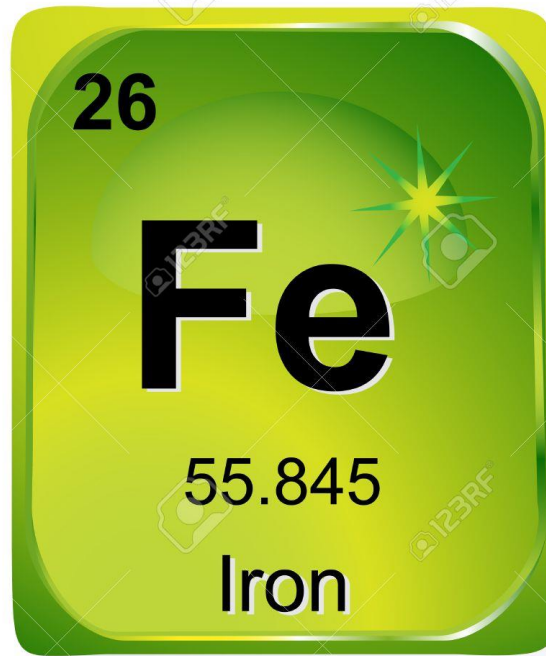


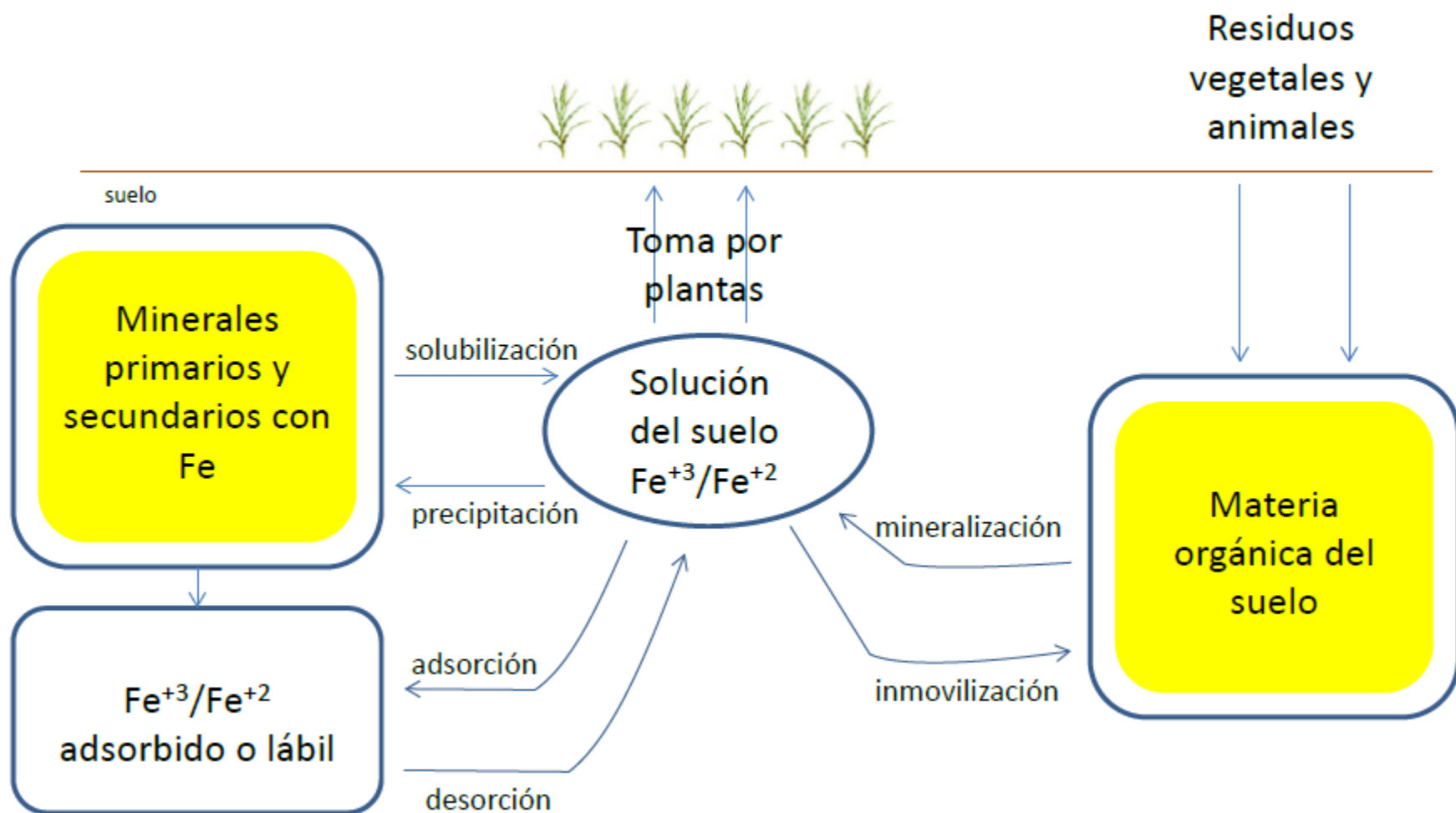
Relación entre el proceso de contacto y a localización de los fertilizantes

Proceso de contacto				
Elem.	Interceptación -----	Flujo de masa (% del total)	Difusión -----	Aplicación de adubos
B	3	97	0	Distante, en cobertura (parte)
Mo*	5	95	0	Cobertura
Cu*	15	5	80	Cercano de las raíces
Fe*	40	10	50	Cercano de las raíces
Mn*	15	5	80	Cercano de las raíces
Zn*	20	20	60	Cercano de las raíces

Fuente: Adaptado de Malavolta et al, 1997.

* Aplicación Foliar/Aplicación en vivero/Semillas





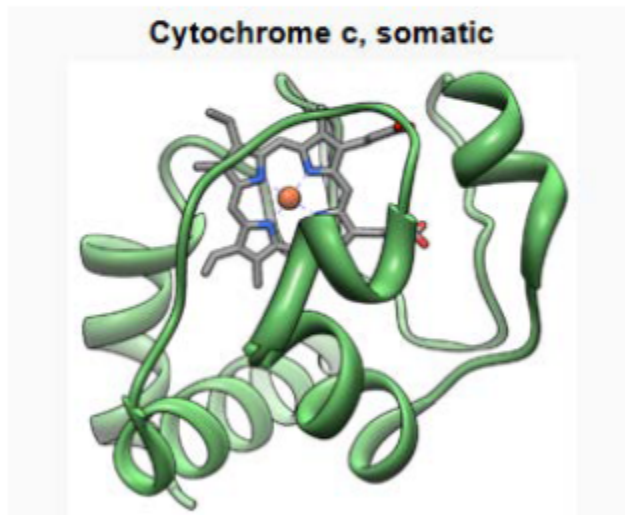


- **Fierro (Fe).**

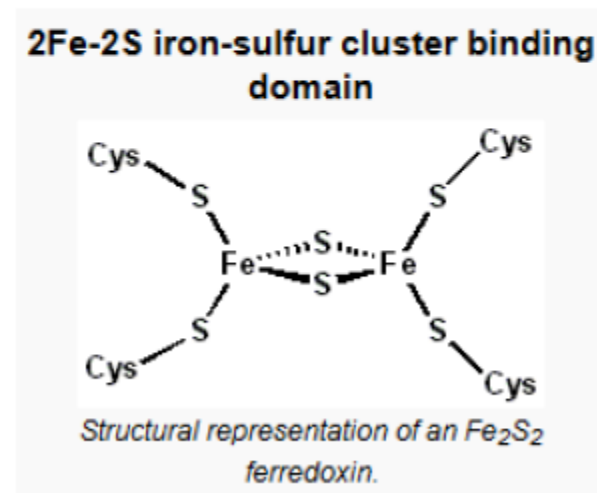
- Absorbido principalmente como Fe^{2+} por las raíces. Principalmente en ápices de las raíces y en las raíces laterales jóvenes.
- Es inmóvil en la planta, cerca del 80% del Fe está en los cloroplastos (forma activa).
- Esta forma activa se acumula en los primeros estadios de crecimiento de la hoja
 - Menor contenido de clorofila
 - Menor actividad metabólica general
 - Menor vigor
 - Menor producción

Hasta 90% del Fe en hojas en cloroplastos y mitocondrias

- respiración
- fotosíntesis



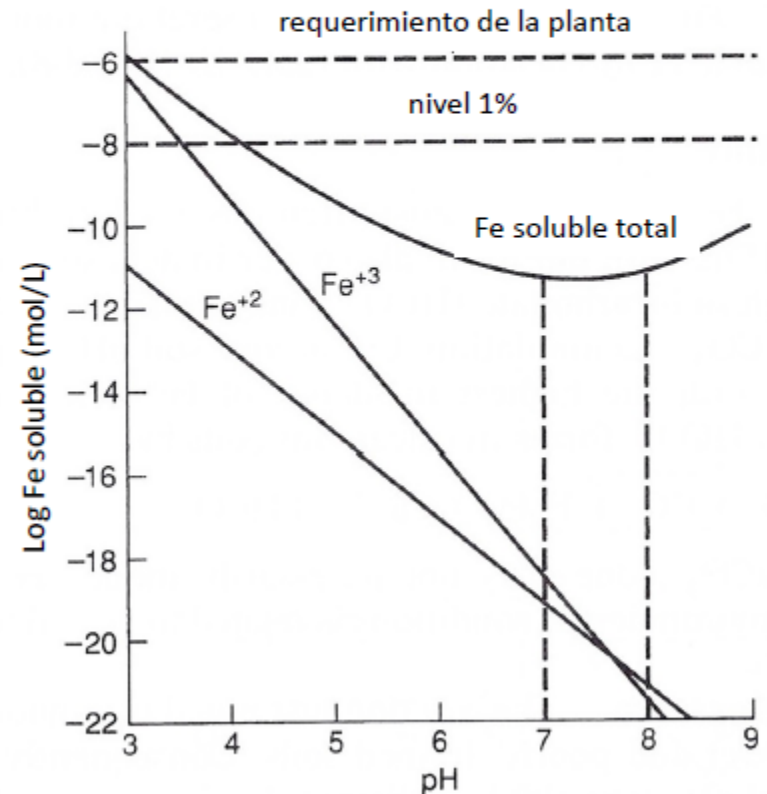
porfirinas



ferredoxinas

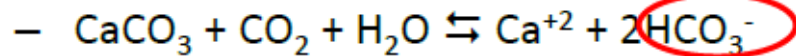
Fe en suelo

- Solubilidad de minerales muy baja
- En rango normal de pH, Fe total en solución no alcanza para satisfacer las necesidades de plantas
- Toma de Fe ayudada por quelatos

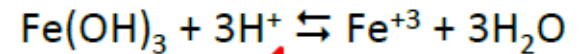


Disponibilidad de Fe

- Limitada en suelos con pH 7.3-8.5



pH alto



- Exceso de agua + CaCO_3

- Compactación
 - Drenaje pobre

- MO

+ MO en suelos bien drenados \uparrow Fe disponible

- Otros nutrientes

- Exceso de Cu, Mn, Zn, Mo: \downarrow Fe disponible
 - Fe-P precipitado
 - NO_3^- -N \downarrow Fe disponible

- Genotipo

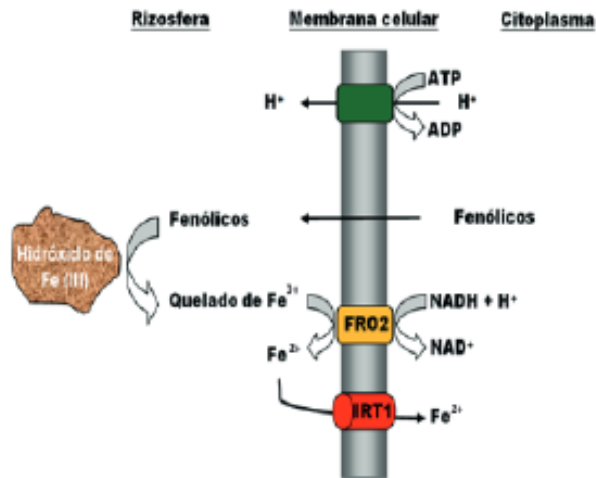
- Raíces difieren en capacidad de toma de Fe
 - Acidificación rizósfera
 - Liberación de compuestos quelantes
 - Reducción más rápida $\text{Fe}^{+3} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{+2}$
 - Fitosideróforos

Raíces

Dicotiledóneas/
Monocotiledóneas no gramíneas

- Acidifican
- Liberación de compuestos que forman quelatos
- Tasas diferenciales de reducción $Fe^{+3} + e^{-} \rightleftharpoons Fe^{+2}$

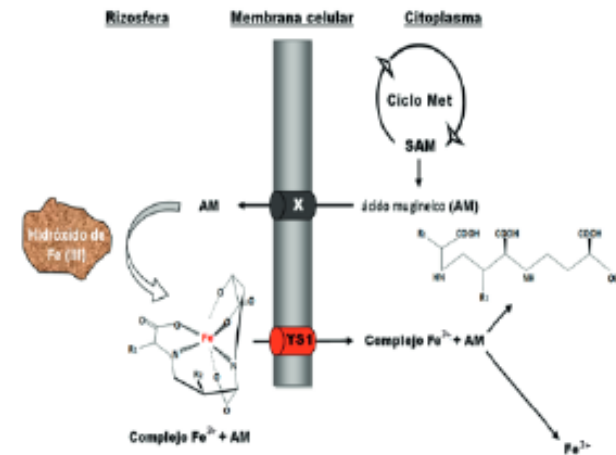
Estrategia I



Gramíneas

Fitosideróforos

Estrategia II



- Clorosis Férrica.
- Esta insolubilización viene aumentada por problemas de pH alto



Valores entre 7 a 10% de carbonatos de calcio en el suelo inducen clorosis férrica.

