Nutrición de plantas

Proyecto: “Using Distance Education to Enhance Aquaponic Production in Puerto Rico’s Model Forest”

Desarrollado por: Patrick Reyes-Pesaresi, Ph.D.

NIFA Award#:2021-70004-35095

Objetivos de la lección:

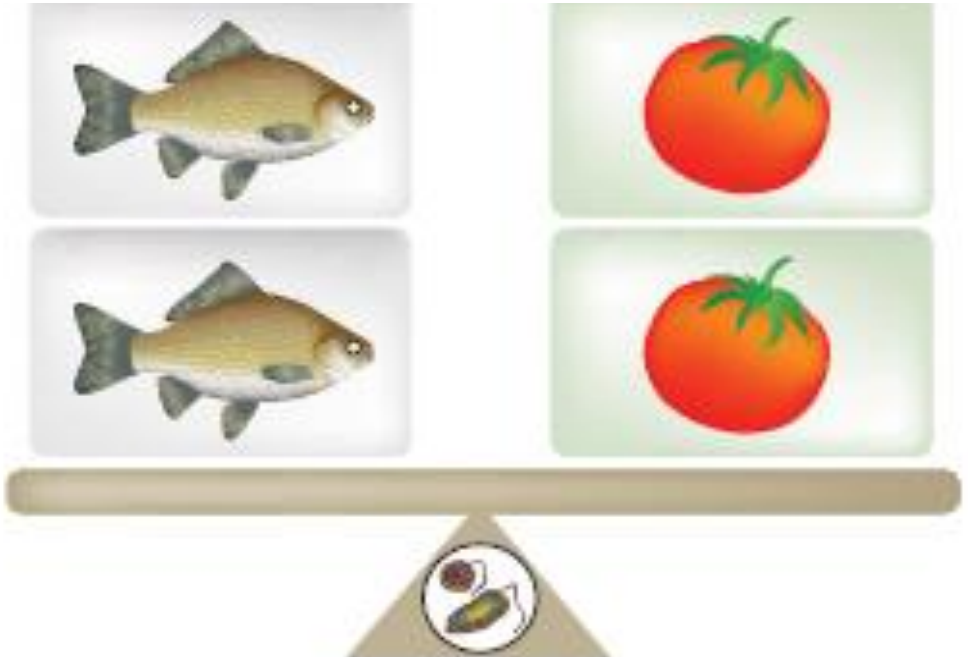
- Indicar cómo se balancea el sistema con la alimentación de los peces.
- Explicar los factores que influyen en la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- Presentar los macro y micronutrientes requeridos por las plantas.
- Explicar las deficiencias y toxicidades relacionadas a nutrientes.
- Explicar cómo rectificamos en pH y suplementamos los micronutrientes.
- Mencionar las causas de deficiencias observadas en los acuapónicos.
- Presentar los signos más comunes de deficiencias en las plantas.
- Explicar el uso de quelatos de hierro para suplir este micronutriente.

Nutrición de plantas

EDPAC

Objetivo del sistema

Queremos un sistema en donde peces, plantas y bacterias se encuentran en balance



Bacterias nitrificantes

EDPAC

¿Cómo balanceo el sistema?

- La forma más sencilla es utilizar el alimento de peces:

Plantas de hojas	Plantas de fruto
40-50 gramos de alimento/m^3	50-80 gramos de alimento/m^3

- Área de superficie para cultivo

Plantas de hojas	Plantas de fruto
20-25 por metro cuadrado	4-8 por metro cuadrado

