

# WELGRO<sup>®</sup>

## HIDROPONIC

**Fertilización con microelementos  
Cultivos hidropónicos**



**Presentación en envases de 5 y 20 Lt.**

# CONCEPTOS GENERALES

## 1.1 MICROELEMENTOS

Son elementos nutritivos esenciales que la planta necesita en pequeñas cantidades. También se les llama oligoelementos.

Son esenciales porque en ausencia total o parcial de alguno de ellos, la planta verá frenado su desarrollo, crecimiento y/o reproducción, lo que ocasionará una disminución de la cosecha.

Intervienen en los complejos sistemas metabólicos de las plantas y sus deficiencias originan síntomas aparentes por lo que en muchas ocasiones pueden diagnosticarse precozmente.

Los microelementos esenciales son:

Boro (B)	Manganeso (Mn)
Cobre (Cu)	Molibdeno (Mo)
Hierro (Fe)	Zinc (Zn)

## 1.2 ASIMILACIÓN DE MICROELEMENTOS

Todos los nutrientes esenciales son absorbidos por la planta a través de los pelos absorbentes de la raíz en forma de iones. Estos iones pueden ser:

<b>Cationes</b> (positivos)	<b>Aniones</b> (negativos)
Cobre ( $\text{Cu}^{++}$ )	Boro ( $\text{B}_4\text{O}_7^-$ )
Hierro ( $\text{Fe}^{++}$ )	Molibdeno ( $\text{MoO}_4^-$ )
Manganeso ( $\text{Mn}^{++}$ )	
Zinc ( $\text{Zn}^{++}$ )	

## 1.3 CULTIVO HIDROPÓNICO

Cultivo de plantas en una solución nutritiva compuesta de agua enriquecida con elementos nutritivos esenciales, con o sin medio inerte que ejerza de soporte mecánico para las raíces. Los medios inertes más utilizados son: Arena, grava, perlita, lana de roca, etc.

## 1.4 SOLUCIÓN NUTRITIVA

La solución nutritiva debe contener todos los elementos nutritivos esenciales en forma asimilable. Se obtiene disolviendo sales fertilizantes de alta solubilidad en agua.

Es necesario un estricto control de pH de la solución nutritiva, dado que un aumento del pH puede precipitar el hierro, boro, manganeso, cobre y zinc de la solución nutritiva.



# 1 CONCEPTOS GENERALES

## 1.5 QUELATOS DE MICROELEMENTO

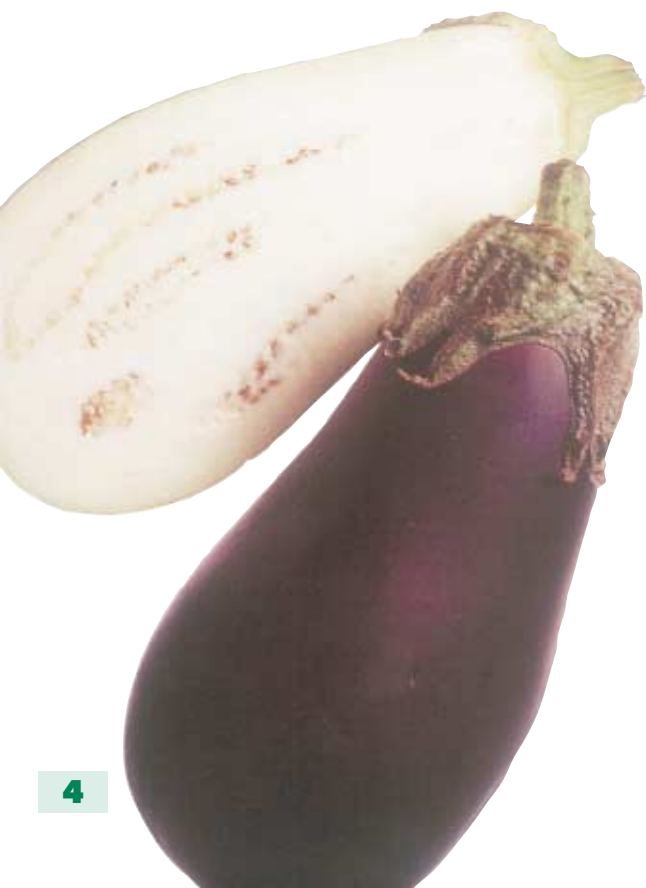
Resultan de la combinación de un agente quelatante (o secuestrante) que se une por varios enlaces a los iones de los micronutrientes para formar una estructura en anillo o pinza estable, en la que las propiedades jónicas características de los iones metálicos desaparecen y, aunque permanezcan en disolución, no reaccionan ni interaccionan con los otros elementos químicos de la solución nutritiva (el metal está 'secuestrado') y no se forman compuestos insolubles.

Una vez en contacto con las raíces, los quelatos liberan los iones metálicos lentamente y proveen a las plantas con un suministro continuo de microelementos sin alcanzar concentraciones tóxicas..