Valores cercanos al 10% de cal activa tiene el mismo efecto



cítricos



arroz



caña



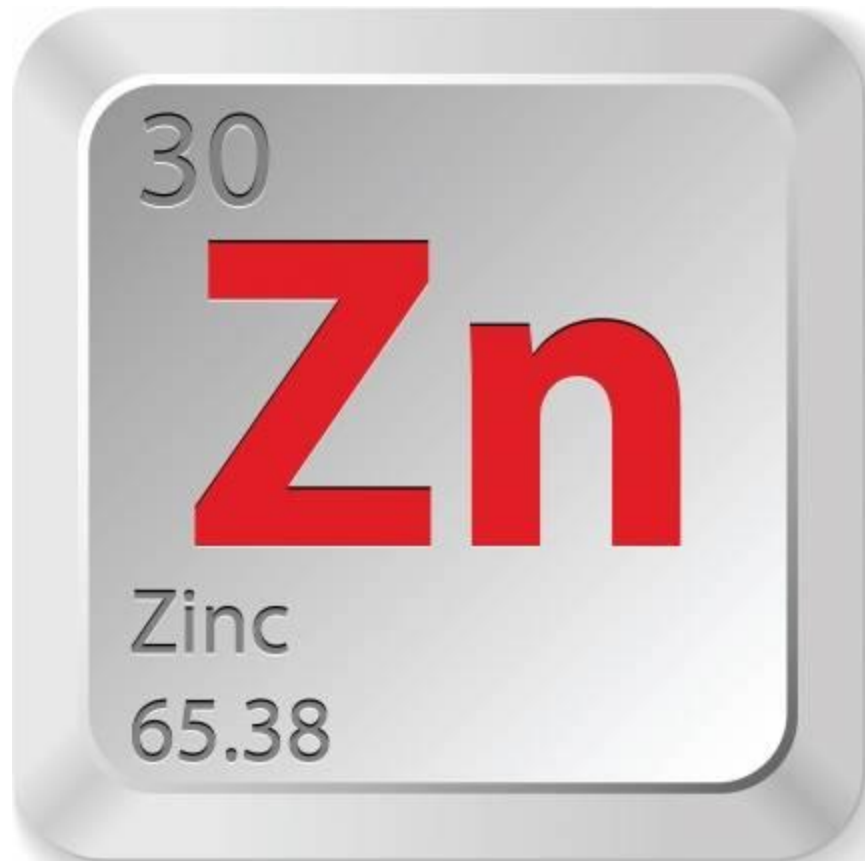
soya

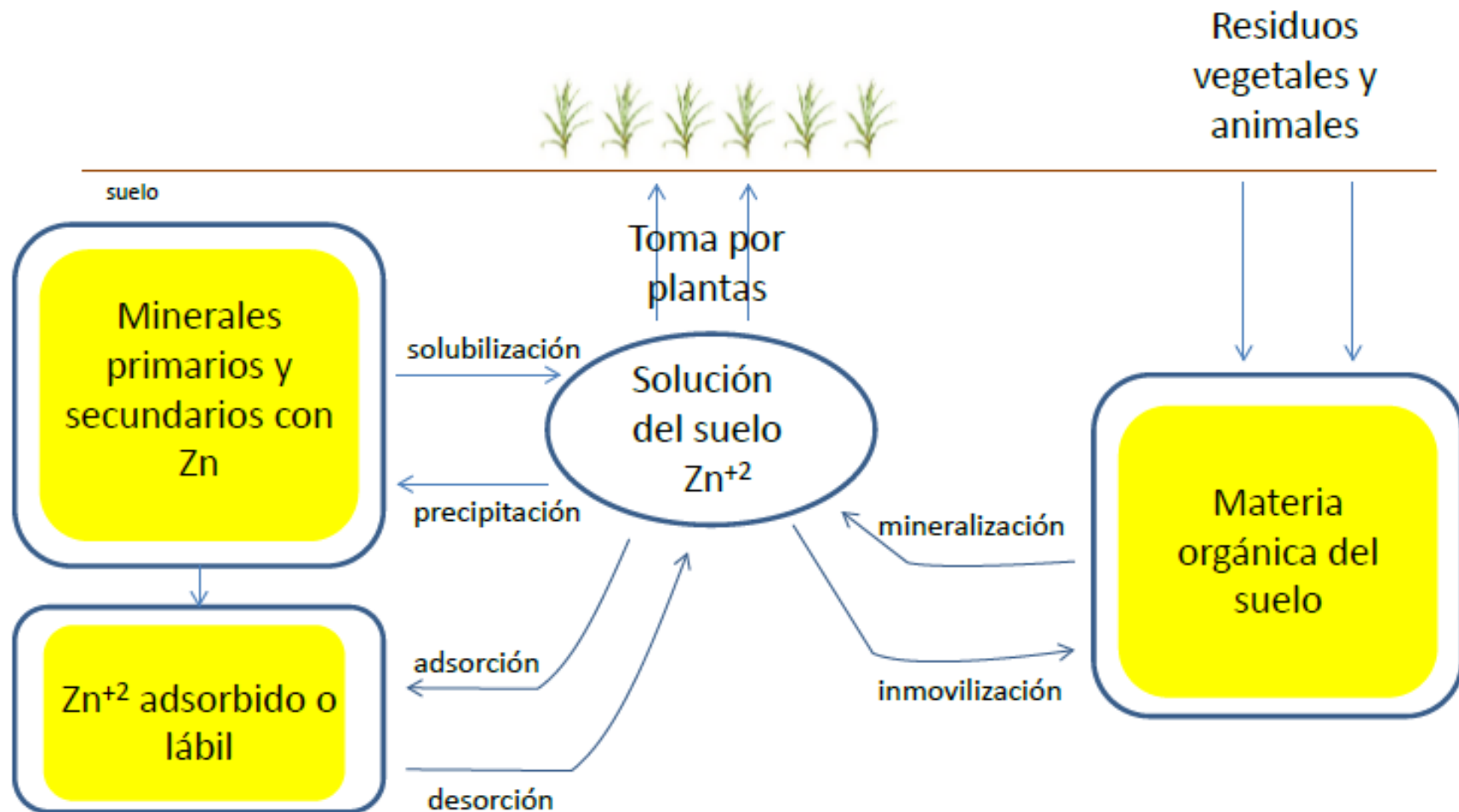
Toxicidad

Posible con inundación continua en suelos mal drenados y con alta concentración de Fe y MO



famextensionmanager.com





Zn en suelo

- Bajas concentraciones (2-70 ppb) de Zn^{+2} en solución
- pH 5 a 7: $[Zn^{+2}]_{\text{solución}} \downarrow 30x$ por unidad de incremento de pH
 - precaución al encalar
 - pH
 - Zn^{+2} adsorbido por $CaCO_3$, $CaMg(CO_3)_2$, y $MgCO_3$
- pH – MO
 - Complejos con MO pueden ser insolubles (\downarrow disponibilidad) o solubles (\uparrow disponibilidad)

Zn en suelo

- Interacciones con otros nutrientes
 - Fe^{+2} , Cu^{+2} , y Mn^{+2} ↓ toma de Zn^{+2}
 - Alta disponibilidad de P inhibe
- Movimiento por difusión
 - quelación acelera
- Suelos anegados ↓ disponibilidad de Zn
- ↓ disponibilidad con:
 - Nubosidad
 - Bajas temperaturas
 - Excesiva humedad

- **Zinc (Zn). Efectos Fisiológicos**

- Activador de enzimas, participando en cerca de 80 sistemas enzimáticos (formando parte de su estructura, sin sufrir cambios en su estado de oxidación (*Azcón-Bieto y Talón, 2000*). Metabolismo del nitrógeno
- Síntesis de triptófano, aa precursor del AIA. Por lo tanto involucrado en el crecimiento radicular, brotes, hojas y frutos (*Razeto, 1993*).

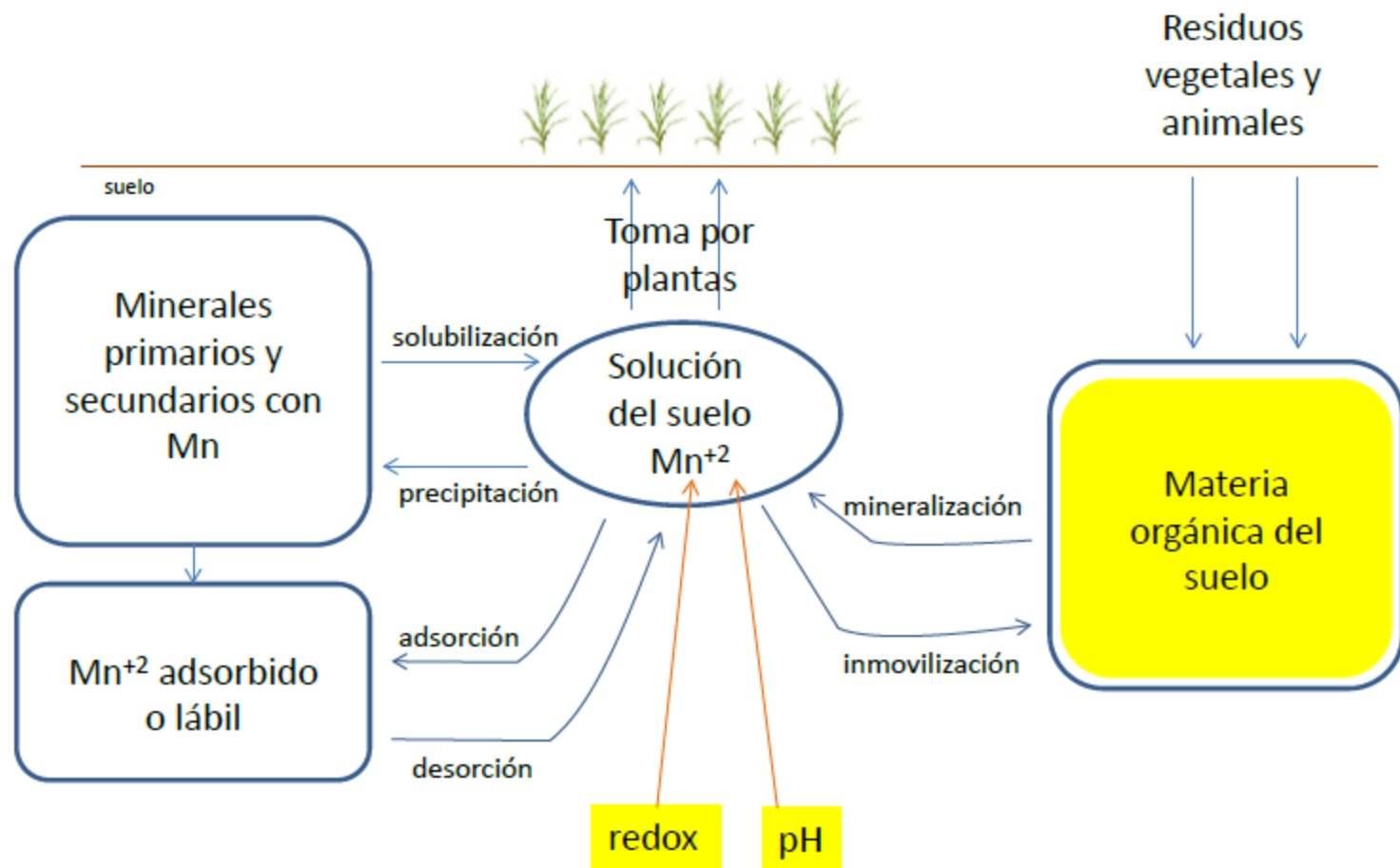


- **Zinc (Zn). Generalidades**

- Menos abundante en suelos (60-100 ppm). Horizontes altos presentan mayores valores que horizontes profundos (*Navarro, 2000*).
- Solubilidad dependiente del pH. Absorción por las plantas disminuye a la mitad cuando el pH sube de 5 a 7 (*Navarro, 2000*).
- Requerimientos por la planta (50-100 ppm)
- La planta lo toma como especies divalentes Zn^{2+} , la mayoría de las veces como quelato (*Azcón- Bieto y Talón, 2000*)





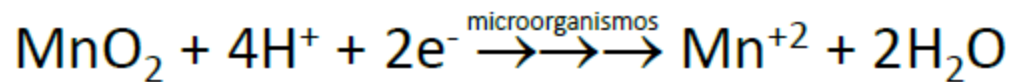


Mn en suelo

- $Mn_{total} \sim 20 - 3000 \text{ ppm}$, promedio $\sim 600 \text{ ppm}$
- Solución del suelo
 - Presente como Mn^{+2}
 - $0 - 1 \text{ ppm}$
 - $[Mn^{+2}] \downarrow$ con $\uparrow \text{pH}$
 - 90% en complejos orgánicos
 - Difusión como quelato

Mn en plantas

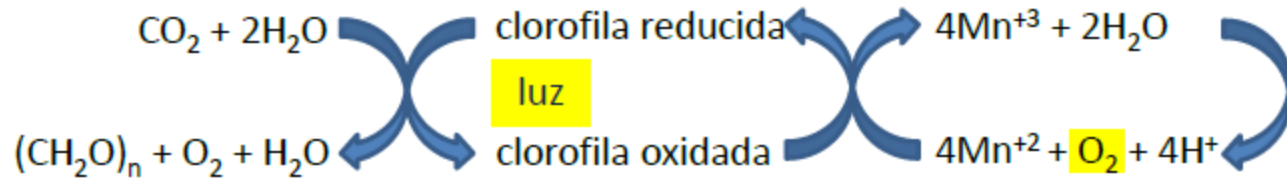
- Plantas toman Mn^{+2} y complejos orgánicos