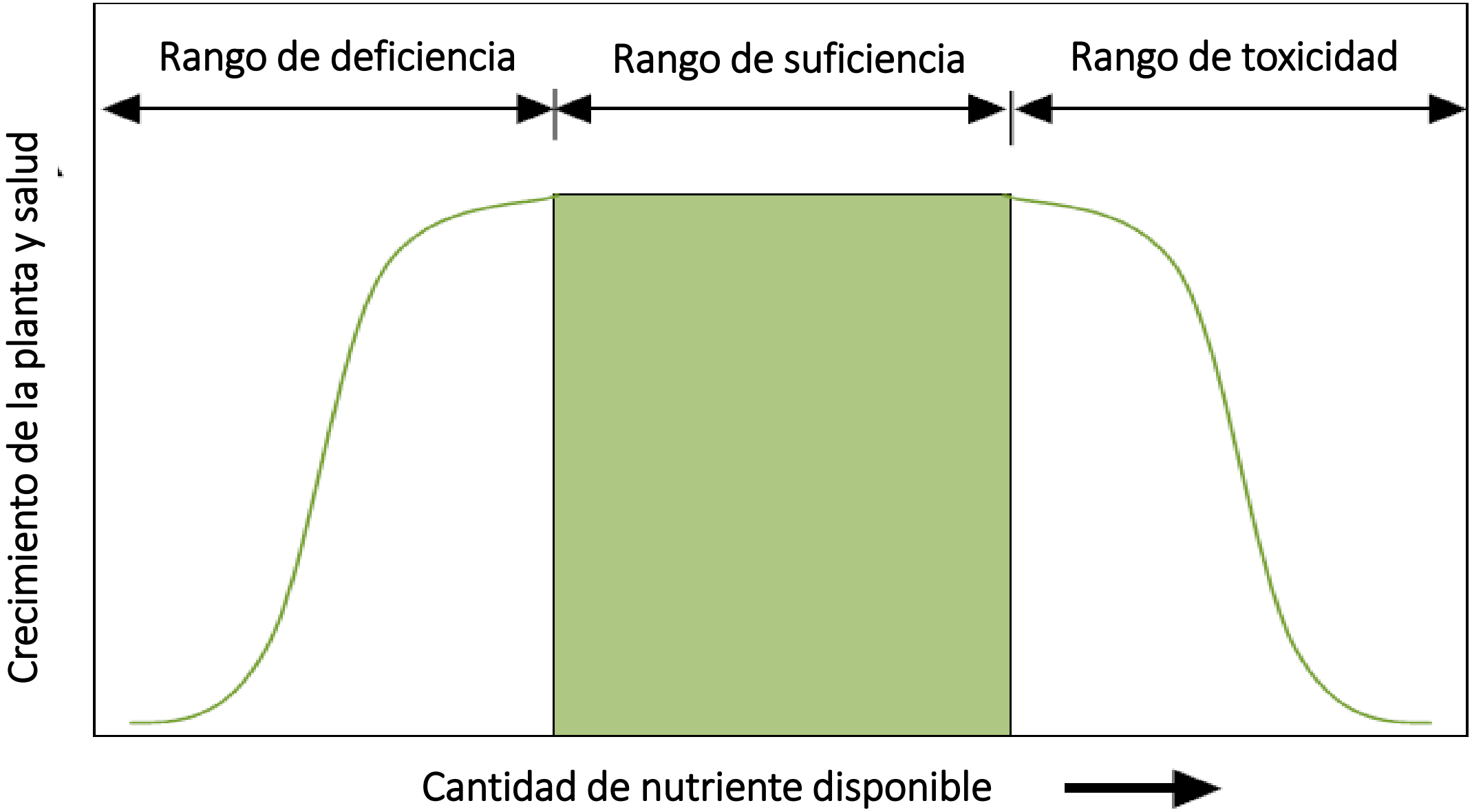
EDPAC

Disponibilidad de nutrientes para las plantas

Es afectada por:

- temperatura
- pH
- poblaciones de bacterias en el filtro biológico
- cantidad de alimento excedente o no suministrado
- cantidad de peces
- cantidad de plantas en el sistema
- medio de cultivo presente en el sistema
- razón de flujo de agua

Comportamiento de nutrientes necesarios para el crecimiento



Nutrientes requeridos por las plantas

Macronutrientes

- C carbono*
- O oxígeno**
- H hidrógeno**
- N nitrógeno
- K potasio***
- Ca calcio***
- Mg magnesio
- P fósforo
- S azufre

Lo suple el *CO_2 y el **H_2O
*** Debe ser suplementado

Micronutrientes

- Cl cloro
- Fe hierro***
- Mn manganeso
- B boro
- Zn zinc
- Cu cobre
- Mo molibdeno
- Ni níquel
- Na sodio*
- Se selenio*
- Si silicio*

* Algunas plantas

EDPAC

Macronutrientes

- carbono: componente de toda la materia orgánica
- oxígeno: lo suple el agua y aire
- hidrógeno: lo suple el agua
- nitrógeno: clorofila, amino ácidos, proteínas y TPA
- fósforo: fotosíntesis, membranas celulares y material genético
- potasio: activación de enzimas y formación de azúcares y almidón
- calcio: crecimiento y división de la pared celular
- magnesio: molécula de clorofila y activación de enzimas
- azufre: en algunos amino ácidos y metabolitos secundarios

EDPAC

Micronutrientes

- boro: afecta la reproducción
- cloro : ayuda en el crecimiento de raíces
- cobre: clorofila y activador de enzimas
- hierro: usado en fotosíntesis y respiración celular
- manganeso: clorofila y coenzima
- zinc: activador de enzimas, usado en auxinas
- molibdeno: fijación de nitrógeno
- níquel: liberación de nitrógeno
- cobalto: fijación de nitrógeno (leguminosas)
- silicio: paredes celulares fuertes aumenta tolerancia al calor y desecación
- sodio: movimiento de agua

EDPAC

Las plantas requieren 16 elementos esenciales para su crecimiento.

El alimento de peces suple en cantidades adecuadas 10 de los nutrientes para las plantas.

Suplementar calcio, potasio y hierro en acuapónicos

En algunos casos hay que suplir Ca^{+2}, K^{+} y Fe^{+2}

- Añadir Ca^{+2} y K^{+} son ambos macronutrientes para plantas. Se suplen como bases $Ca(OH)_2$ y KOH
- El ion hidroxilo (OH^{-}) neutraliza el ácido nítrico producto de la nitrificación
- Otra alternativa es usar carbonato de calcio y de potasio, $CaCO_3$ y K_2CO_3
- Añadir quelato de hierro (Fe^{+2}) al agua o por aplicación foliar.