## 1.4 SOLUCIÓN NUTRITIVA



ión metal + Agente quelatante = Quelato





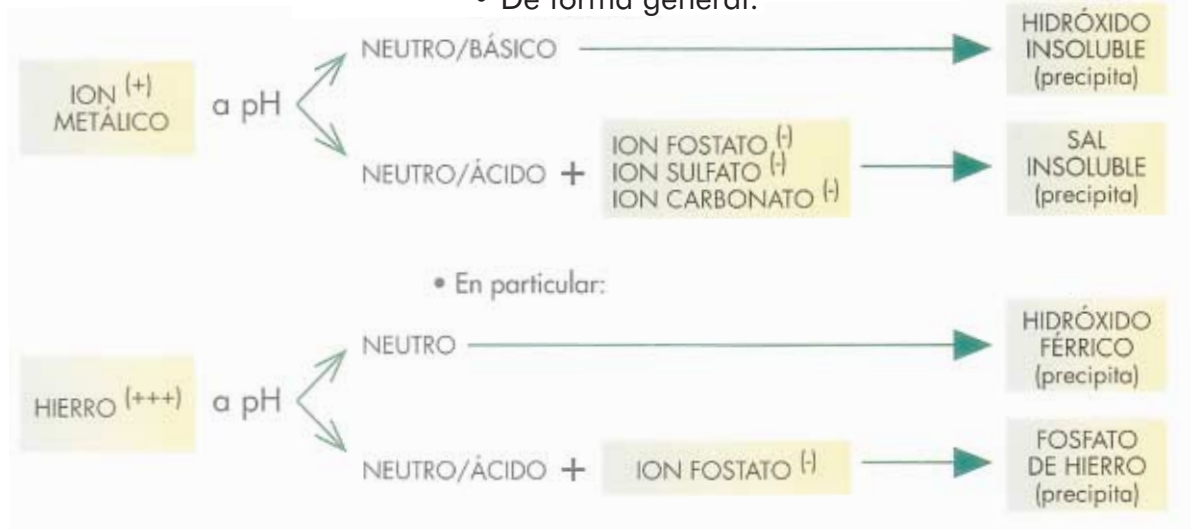
# 2 CULTIVO HIDROPÓNICO

## 1.5 SOLUCIÓN NUTRITIVA

### 2.1.1 SOLUBILIDAD

La solución nutritiva se obtiene disolviendo en agua sales fertilizantes de alta solubilidad, con lo que se genera una mezcla de iones positivos (cationes) y negativos (aniones) que interaccionan entre sí:

- De forma general:



### 2.1.2 CONSECUENCIAS

- Formación de precipitados insolubles.
- Deficiencias en la nutrición.
- Síntomas carenciales: hojas amarillas, crecimiento débil, floración pobre, fruto pequeño.
- Cosechas pobres.

### 2.1.3 SOLUCIÓN

- Añadir mayor cantidad de fertilizante
- **UTILIZAR QUELATOS DE MICROELEMENTOS.**

### 2.1.4 ¿POR QUÉ AÑADIR QUELATOS DE MICROELEMENTOS?



- El microelemento quelatado es totalmente asimilable por la planta.

### 2.1.5 ¿QUÉ ELEMENTOS NUTRITIVOS PUEDEN SER QUELATADOS?

- Microelementos
  - Fe
  - Mn
  - Zn
  - Cu
- Macroelementos secundarios
  - Ca
  - Mg

No es necesario quelatar el B ni el Mo ya que se aportan en forma de aniones.