- Concentraciones ~ 20-500 ppm
- Deficiente con < 15 – 20 ppm

Funciones de Mn

- O₂ y fotosíntesis

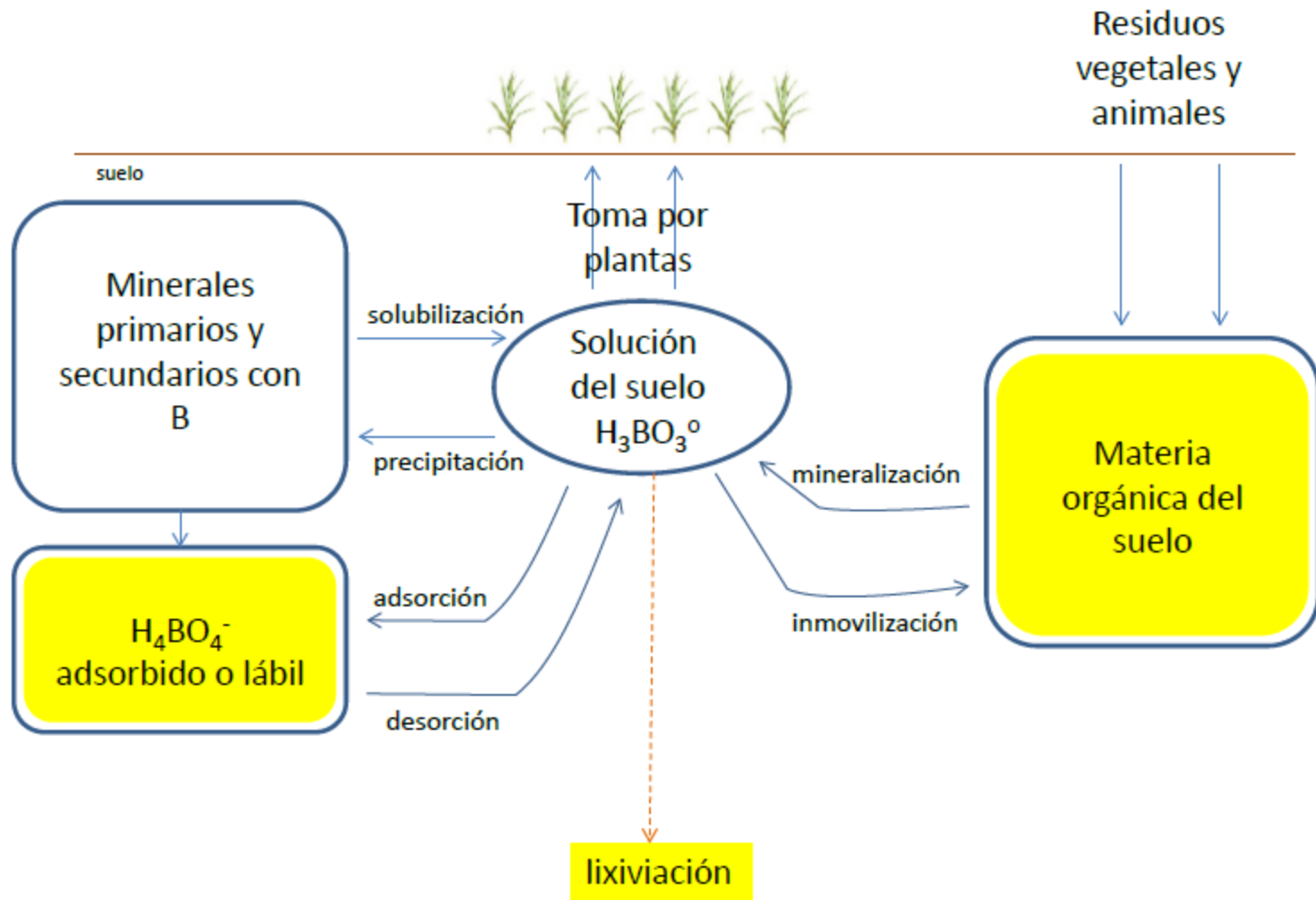


- Lignina

Disponibilidad de Mn

- pH suelo
[Mn⁺²] ↓ 100 veces por cada aumento de una unidad
- Falta de O₂
Anegamiento ↑ [Mn⁺²]
- MO
Incorporación de residuos ↑ [Mn⁺²]
- Otros nutrientes
 - Altos niveles de Fe, Cu, Zn ↓ toma de Mn⁺²
 - Acidificación ↑ toma de Mn⁺²
 - Sales neutras ↑ toma de Mn⁺²
KCl > KNO₃ > K₂SO₄
- Variación genética

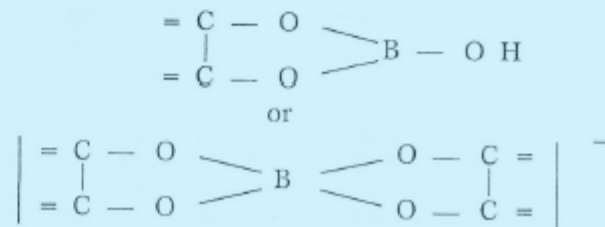




B en suelo

- $[B]_{\text{total}} \sim 7 - 80 \text{ ppm}$
- $< 5\%$ de B_{total} está disponible
- pH 5 a 9: predomina H_3BO_3
- Movimiento por flujo masal y difusión
- Adsorción \uparrow con
 - pH
 - Arcilla
 - MO
 - Óxidos Fe/Al

- MO: fuente importante de B disponible



B en plantas

- Plantas toman principalmente H_3BO_3
- Proceso activo
 - Co-absorción de H^+
 - Diferencia de pH entre citoplasma y exterior
- Móvil en xilema, no en floema
 - Deficiencia en hojas nuevas
 - Toxicidad en hojas viejas

Disponibilidad para plantas

- ↑ pH suelo: ↓ disponibilidad de B
 - Especialmente a pH > 6.3 – 6.5
 - Encalado puede inducir deficiencia temporal
 - B adsorbido en $\text{Al}(\text{OH})_3$ precipitado
- ↑ MO suelo: ↑ disponibilidad de B
- Textura
 - Suelos arenosos, bien drenados, típicamente bajos en B
- Otros nutrientes
 - Nivel alto de Ca^{+2} en solución: ↓ disponibilidad de B
 - K^+ puede desplazar Ca^{+2} de sitios de intercambio elevando $[\text{Ca}^{+2}]$ solución
- Humedad
 - Suelo seco: ↓ disponibilidad de B
- Genética

- **Boro (B). Efectos Fisiológicos**



- Síntesis de pectina, unidad fundamental de las paredes celulares. El 50% del boro total de la planta se encuentra en las paredes celulares.
- Desempeña función primordial en el polinización y cuajado de frutos.
 - Mejora tamaño y fertilidad del grano de polen
 - Mejora germinación del grano de polen
 - Mejora crecimiento tubo polínico
 - Mejora apetescencia de insectos polinizadores

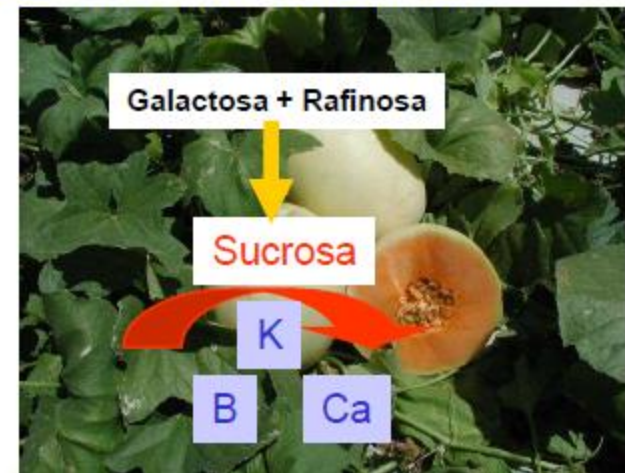
Existe una alta correlación entre el tamaño de la fruta y nº de semilla por fruto (Rylski, 1973)





- **Boro (B). Efectos Fisiológicos**

- Desarrollo de tejidos meristemáticos tanto a nivel de raíz como de ápice (*Alarcón, 2001*).
- Transporte de azúcares a través de las membranas por medio de un complejo azúcar – borato. También participa directamente de la síntesis de sacarosa y almidón (*Alarcón, 2001*). El transporte de azúcares se reduce mucho en ausencia de B y se ha sugerido que los azúcares se desplazan en complejos de borato en el interior de la planta (*Bidwell, 1979*). En plantas creciendo con adecuados niveles de B, hay un gran aumento en la translocación de sucrosa y otros azúcares, comparado con plantas deficitarias en B (*Gaugh y Dugger, 1953*)



- **Boro (B). Deficiencia**

- Alteración en la germinación del polen y formación desuniforme de frutos. Las semillas presentan una más baja viabilidad.
- Las raíces se espesan, a veces se hacen más finas y débiles, y presentan las puntas necrosadas, deteniéndose el crecimiento.
- Aparición de superficies escamosas y zonas acorchadas, con aparición de cavidades en frutos y tubérculos, síntomas similares a la deficiencia cálcica.



- **Boro (B). Deficiencia**

- Reducción del crecimiento terminal, con muerte de la yema terminal, los brotes axilares se estimulan produciendo ramas axilares o mueren igualmente, los entrenudos se acortan. Como resultado se obtiene una forma de roseta terminal y un aspecto arbustivo de la planta.
- Las hojas jóvenes se ven deformadas, rizadas, gruesas, quebradizas, y curvadas hacia adentro, con nervios asimétricos.
- Desarrollo de zonas necróticas y acuosas en tejidos de almacenamiento.
- Alteración en la formación de flores y frutos. Aparición de frutos deformados.





Deficiencia de Boro en palto



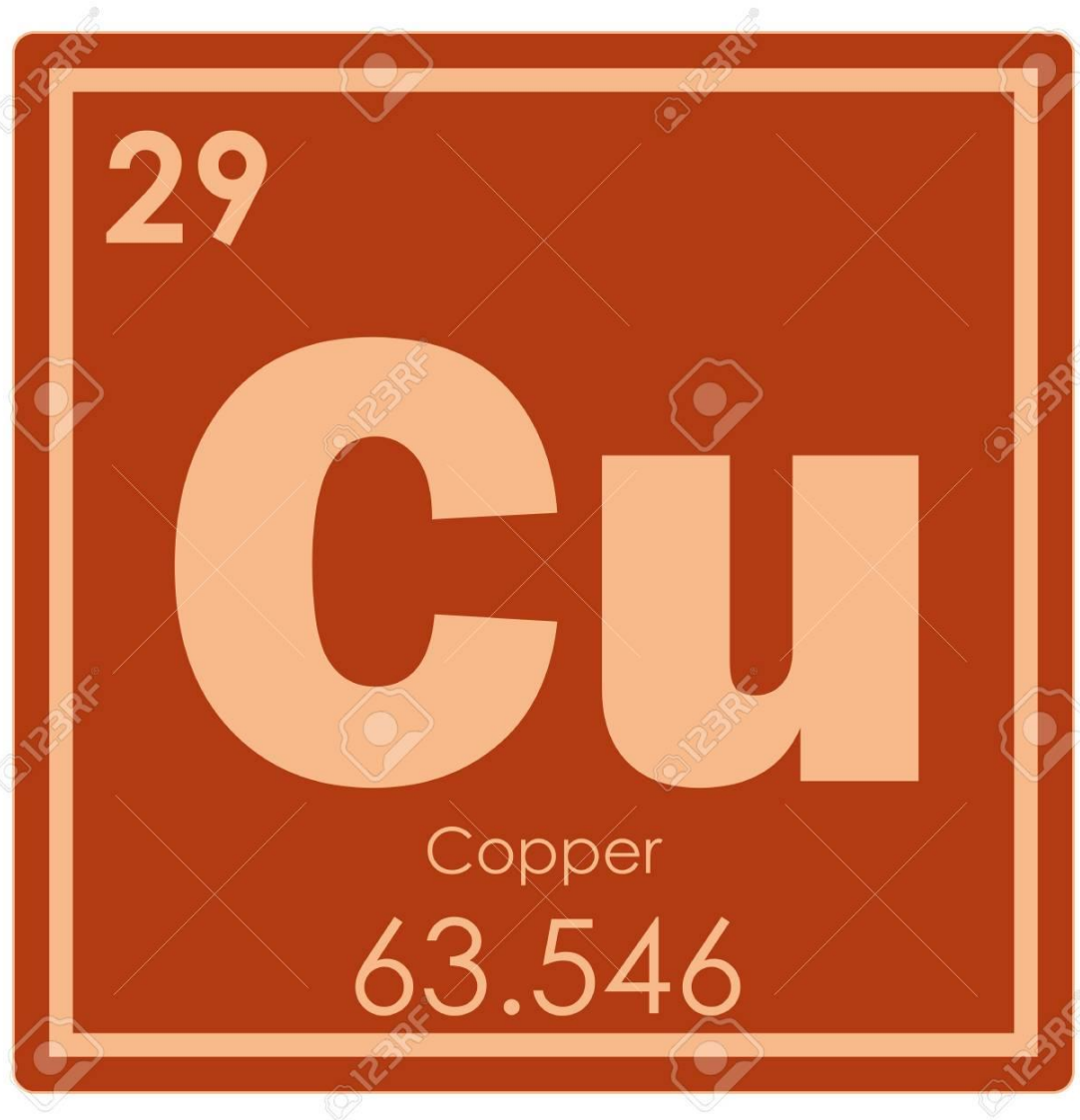
Deficiencia de Boro en paprika



Deficiencia de Boro en Vid

Deficiencia de Boro en Citricos

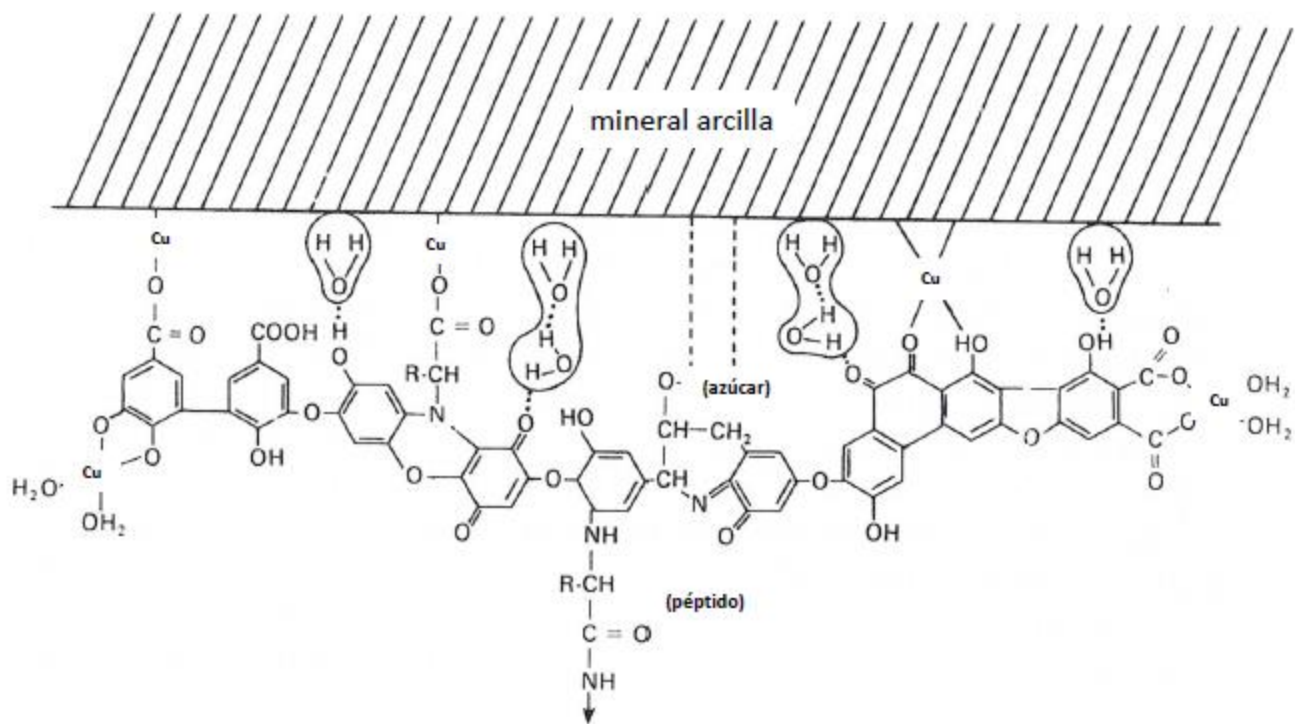




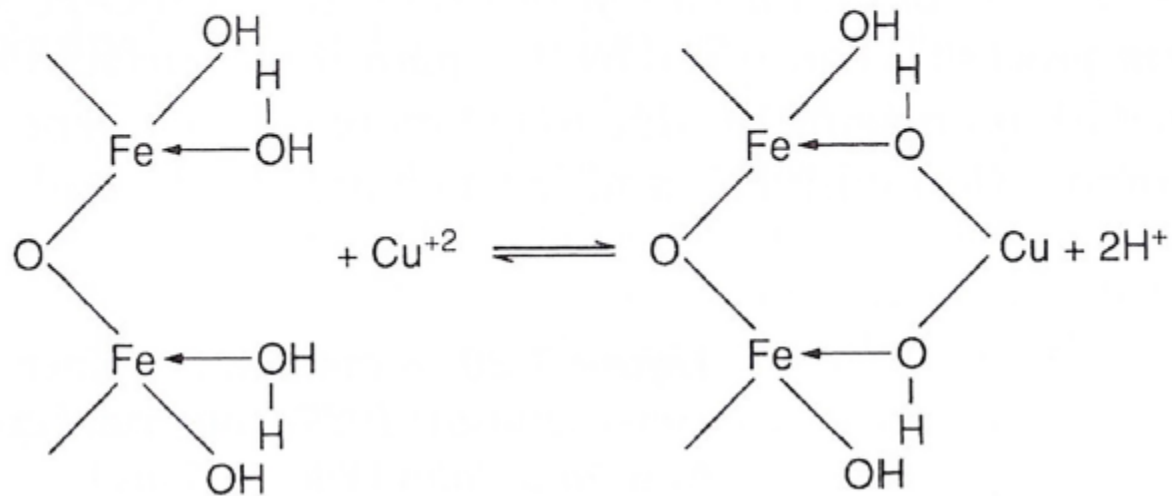
Disponibilidad de Cu

- Deficiencias más probables en suelos arenosos muy lixiviados
- Limitada por pH altos
- Concentraciones altas de P, Zn, y Fe en solución del suelo ↓ toma de Cu por raíces
- ↑ N en plantas: ↓ [Cu]plantas y ↓ translocación
- Variación genética en tolerancia a niveles bajos
- Degradación de residuos con C:N alta puede inducir deficiencia

Complejos arcilla-MO-Cu

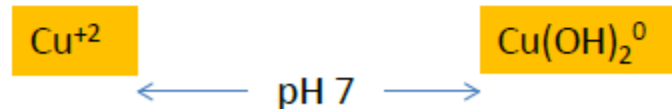
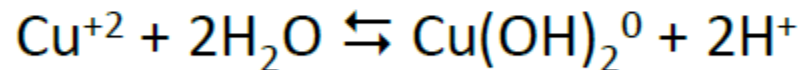


- Adsorción a MO, arcillas, y óxidos de Fe, Al, y Mn ↑ con pH



Cu en suelo

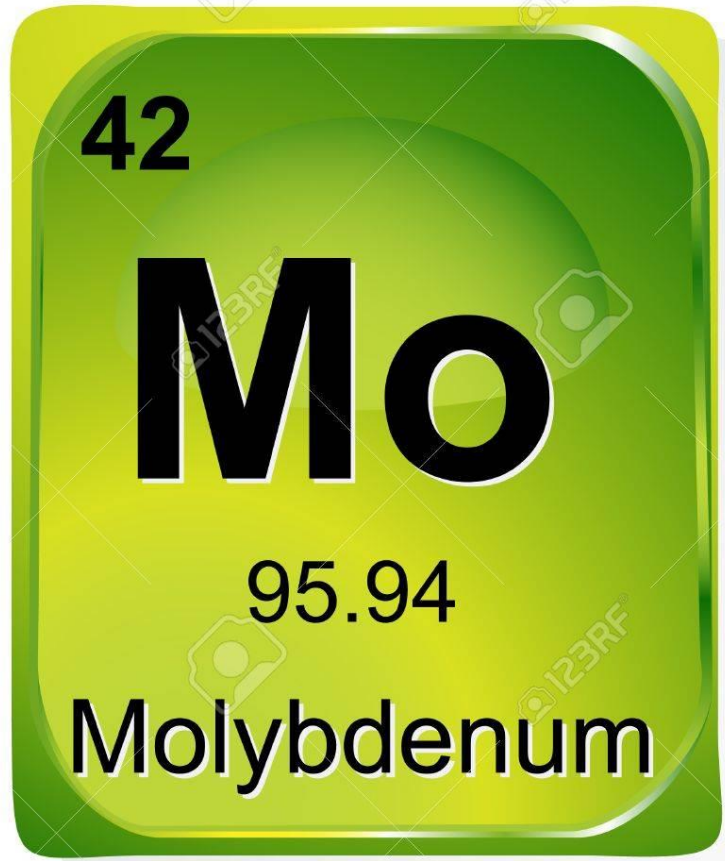
- 1 – 40 ppm (promedio ~ 9 ppm)
- Deficiencia ~ 1 – 2 ppm
- Solución del suelo

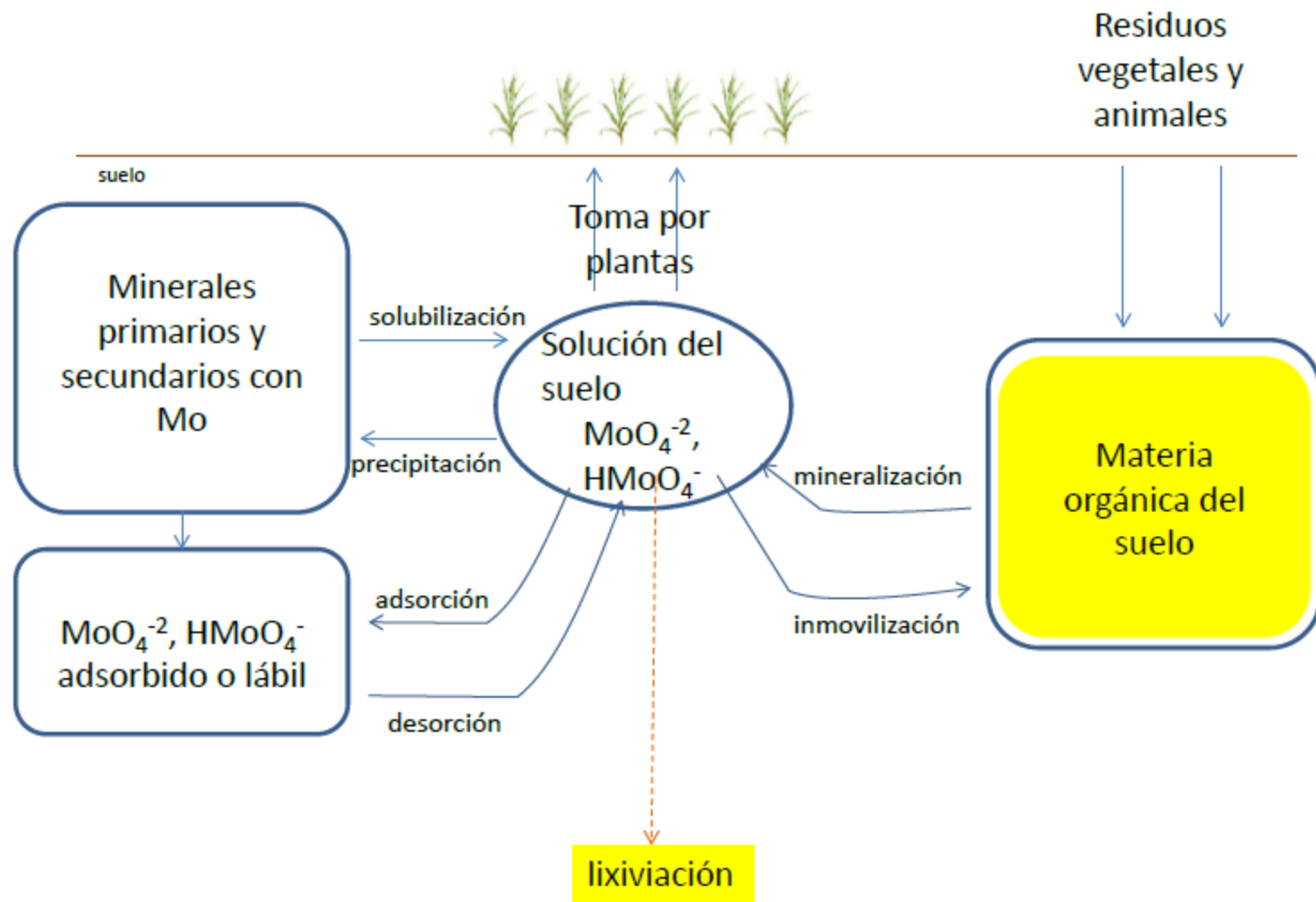


- Difusión como quelatos

Cu en plantas

- Absorbido como Cu^{+2} o en complejos orgánicos naturales o sintéticos
- Rango de concentraciones típicas en tejido vegetal: 5 – 20 ppm
- Deficiencias probables con < 4 ppm



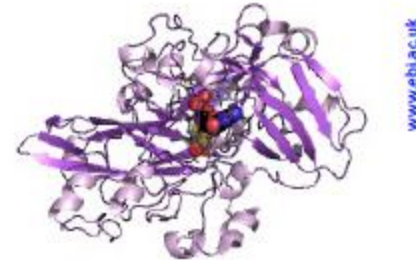


Mo en las plantas

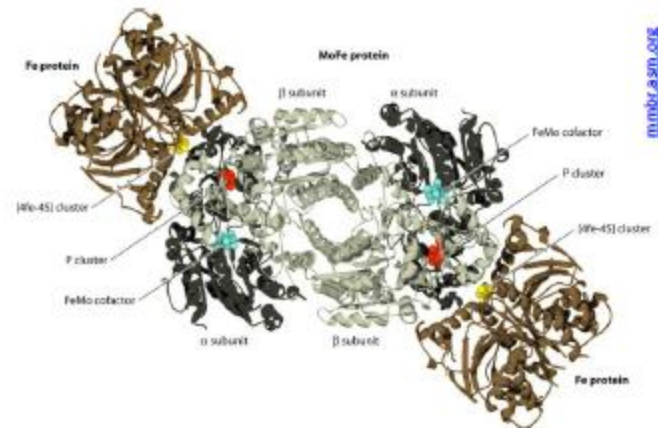
- Absorbido como molibdato (MoO_4^{-2})
Forma complejos con otros aniones
- Contenido en plantas
 - Típico: < 1 ppm
 - Deficitario: < 0.2 ppm
- Efectos sobre la toma de Mo
 - ↑ con P, Mg, NO_3^-
 - ↓ con SO_4^{-2} , Cu, Mn

Funciones

- Nitrato reductasa (cloroplastos)
($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$)



- Nitrogenasa (Fijación de N_2)

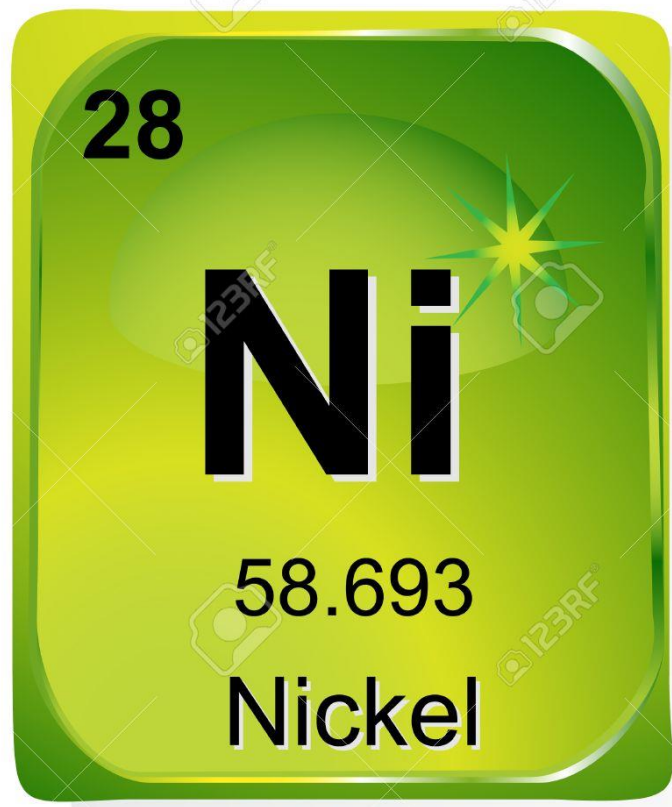


Mo en suelo

- $[\text{Mo}]_{\text{suelos}} \sim 0.2 - 5 \text{ ppm}$
- $[\text{Mo}]_{\text{solución}} \uparrow$ con pH
- Fuertemente adsorbido a óxidos de Fe/Al