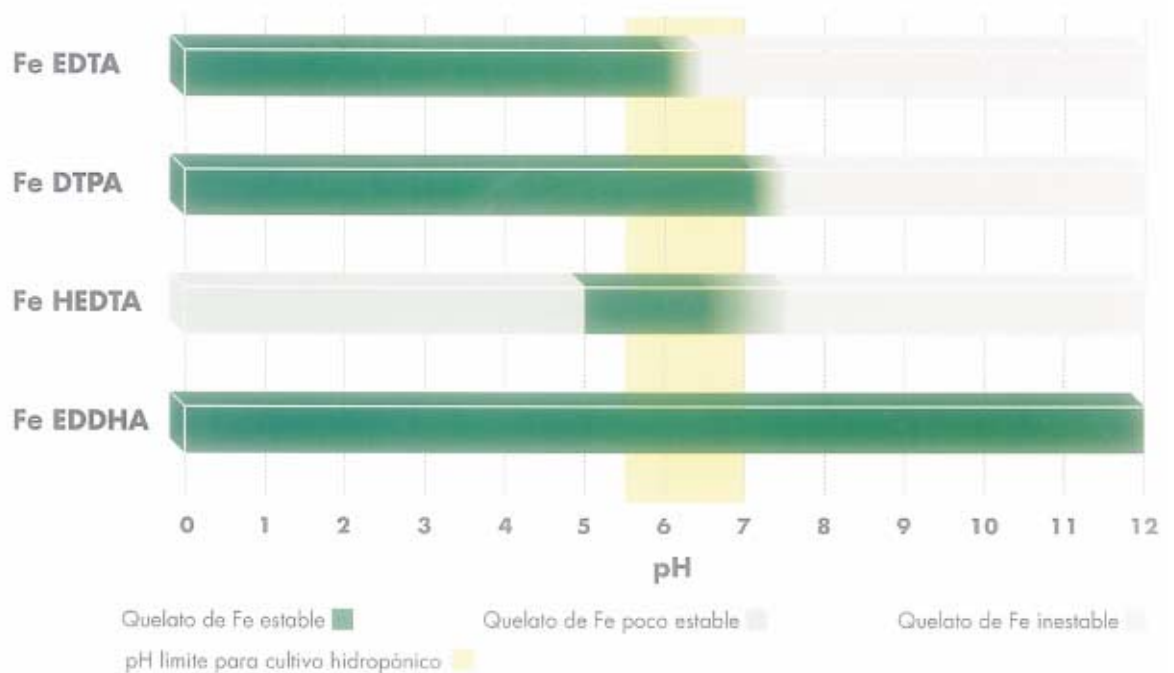
## 2 CULTIVO HIDROPÓNICO

### 2.1.6 ¿QUÉ AGENTES QUELATANTES UTILIZAR?

Los agentes quelatantes más utilizados en agricultura son:

- EDTA: para Mn, Zn, Cu.
- DTPA: para Fe en cultivos hidropónicos.
- EDDHA: para Fe en suelos de pH alcalino y alto contenido en caliza activa.

### 2.1.7 INFLUENCIA DEL pH SOBRE EL AGENTE QUELATANTE



### 2.1.8 EL pH DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

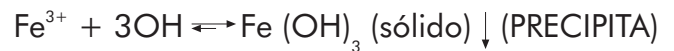
El pH de una solución nutritiva para cultivo hidropónico se ajusta inicialmente alrededor de 5,5. Cuando esta solución nutritiva se mueve en el entorno de las raíces de las plantas, el pH varía y se acerca al intervalo 6 - 7, en estas condiciones los quelatos de hierro a base de EDTA se descomponen y liberan el ion Fe que precipita con rapidez.

**El quelato de Hierro a base de DTPA es estable hasta pH 7,5, por tanto el hierro suministrado en forma de Fe-DTPA no presenta ninguna precipitación dentro de los rangos normales de pH alcanzados en el cultivo hidropónico.**

# 3 SOLUCIÓN NUTRITIVA

## 3.1 EL CASO DEL HIERRO

La solubilidad del Hierro en la solución nutritiva para cultivo hidropónico viene determinada por la ecuación de equilibrio:



Este equilibrio está desplazado hacia la parte derecha de la reacción, debido a la precipitación del  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (hidróxido férrico) y es altamente dependiente del pH de la solución nutritiva.

Para que la planta esté correctamente alimentada, por el movimiento natural del agua hacia las raíces, el hierro total soluble en la solución del suelo debería ser del orden de  $10^{-6}$  mol (0,056 ppm). Por la Figura 1 podemos constatar que en los límites en los que se mueve el pH de las soluciones nutritivas, el hierro total soluble es muy inferior a este nivel y sólo cubrirá una pequeña parte de las necesidades.