Efecto de la aplicación de Mo en cítricos



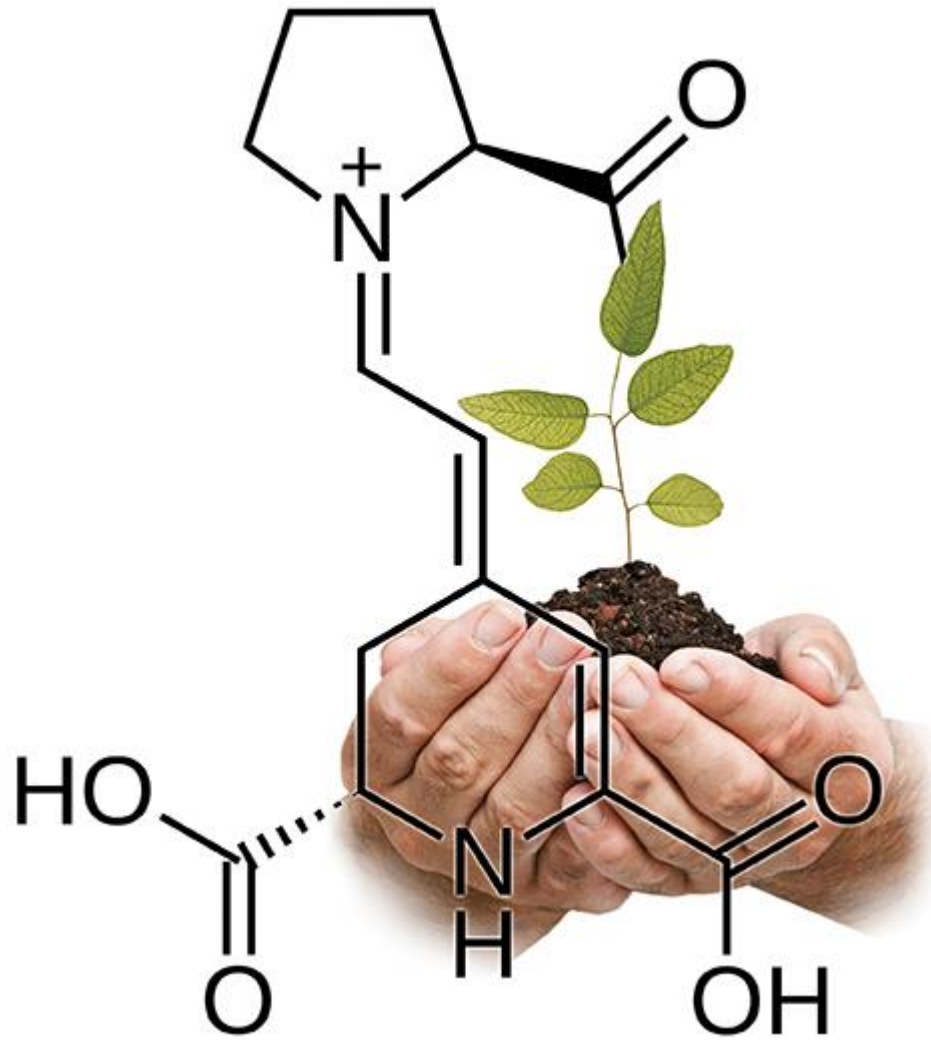


- Micronutriente descubierto más recientemente (1987)
- Contenido en plantas: 0.1 – 1.0 ppm
- Tomado como Ni⁺²
- Funciones
 - Componente de ureasa
$$\text{CO(NH}_2\text{)} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$$
 - Metabolismo de N en leguminosas
- Niveles altos de Ni pueden inducir deficiencias de Fe o Zn
- Se oxida rápidamente a formas no disponibles

Deficiencia

- Probable en:
 - Suelos con $\text{pH} > 6.7$
 - Suelos que han tenido aplicaciones excesivas de Zn, Cu, Mn, Fe, Ca, or Mg
- Estrategia de corrección

Aplicación foliar de solución diluída de NiSO_4 u otro fertilizante con Ni soluble en agua



¿Cómo aumentar la disponibilidad de nutrientes minerales?

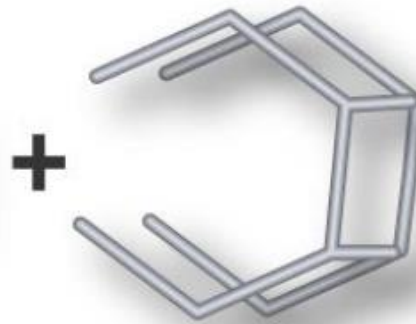
Quelatación

**Metal-ion
(2⁺ or 3⁺)**

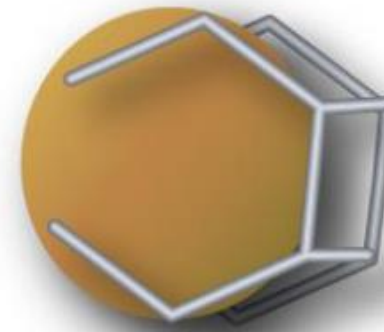


Adsorbed by clay
and organic matter
or precipitates as salt

**Chelating
Agent**



**Metal-chelate
(1⁻)**



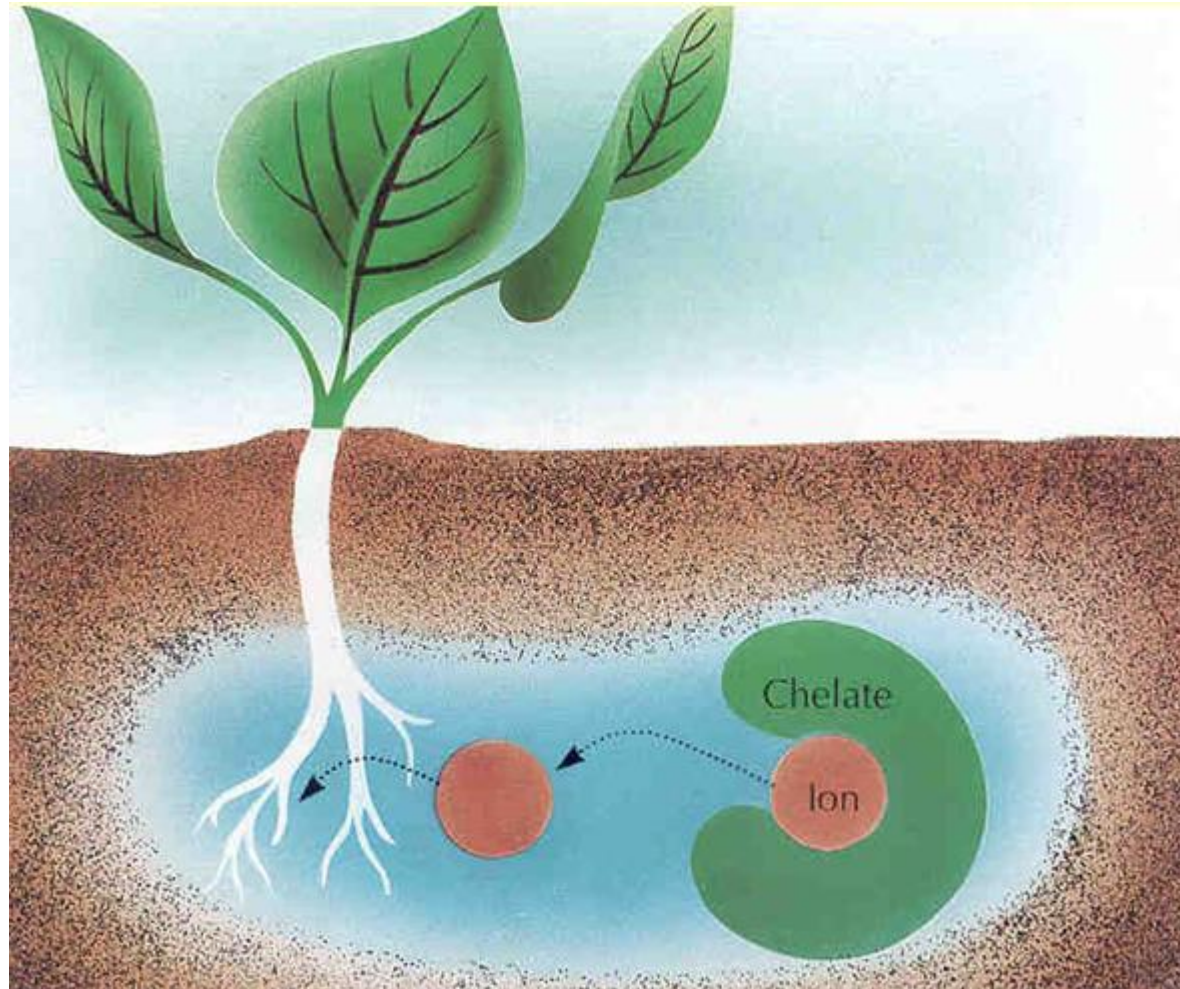
Moves freely through
the soil

Los agentes complejantes (HA, aminoácidos, lignosulfonatos, etc.) no se unen a los metales con la misma fuerza que los quelatos (EDTA, DTPA, etc.)

Quelatos deben ser taratados adecuadamente

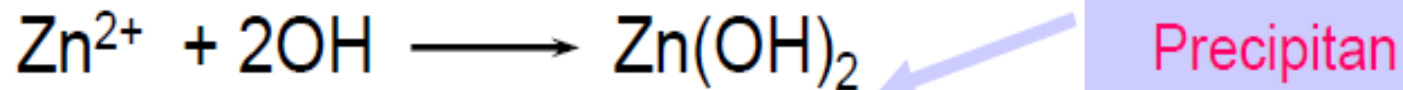
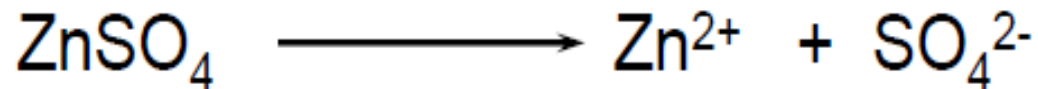
- Los Quelatos son sensibles a la luz, temperatura y acidez.
 - Nunca colocar los quelatos en soluciones de pH $\text{pH} < 3$
 - El valor máximo del pH del quelato de Fe depende de que tipo de quelato se va a usar.
 - Los quelatos son fotosensibles , se rompen por con los UV. Por tanto:
 - Disolver los quelatos en taques de soluciones los cuales bloqueen la luz UV
 - Los quelatos deben ser aplicado dentro del medio de la zona radicular (no deben ser colocados en la superficie del suelo).
 - Cuando se disuelven los quelatos no deben ser expuestos a temperaturas de 40 C o más

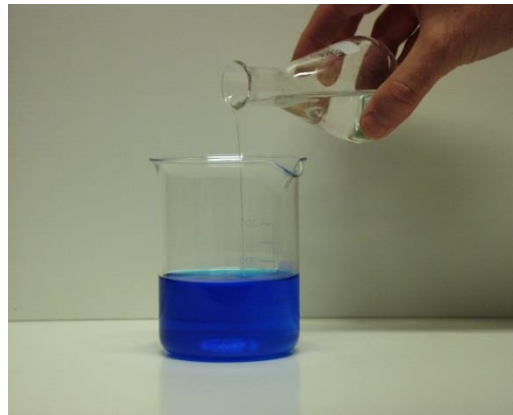
Absorción de metales de los quelatos



Qué suceden con las sales de micronutrientes en suelos alcalinos

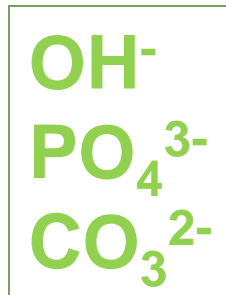
- Sales Inorgánicas: sulfatos, cloruros. No son eficaces





copper chelate

copper sulfate

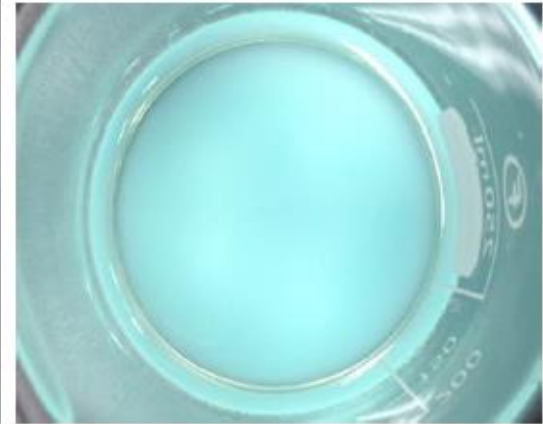
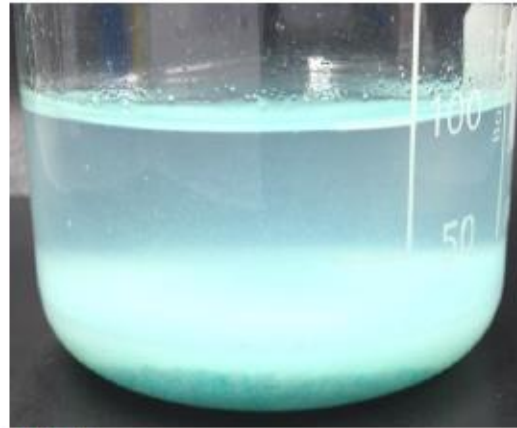


clear solution

turbid solution

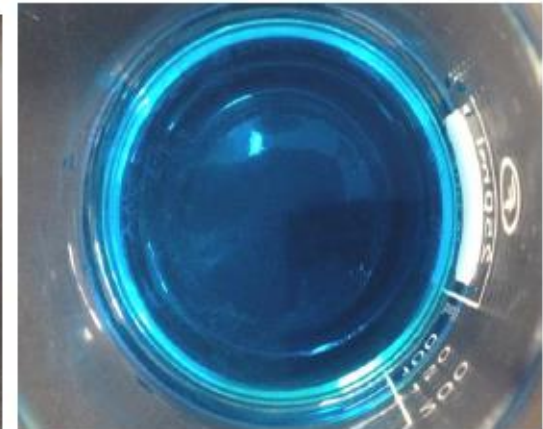
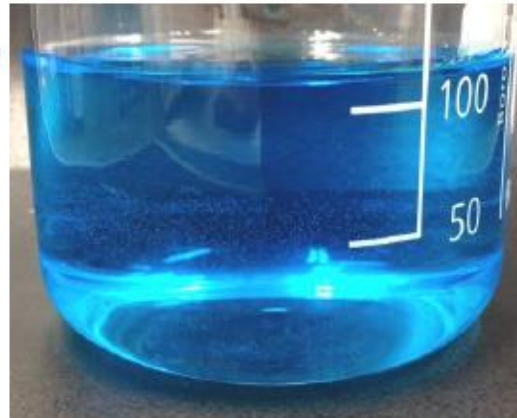
Mezclas de micro's con NPK's precipitación con fosfatos

DAP +
Mn-, Zn-, Cu-
Sulfatos:
Metales perdidos!

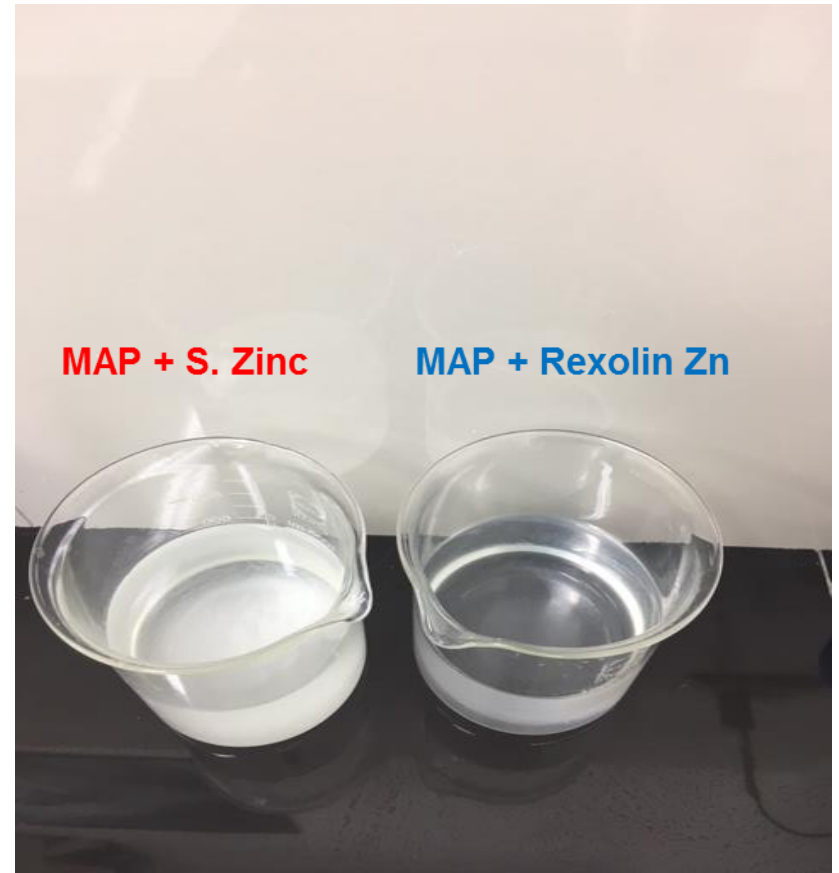
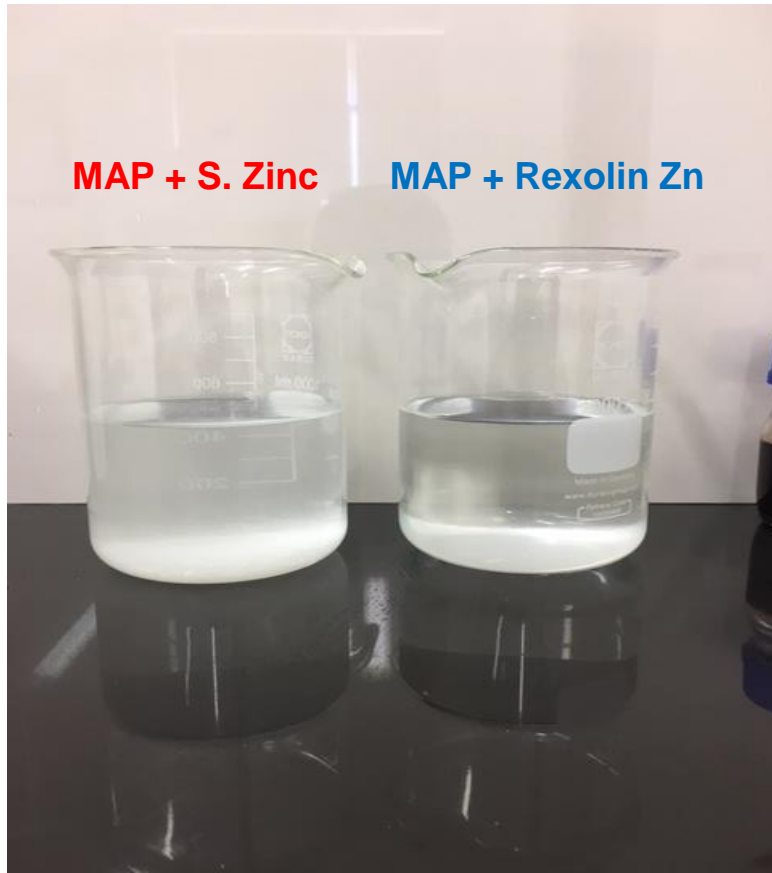


Después de agitar
y 1 hora
asentamiento

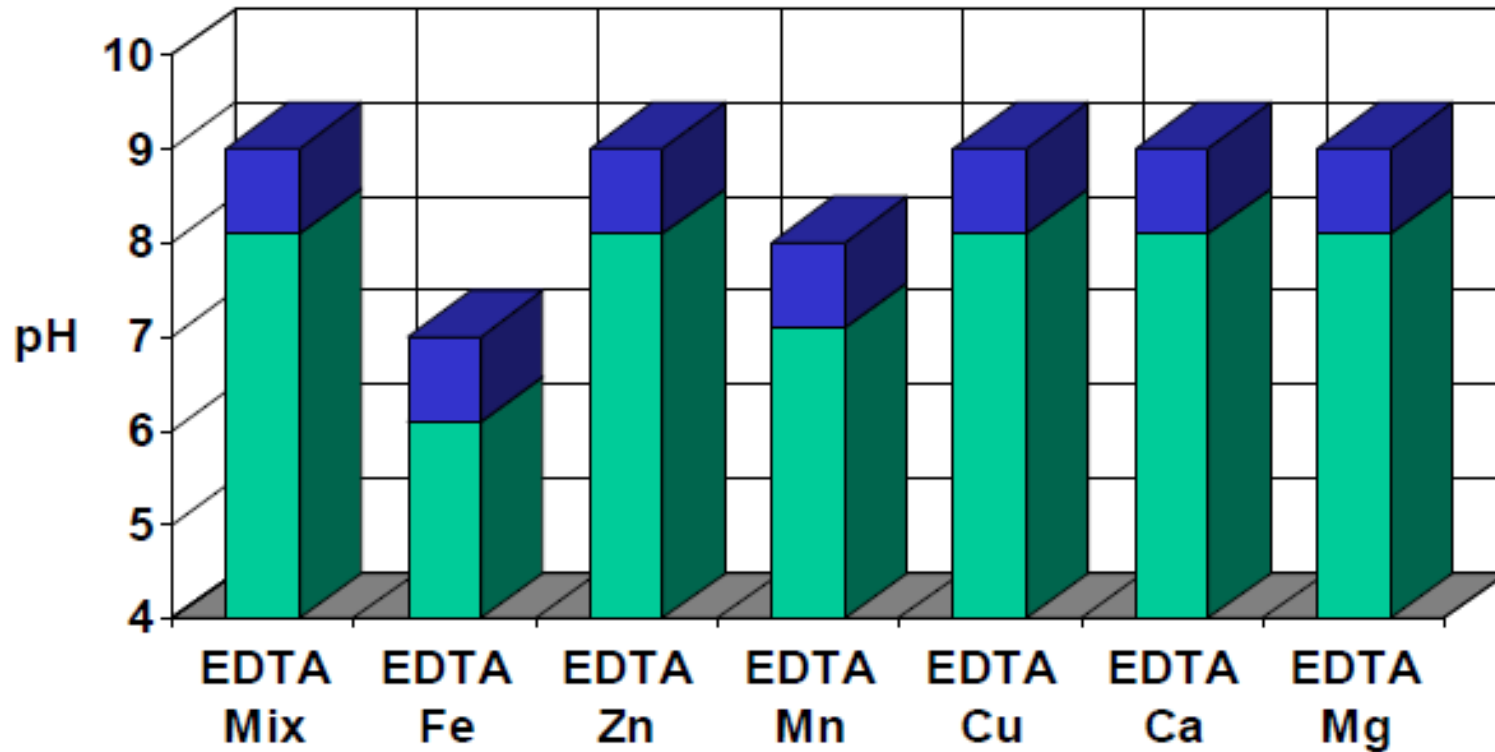
DAP +
Mn-, Zn-, Cu-
EDTA
No metales perdidos!



Reacción del Sulfato de Zinc vs Quelato de Zinc



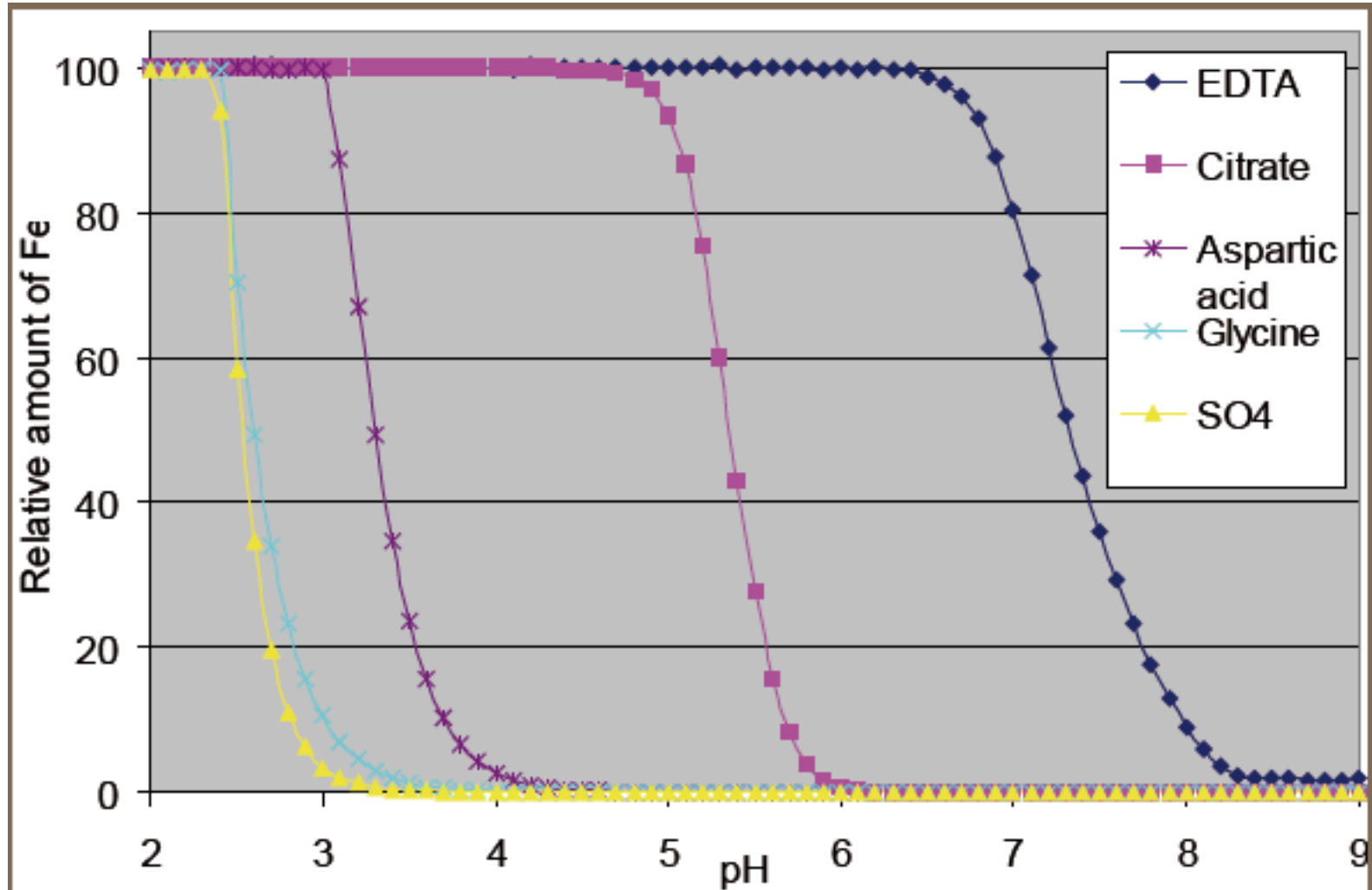
Estabilidad del quelato EDTA frente al pH



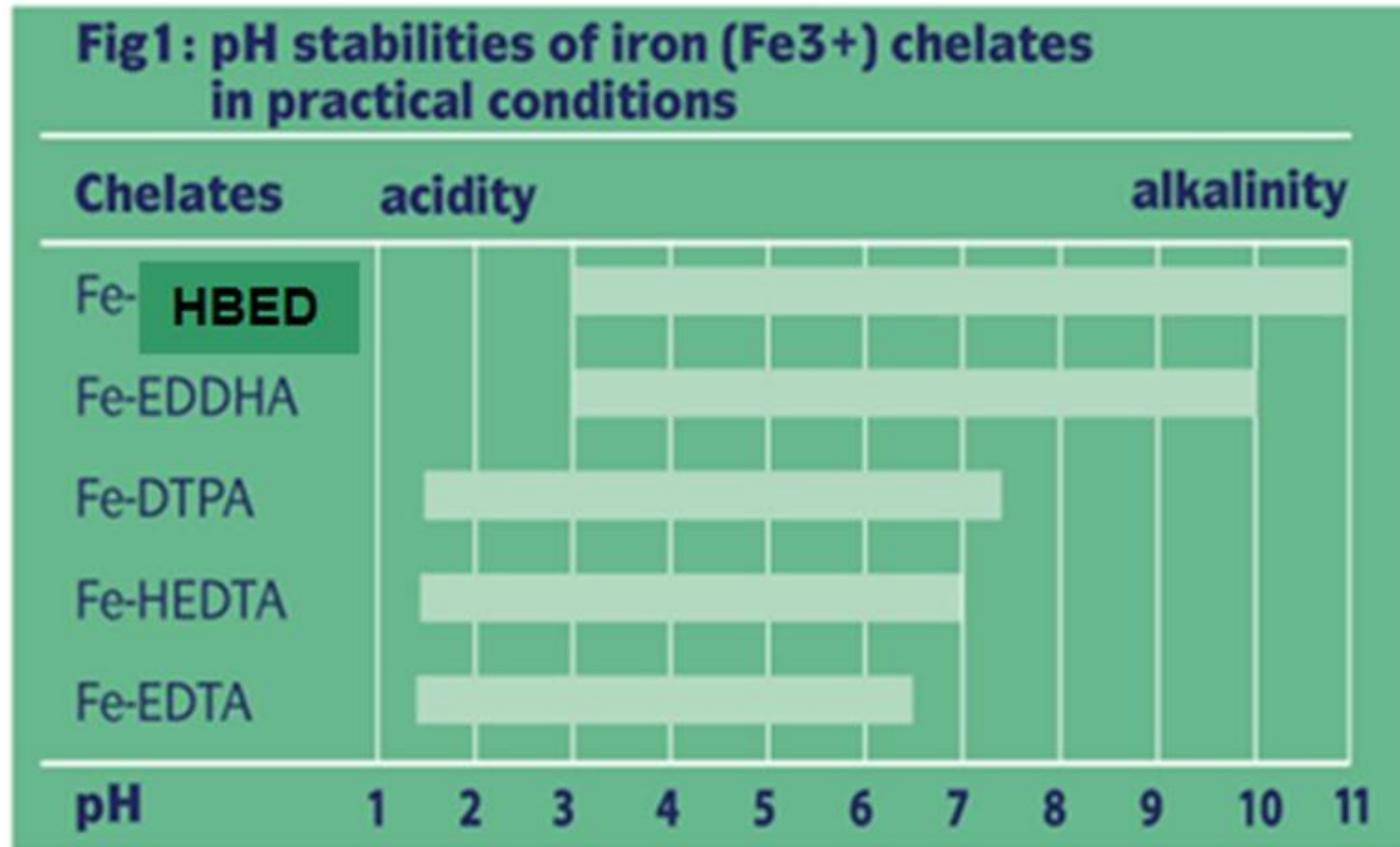
Complejos y Sales

Tipo de Enlace	Estabilidad	Agente	Datos Importantes
Secuestrado	Moderada	Ácidos Fenólicos Lignosulfonatos	Débiles para aplicaciones al suelo, pero estables en aplicaciones foliares
Complejado	Débil	Aminoácidos (metalosato), Citratos Glucoheptonatos, fosfonatos, humatos, flavonoides	Muy poco estables, aunque baratos
Inorganicos	Ninguna	Sulfatos Nitratos Carbonatos	Aplicación al suelo inefectiva. Se necesitan altas dosis, con riesgo de fitotoxicidad