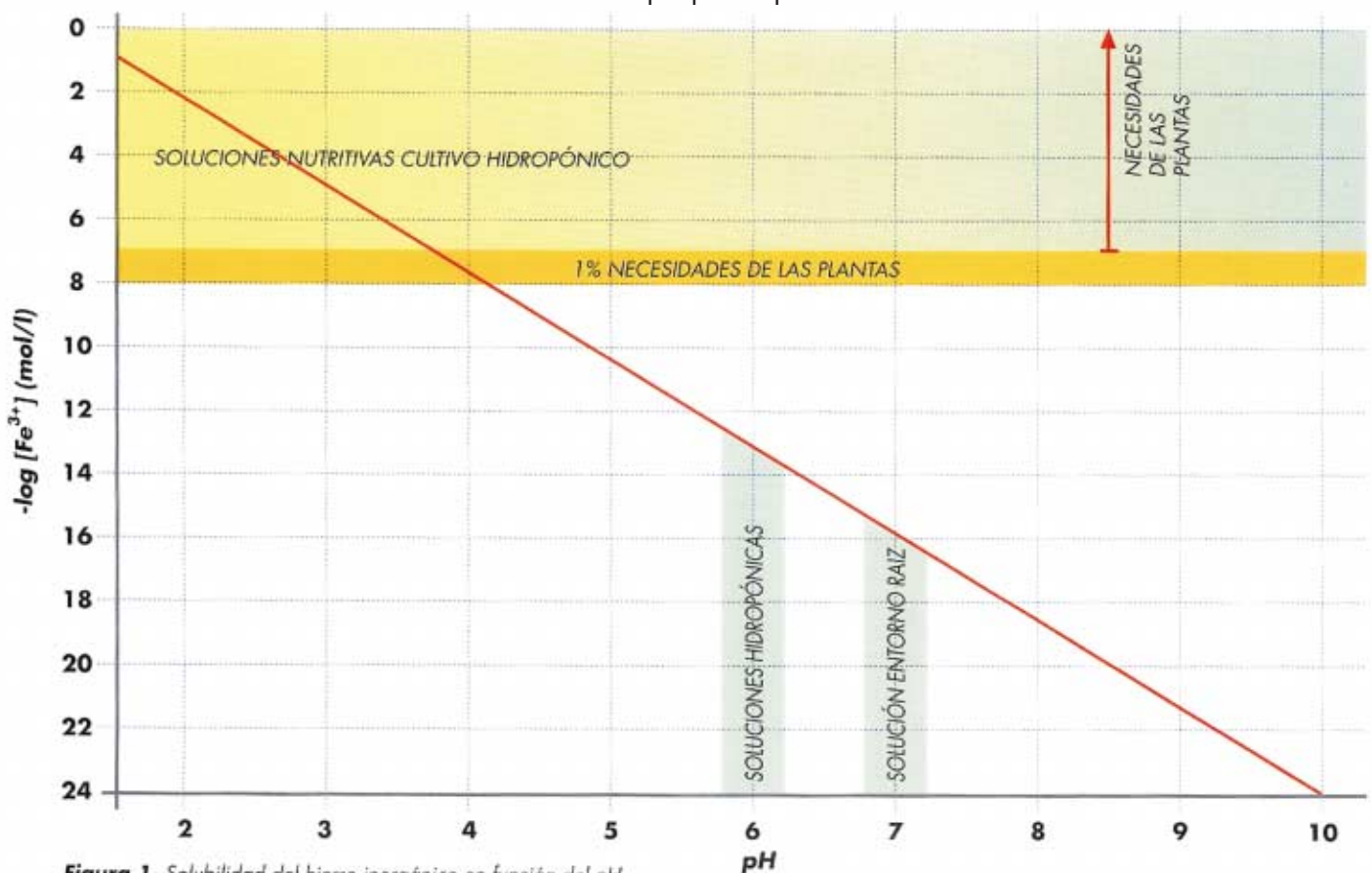


Figura 1. Solubilidad del hierro inorgánico en función del pH.

Ésta es la razón por la cual los quelatos orgánicos solubles juegan un papel muy importante en la nutrición de la planta en cultivo hidropónico.

Los equilibrios de los quelatos de Fe en las soluciones hidropónicas son muy similares a los resultados obtenidos por (Norvell 1972) de la Fig. 2 para los quelatos de  $\text{Fe}^{3+}$  de EDTA, DTPA, HEDTA en equilibrio con  $\text{Ca}^{2+}$   $\text{Al}^{3+}$ . La fracción de cada agente quelante asociada a cada catión (Ca, Mg, Al, Fe) está representada en función del pH en una escala logarítmica que representa el ratio entre la cantidad de agente quelante asociada a cada catión y la cantidad total de agente quelante en la solución (la escala va de 0,00 1 a 1 en la Fig. 2).



# 3 SOLUCIÓN NUTRITIVA

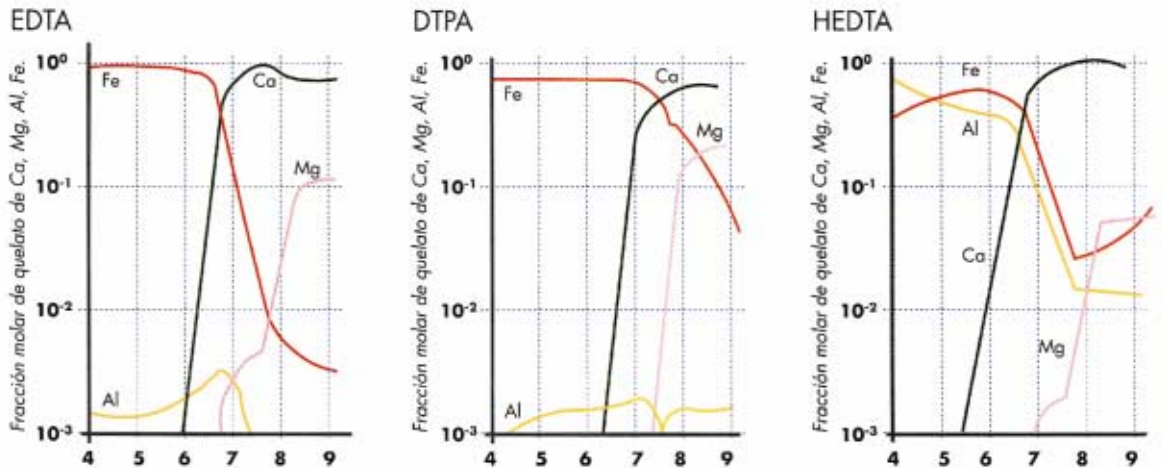


Figura 2. Diagramas de estabilidad para el EDTA, DTPA, y HEDTA en equilibrio con  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  y  $\text{Fe}^{3+}$ .