Estabilidad de diferentes fuentes de Fe en relación al pH



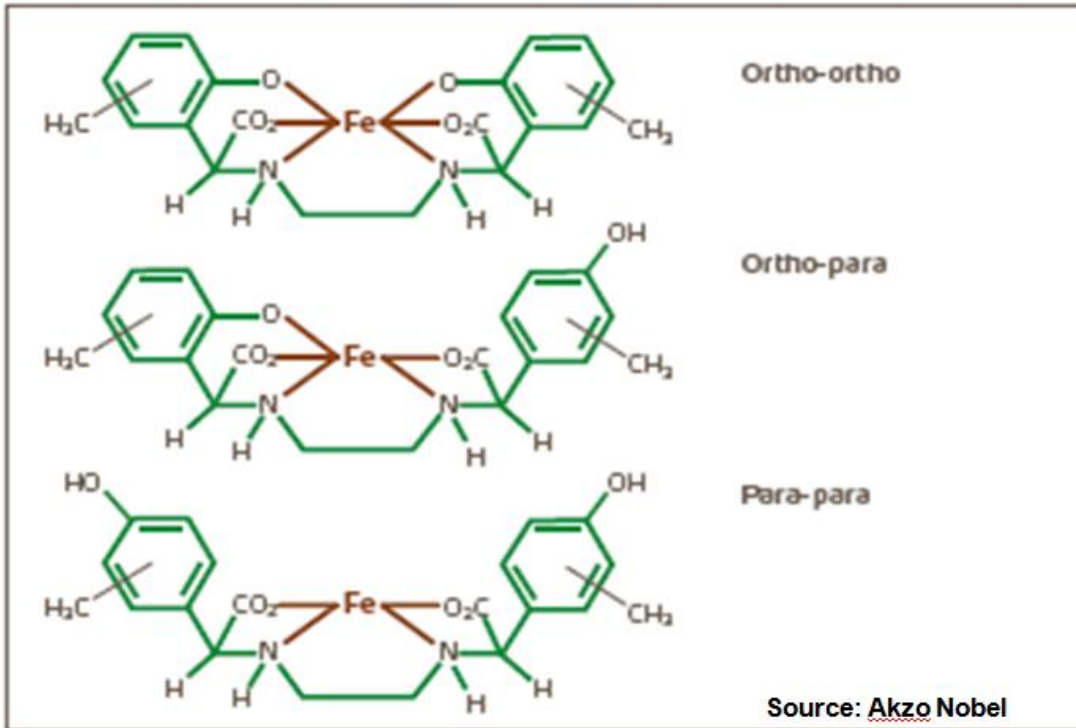
Estabilidad de los quelatos de Fe



Source Akzo Nobel

Isómeros de quelatos

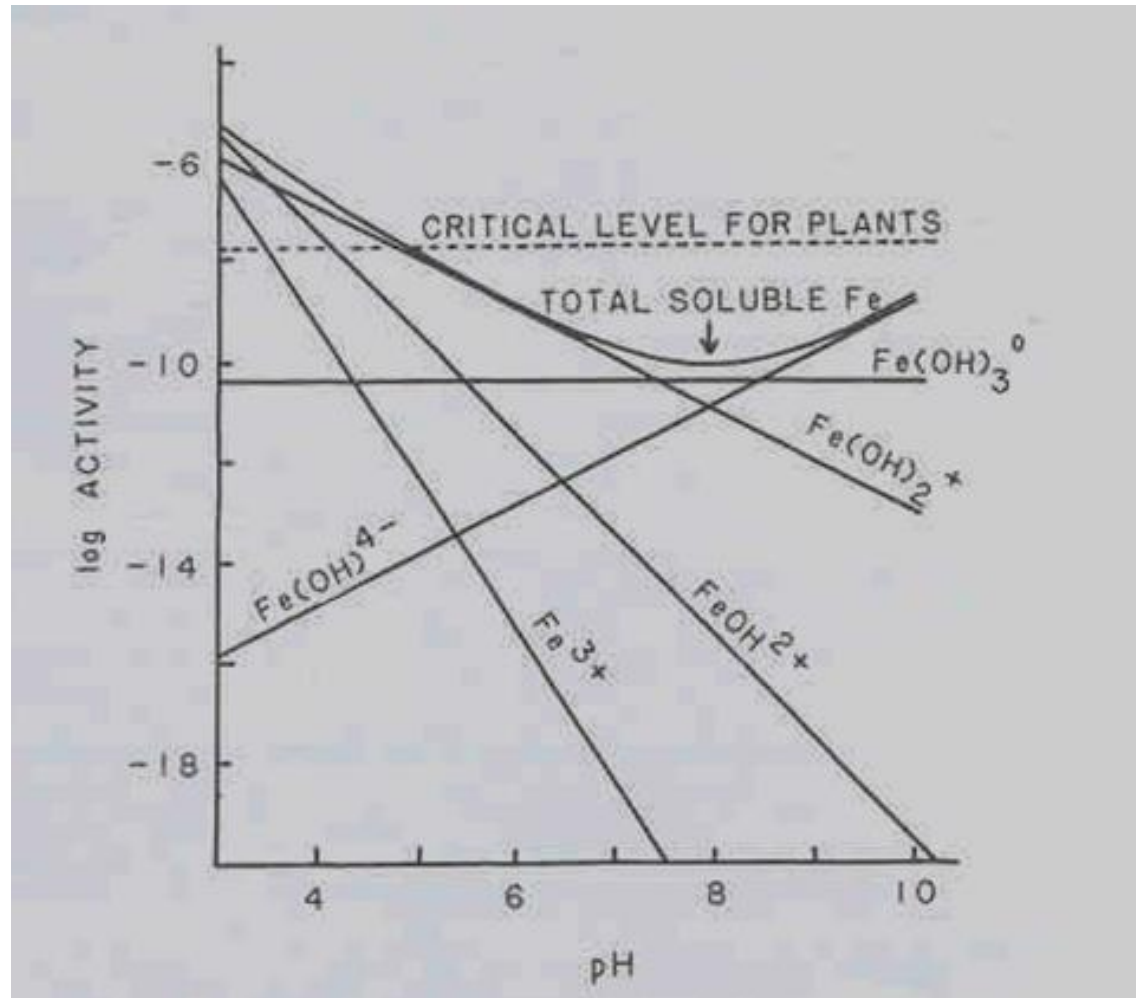
Different Isomers of the Fe-EDDHMA Chelates



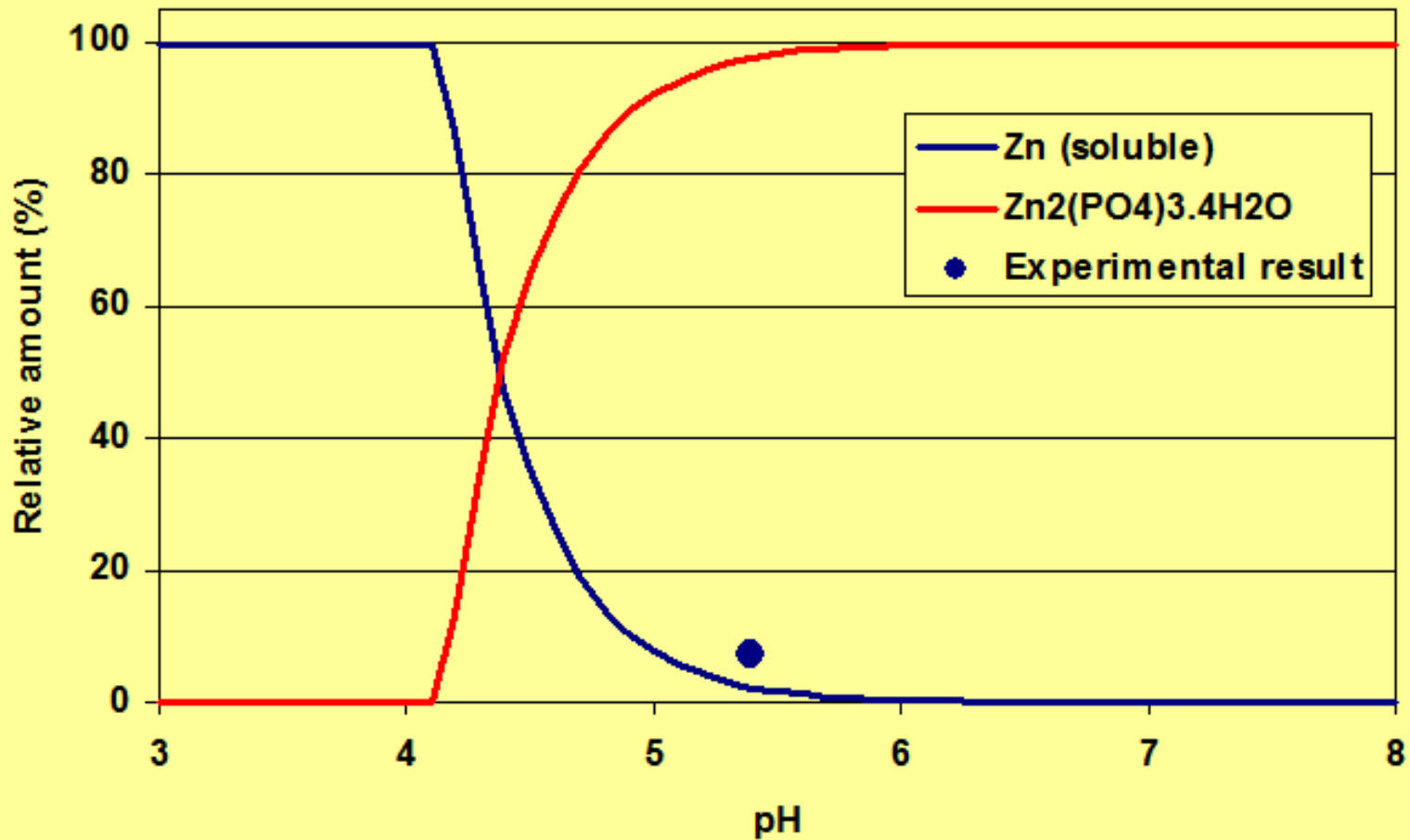
- **Orto - orto (o-o):** Liga al Fe fuertemente
- **Orto - para (o-p):** Liga al Fe en forma medianamente fuerte (no lo suficientemente fuerte en suelos de pH alto)
- **Para - para (p-p):** es un enlace débil y por tanto el Fe no es disponible para el cultivo
- Por tanto, solamente el enlace o-o es considerado como disponible para el cultivo en condiciones de pH alcalino.

Strongest (Synthetic organics)	Intermediate (Long chain natural organics)	Weakest (Short chain or small organics)
EDTA	Polyflavonoids	Citric acid
HEDTA	ligand sulfonates	Ascorbic acid
DTPA	humic & fulvic acids	Tartaric acid
EDDHA	amino acids	Adipic acid
EDDHMA	glutamic acids	
	polyphosphates (not organic, but behave similar)	

Influencia del pH en las actividades de las especies de Fe



Zinc no quelatado con Fosfato

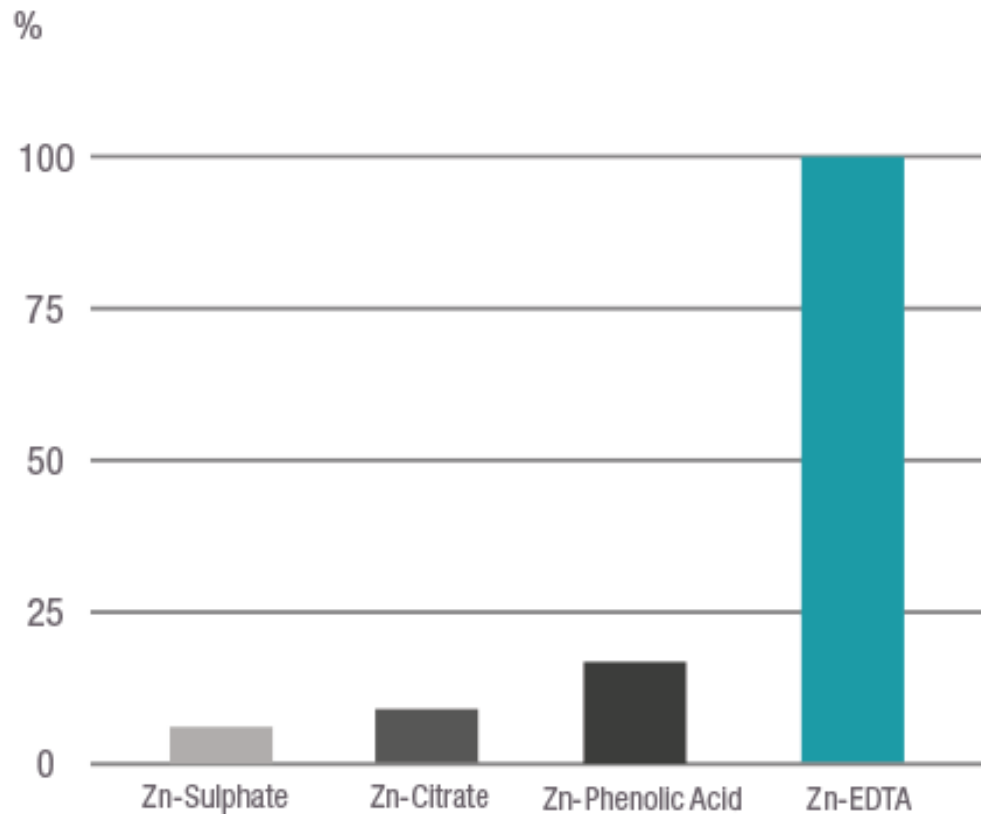


Zn-EDTA with PO₄

Percentage of Zn remaining as original Zn source 4 min after mixing with a 10-15-0 fertilizer solution (Picanso, 1984)

Zn Source	% remaining as original source
Zn EDTA	100
Zn HEDTA	19
Zn(NO ₃) ₂ -UAN	15
Zn-Phenolic acid	11
Zn-citrate	8
ZnSO ₄ -NH ₃ complex	8
ZnSO ₄	4

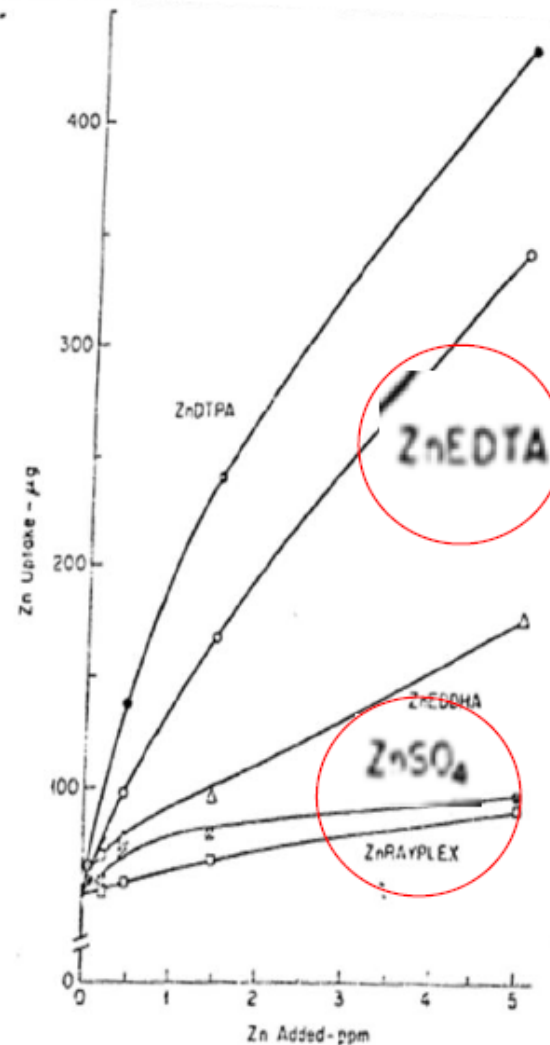
Sales vs Quelatos



Porcentaje de Zinc remanente después de 4 minutos que es mezclado con un fertilizante 10-15-0

Fuente de Zn - aplicación del suelo

Rendimiento de varios quelatos de zinc como fertilizantes para el maíz cuando se unen en un suelo calcáreo. (Anderson 1964)



Respuesta de aplicación de Quelato de Zinc en Pecano



0 de Zn-EDTA

3.5 kg de Zn-EDTA /ha

Respuesta de aplicación de Quelato de Zinc en Palto



5 kg de Zn-EDTA

0 de Zn-EDTA



Sin aplicación de quelato de Fe

Con aplicación de quelato de Fe

Quemadura por efecto de aplicaciones de FeSO_4 acidificado a pH 3.0



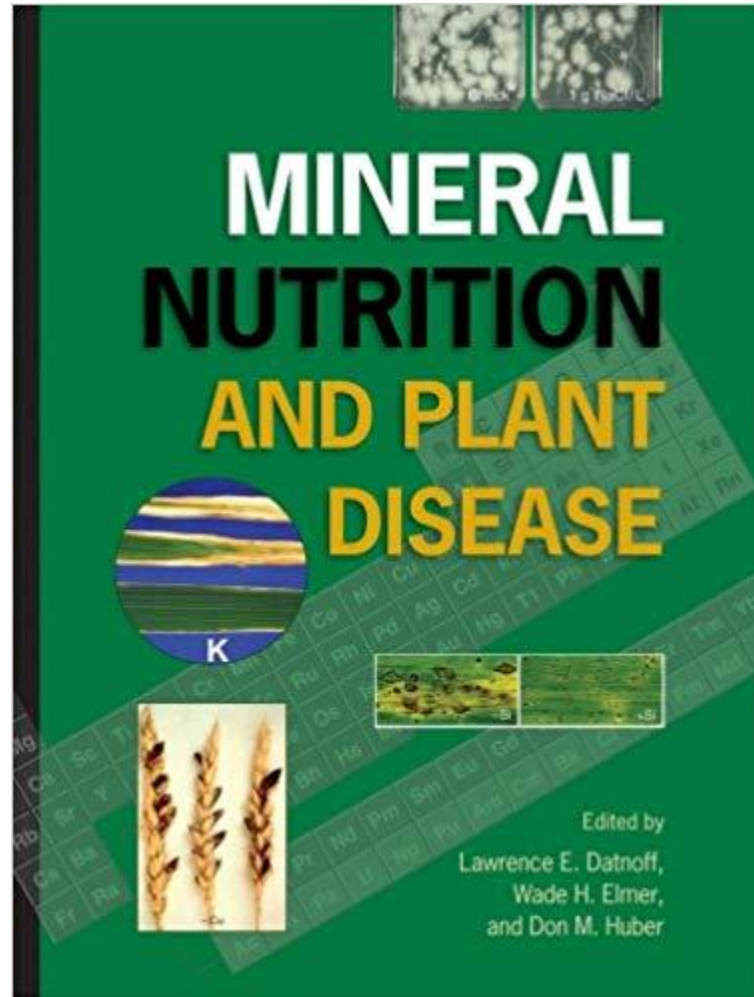
Acidulación de la solución ayuda a mejorar la disponibilidad de micronutrientes

Efecto de aplicación de diferentes ácidos sobre características químicas del suelo					
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	UNIDAD	TESTIGO SUELO CALCÁREO	TRATAMIENTO		
			ACIDO SULFÚRICO	ACIDO NÍTRICO	ACIDO FOSFÓRICO
PH		8,1	6,2	6,1	6,0
CE	dS/m	2,4	8,5	43,3	5,0
M.O	%	3,9	3,6	3,5	3,1
Ca soluble	mmol+/L	7,8	16,5	21,0	12,5
Mg soluble	mmol+/L	1,3	32,5	27,8	7,9
Na soluble	mmol+/L	7,0	10,6	8,3	7,7
HCO3 soluble	mmol+/L	1,5	1,3	1,0	1,0
Cl soluble	mmol+/L	7,6	15,1	9,7	9,4
SO4 soluble	mmol+/L	6,0	13,5	26,0	11,0
B soluble	mg/L	1,6	1,7	5,8	1,4
N disponible	mg/Kg	41	180	2.951	141
P disponible	mg/Kg	104	122	143	352
K disponible	mg/Kg	288	500	470	470
Fe disponible	mg/Kg	32	194	99	46
Mn disponible	mg/Kg	32	240	126	96
Cu disponible	mg/Kg	6,8	8,6	8,0	10,0
Zn disponible	mg/Kg	3,1	6,1	4,6	4,1

Concentraciones de Cd, Ni y Pb en fuentes fertilizantes de zinc

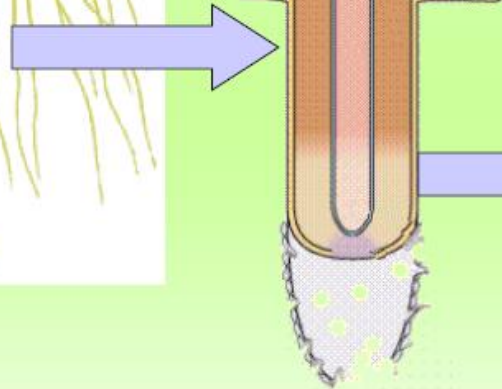
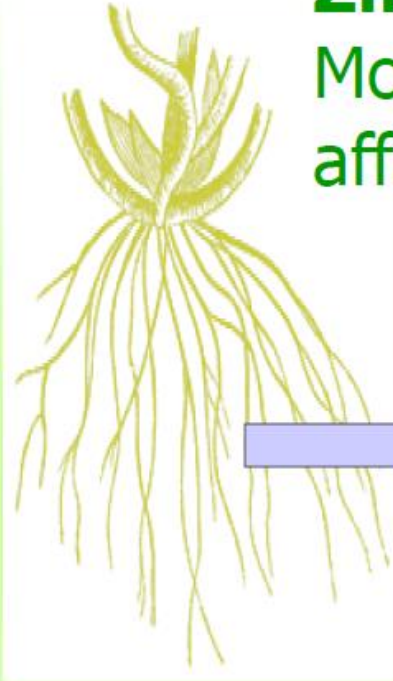
Zn fertiliser	Total Zn (g/kg)	Heavy metal concentration (mg/kg)		
		Cd	Ni	Pb
ZnSO ₄ (reagent)	275	1	1	1
ZnSO ₄ -1	340	2165	92	60
Zn oxysulphate-1	351	590	158	44000
Zn oxysulphate-2	415	1970	19	400
ZnO (reagent)	734	1	1	1
ZnO by-product-1	583	243	8950	1900
ZnO by-product-2	340	1420	250	5200

Nutrición y Sanidad de los Cultivos

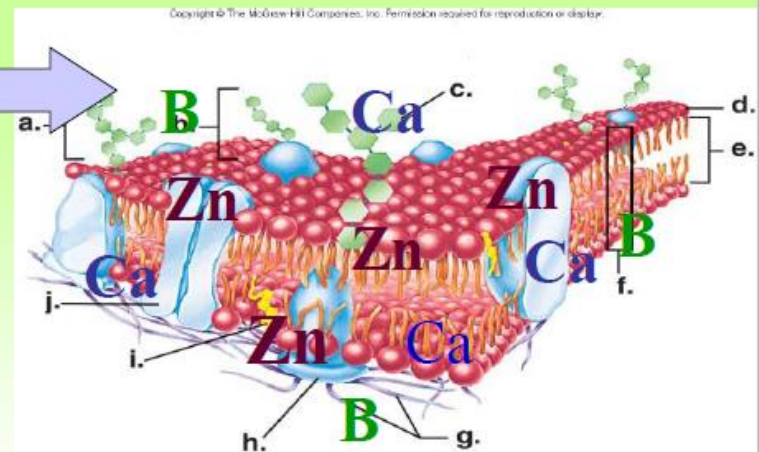


Zinc and Boron:

Most important micronutrients affecting membrane stability



Cell Membrane



Manganese

is also highly effective
micronutrient in plant
resistance to diseases

By affecting cell wall composition
and lignin synthesis Mn suppresses
penetration of pathogens into plant
tissue.



Contamos con un portafolio diversificado de productos y soluciones para el espacio de fertirrigación.

More than 100 years of experience since first fertigation product development: calcium nitrate; now expanded to support grower's needs



Trainings



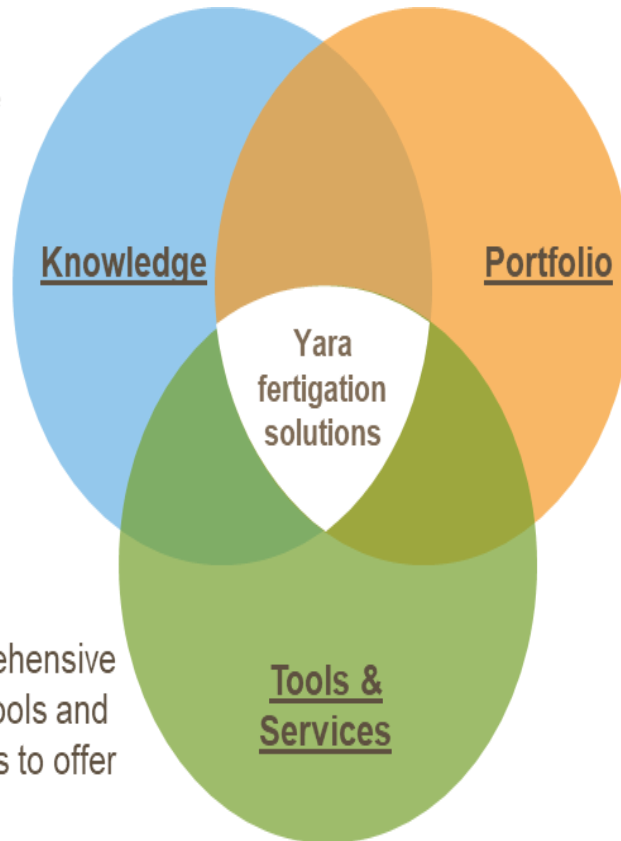
Demos



Literature



Experts



Comprehensive set of tools and services to offer



Crop Analysis



Software



Telemetry



Sensors



YaraTera EASYFEED

Yara offers a wide range of fertigation products for growers – both for greenhouses and open fields



YaraTera REXOLIN X60

- **Quelato de Hierro producido en Europa**
- **Composición :**
 - *Fe 100% quelatizado*
 - *Agente quelatizante HBED*
 - *6,0% de Fe HBED*
 - *6,0% de Fe HBED Orto-orto (100% do total)*
 - *24% K₂O*
 - *Libre de sodio*
 - *Forma física microgranular*
 - *Solubilidad en agua (20° C) de 75 g/L*
 - *EC de 0,7 mS/cm*
 - *Índice salino de 45,0*
 - *pH 7,0 a 9,0 (estabilidad de 3,5 a 12)*
 - *Embalaje de 5 kg*



YaraTera REXOLIN Zn15

- Quelato de Zinc producido en Europa
- **Composición :**
 - Zn 100% quelatizado
 - Agente quelatizante EDTA
 - 14.8,0% de Zn EDTA (148 gr Zn por kilo)
 - Libre de cloruros
 - Forma física microgranular
 - Solubilidad en agua (20° C) de 75 g/L
 - EC (1 g/l): 0,38 mS/cm
 - pH 7,0 a 9,0 (estabilidad de 3,5 a 12)
 - Embalaje de 5 kg





Knowledge grows