## 3.2 CONCLUSIONES

Las conclusiones que podemos extraer son las siguientes:

- 1 El EDTA quelata el hierro a pH inferiores a 6,3. La competición del Ca crece rápidamente a partir de pH 6<sup>2+</sup> y el quelato de Calcio domina totalmente a partir de pH 6,8.
- 2 El quelato de hierro con DTPA domina totalmente a pH alrededor de 7,5. El Calcio empieza a desplazar el hierro por debajo de pH 7 y el quelato de Calcio con DTPA domina a partir de pH 7,5.
- 3 El HEDTA forma con el  $\text{Fe}^{3+}$  un quelato de poca estabilidad y especificidad.
- 4 El quelato EDDHA es muy selectivo para el  $\text{Fe}^{3+}$  y los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  no entran en competencia con el  $\text{Fe}^{3+}$ .

La estabilidad de los quelatos de Fe se resume en la Fig. 3 en la que el ratio entre el quelato de Hierro y el Agente quelatante total se representa frente al pH.

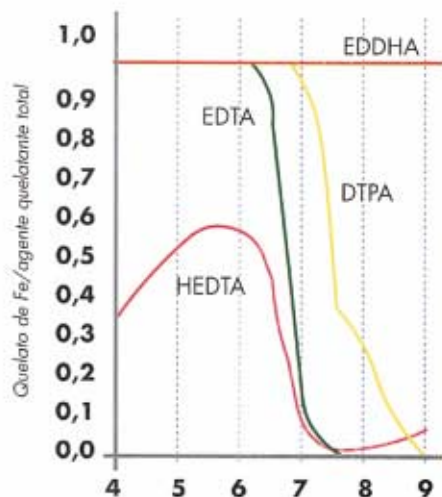


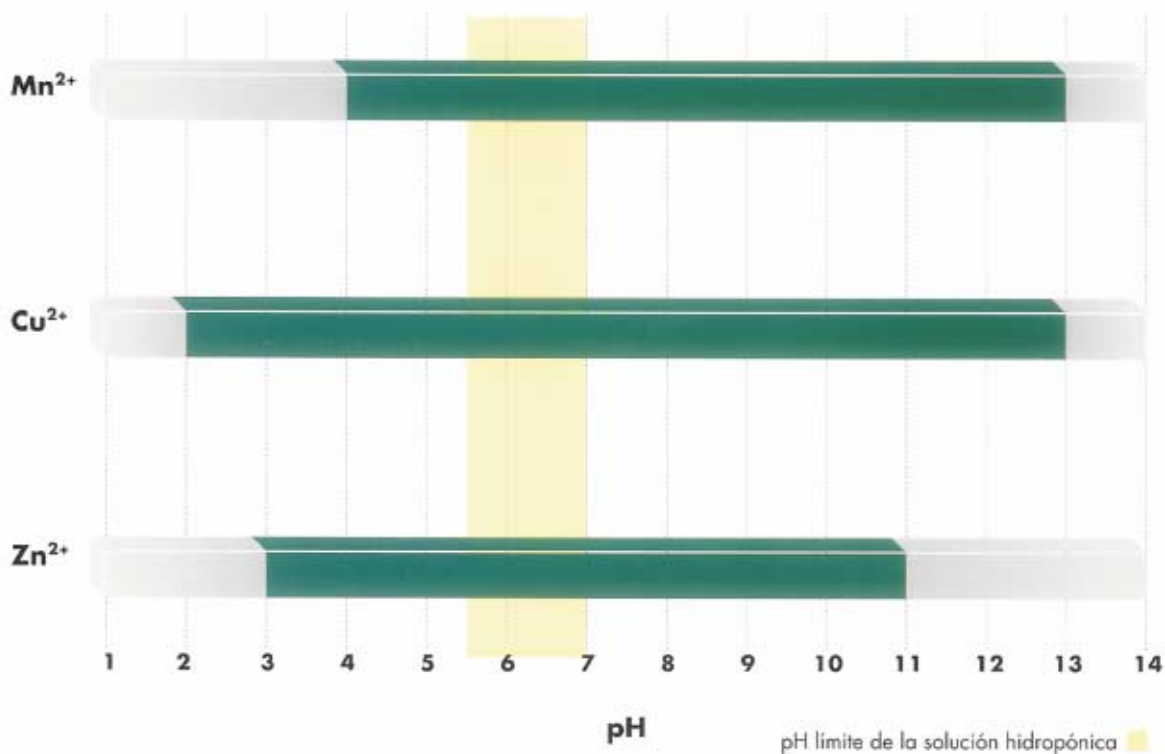
Fig. 3 Estabilidades comparadas de los Quelatos de Fe en la solución nutritiva.



# 3 SOLUCIÓN NUTRITIVA

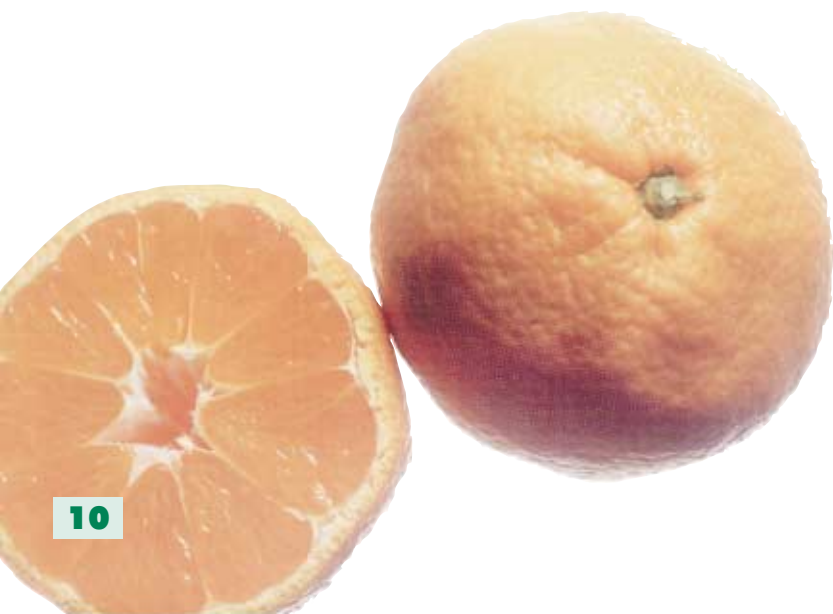
## 3.3 EL CASO DEL MANGANESO, COBRE Y ZINC

Los quelatos Mn-EDTA, Cu-EDTA y Zn-EDTA son muy estables a los rangos de pH de la solución nutritiva para cultivo hidropónico (pH: 5,5 - 7) tal como se muestra en la Tabla 2.



**Tabla 2.** Rango de estabilidad de los quelatos a base de EDTA según el pH de la solución

Por tanto, para cultivos hidropónicos son los productos más utilizados debido a su relación coste/eficacia.



### 3 SOLUCIÓN NUTRITIVA

#### 3.4 SOLUCIONES NUTRITIVAS ESTANDAR PARA DISTINTOS CULTIVOS

Este apartado contiene información básica sobre la composición de soluciones nutritivas estándar para el cultivo hidropónico de plantas hortícolas y cultivos de flor cortada. Esta información es muy general y no debe descartarse la posibilidad de realizar ajustes específicos para un mismo cultivo en distintos sustratos o en distintas condiciones ambientales.

Micro-nutriente	$\mu\text{mol/lit.}$ (ppm)									
	TOMATE Lana de roca	PIMENTO Lana de roca	LECHUGA Agua	MELONES Lana de roca	PEPINO Lana de roca	BERENJENA Lana de roca	FRESA Agua	CLAVEL Lana de roca Turba	ENDIVIA Agua	JUDÍA Lana de roca
Fe	15 (0,84)	15 (0,84)	40 (2,24)	10 (0,56)	15 (0,84)	15 (0,84)	20 (1,12)	25 (1,40)	40 (2,24)	10 (0,56)
Mn	10 (0,55)	10 (0,55)	5 (0,27)	10 (0,55)	10 (0,55)	10 (0,55)	10 (0,55)	10 (0,55)	5 (0,27)	10 (0,55)
Zn	5 (0,33)	5 (0,33)	4 (0,26)	4 (0,26)	5 (0,33)	5 (0,33)	4 (0,26)	4 (0,26)	4 (0,26)	4 (0,26)
B	30 (0,32)	30 (0,32)	30 (0,32)	20 (0,22)	25 (0,27)	30 (0,32)	20 (0,22)	30 (0,32)	30 (0,32)	20 (0,22)
Cu	0,75 (0,05)	0,75 (0,05)	0,75 (0,05)	0,5 (0,05)	0,75 (0,05)	0,75 (0,05)	0,75 (0,05)	0,75 (0,05)	0,75 (0,05)	0,5 (0,05)
Mo	0,5 (0,05)	0,5 (0,05)	0,5 (0,05)	0,5 (0,05)	0,5 (0,05)	0,5 (0,05)	0,5 (0,05)	0,5 (0,05)	0,5 (0,05)	0,5 (0,05)

C. SONNEVELD y N. STRAVER, nº 8, Serie: VOEDINGSOPLOSSINGEN GLASTUINBOUW, 1994

Tabla 1. Soluciones nutritivas para cultivos hidropónicos de plantas hortícolas y flores



# 4 WELGRO® HIDROPONIC

## 4.1 ABONO C.E.E.

LÍQUIDO SOLUBLE, ESPECIAL PARA CULTIVOS HIDROPÓNICOS Y FERTIRRIGACIÓN.

MEZCLA DE OLIGOELEMENTOS: Boro  
Cobre  
Hierro  
Manganeso  
Molibdeno  
Zinc

## 4.2 RIQUEZAS GARANTIZADAS

**Hierro (Fe):** 2,40% p/p (3,00 % p/v) quelatado por DTPA.  
**Manganeso (Mn):** 1,50% p/p (1,87 % p/v) quelatado por EDTA.  
**Cobre (Cu):** 0,14% p/p (0,17 % p/v) quelatado por EDTA.  
**Zinc (Zn):** 1,00% p/p (1,25 % p/v) quelatado por EDTA  
**Boro (Bo):** 0,52% p/p (0,65 % p/v) en forma de borato  
**Molibdeno (Mo):** 0,12% p/p (0,14 % p/v) en forma de molibdato.

**WELGRO® HIDROPONIC** es una solución homogénea y equilibrada de quelato de Hierro (Fe-DTPA) con quelatos de Manganeso (Mn-EDTA), Cobre (Cu-EDTA) y Zinc (Zn-EDTA) que contiene, además, Boro y Molibdeno.

## 4.3 PROPIEDADES DE WELGRO® HIDROPONIC

### Eficacia

Los iones metálicos quelatados por DTPA o EDTA no reaccionan con otros componentes de las soluciones nutritivas para cultivos hidropónicos o para fertirrigación, con lo que los oligoelementos metálicos se mantienen en solución totalmente asimilables para las plantas.

El Hierro quelatado con DTPA se mantiene estable hasta un pH de la solución nutritiva del 7,5, por lo que permanece soluble en las peores condiciones que se dan en una instalación de cultivo hidropónico (en el entorno de las raíces).

### Seguridad

El DTPA y el EDTA utilizados como agentes quelatantes no presentan problemas de fitotoxicidad.

### Aplicaciones

**WELGRO® HIDROPONIC** puede aplicarse a cualquier cultivo: tomate, pimiento, berenjena, melón, pepino, calabacín, ornamentales, fresas, etc. También en fertirrigación a frutales, cítricos, viña, parral, platanera, remolacha, etc.

### Compatibilidad

**WELGRO® HIDROPONIC** es compatible con fertilizantes N P-K y pesticidas. **No mezclar directamente con ácido fosfórico, nítrico o sulfúrico concentrados.**



# 4 WELGRO® HIDROPONIC

## 4.4 DOSIS RECOMENDADAS

<b>CULTIVO</b>	<b>CULTIVO HIDROPÓNICO (Lt/m<sup>3</sup> de solución madre concentrada 100 veces)</b>	<b>FERTIRRIGACIÓN (Lt/Ha)</b>
Tomate	2,5 - 3,5	1,5 - 3,0 lt (semana)
Berenjena	2,5 - 3,5	1,5 - 3,0 lt (semana)
Pepino	2,5 - 3,5	1,5 - 3,0 lt (semana)
Melón	2,25 - 3,25	1,5 - 2,5 lt (semana)
Pimiento	2,5 - 3,5	1,5 - 3,0 lt (semana)
Frutales	---	1 - 2 lt (semana)
Cítricos	---	1 - 3 lt (semana)
Platanera	---	4 - 5 lt (semana) <small>a la salida del invierno y del verano</small>
Fresa	3,75 - 4,5	2 - 5 lt (semana)
Ornamentales	5 - 6	2 - 5 lt (semana)

NOTA: Las dosis apuntadas varían según el estado de desarrollo del cultivo y la gravedad de la carencia diagnosticada. Se recomienda realizar un análisis foliar para ajustar las dosis.

## 4.5 VENTAJAS DE WELGRO® HIDROPONIC

- Micronutrientes totalmente quelatados.
- Fe quelatado con DTPA estable hasta pH 7,5.
- Exento de Cloro (Cl) y sulfatos (SO<sub>4</sub>)
- Totalmente soluble en agua.
- No precipita dentro de los rangos activos de pH.
- Compatible con Fertilizantes N-P-K y pesticidas.
- Resistente a los microorganismos.

**ALTA PUREZA y ALTA EFICACIA**

# 5 SOLUCIONES MADRES

## 5,1 NORMAS PARA SU CORRECTA PREPARACIÓN

El caso más común es aquél en el que se disponen de equipos de inyección y las soluciones nutritivas hay que concentrarlas entre 100 y 200 veces.

Se debe cumplir las siguientes normas para la correcta preparación de las soluciones madres concentradas:

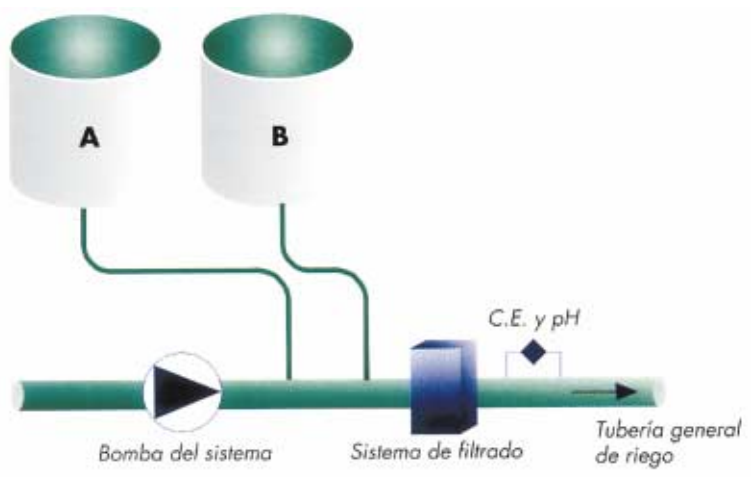
1.- No mezclar en el mismo tanque el nitrato de cal con sulfatos ni fosfatos.

2.- El tanque que contenga **WELGRO® HIDROPONIC** debe acidularse al intervalo de pH 5 - 6,5.

3.- El **WELGRO® HIDROPONIC** puede incorporarse en el tanque que contenga el nitrato de cal, pero se añadirá antes que el nitrato de cal y/o el nitrato potásico.

4.- Es deseable que los fertilizantes se repartan lo más proporcionalmente posible entre los distintos tanques, de forma que todos tengan un peso parecido. Esto es fácil de conseguir si se tiene en cuenta que el nitrato potásico y el nitrato amónico pueden mezclarse con cualquier otro abono.

5.- La forma correcta de operar, una vez tomadas las decisiones de los contenidos de cada uno de los tanques, es: llenarlos hasta su mitad con agua, aportar los ácidos, aportar los abonos, agitar y terminar de llenar los tanques con agua.



Esquema de inyección con dos tanques de solución madre A y B.



# 6 ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS MEZCLAS DE MICROELEMENTOS

## 6.1 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

- **Cultivo:** Tomate
- **Variedad:** 793 RADJA
- **Zona:** Alicante
- **Tipo de cultivo:** Cultivo hidropónico en invernadero de plástico.
- **Marco de plantación:** 2 plantas/m<sup>2</sup>
- **Tipo de sustrato:** Perlita
- **Fecha de plantación:** 15 de febrero 1997
- **Fecha de inicio de ensayo:** 5 de marzo de 1997
- **Fecha de fin de ensayo:** 16 de junio de 1997.

## 6.2 COMPOSICIÓN Y DOSIS DE LOS PRODUCTOS COMPARADOS

Microelemento	WELGRO HIDROPONIC	ESTANDAR
Fe	3,00% p/v quelat. DTPA	7,5% p/p quelat. EDTA
Mn	1,87% p/v quelat. EDTA	3,3% p/p quelat. EDTA
Cu	0,17% p/v quelat. EDTA	0,3% p/p quelat. EDTA
Zn	1,25% p/v quelat. EDTA	0,7% p/p quelat. EDTA
B	0,65% p/v	0,7%
Mo	0,14% p/v	0,2%
<b>Dosis:</b> Lt. o Kg./m <sup>3</sup> SMC 1:100(*)	Recomendada 3 lt. Utilizada 2lt.	3 Kg. 2 Kg.

\*SMC 1:100: Solución madre concentrada 1:100

## 6.3 RESULTADOS

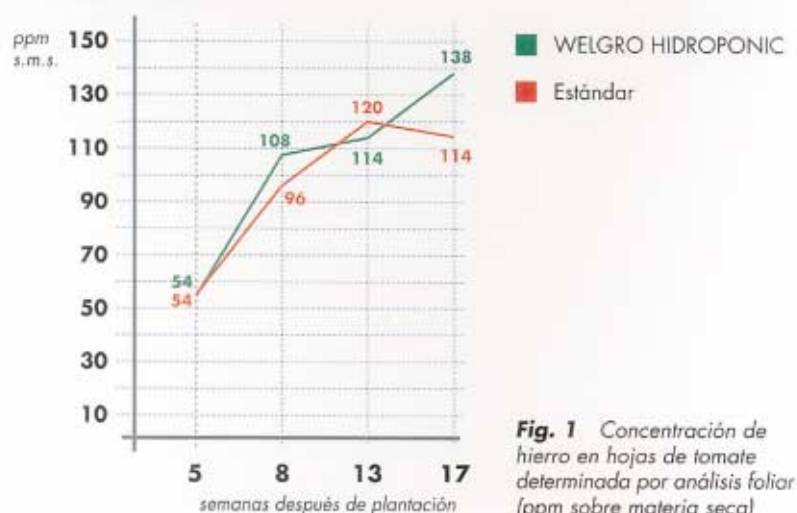


Fig. 1 Concentración de hierro en hojas de tomate determinada por análisis foliar (ppm sobre materia seca)

## 6.4 CONCLUSIÓN

**La absorción de HIERRO por una planta de un cultivo hidropónico depende fundamentalmente de la calidad del agente quelatante utilizado más que de la cantidad de hierro suministrado a la solución nutritiva, siempre y cuando se alcancen unas**



**COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.**

**Viladomat, 321 5º**

**Tel. (93) 495 25 00**

**Fax (93) 495 25 19**

**08029 Barcelona**