Deficiencia de nutrientes en plantas

En sistemas nuevos o con pocos peces las concentraciones de nutrientes no son suficientes para mantener el crecimiento de las plantas saludable.

Otro problema puede ser con el biofiltro (poca área de superficie) poco nitrato o mucho amoníaco.

Se alimenta muy poco a los de peces lo que incide en poca producción de nutrientes.

EDPAC

Requisitos nutricionales para algunas plantas

- **Plantas con bajo consumo de nutrientes:** Hierbas aromáticas (albahaca, menta, perejil y cilantrillo), lechuga, acelgas, cebolletas (chives), repollo chino, berro y legumbres.

- **Plantas con requisitos intermedios:** remolacha, yautía, cebollas y zanahorias.

- **Plantas con alto consumo de nutrientes:** las que producen frutos como: tomates, berenjenas, pepinillos, calabacines, y pimientos; plantas de la familia de los repollos como el coliflor y brécol.

Regla general

Plantas que producen hojas para el consumo generalmente necesitan altas cantidades de nitratos.

Para la producción de raíz altas concentraciones de potasio.

Para la fructificación: tomates, berenjenas pimientos y pepinillos necesitan niveles bajos de nitrógeno y altas cantidades de potasio.

EDPAC

pH y disponibilidad de nutrientes

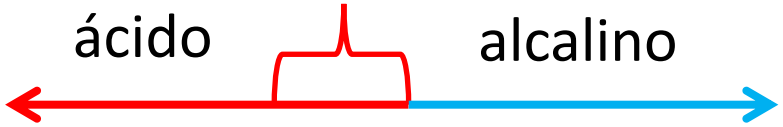
- Aunque el pH óptimo para diferentes tipos de plantas puede variar, la disponibilidad de nutrientes para la mayoría de las plantas ocurre en la solución nutritiva con un pH entre 5.5 y 6.5.

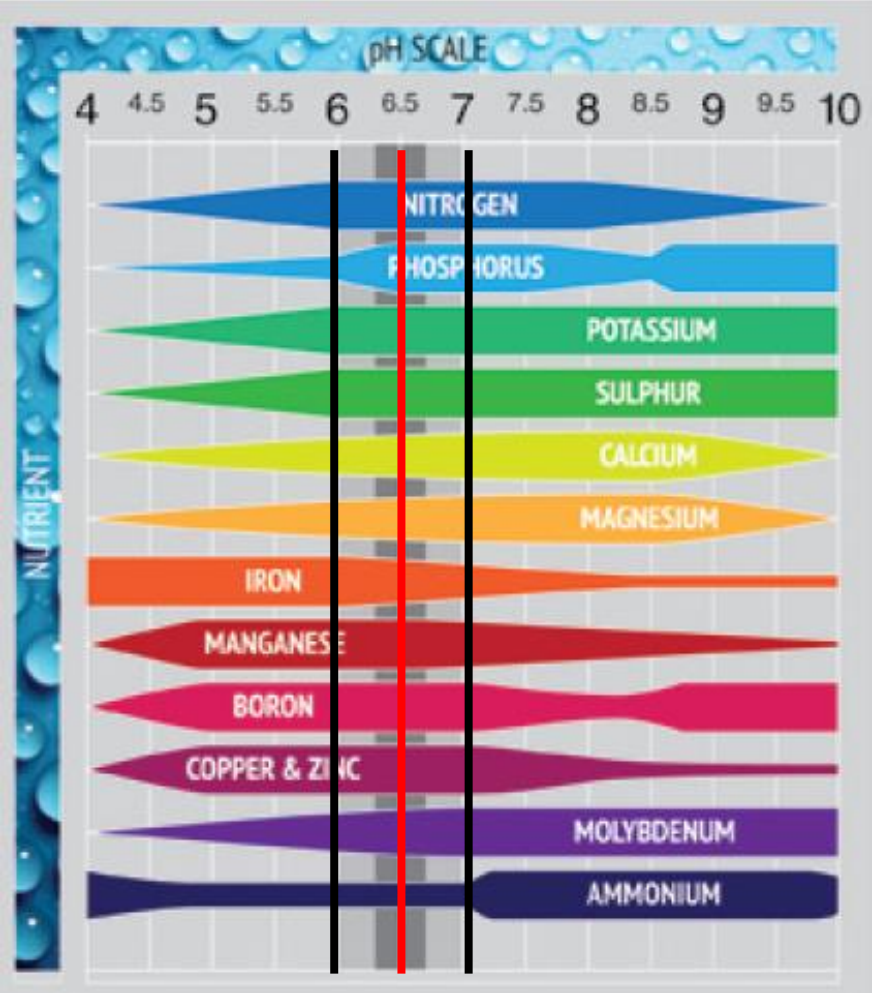
¿Por qué ocurren la deficiencia de nutrientes?

Muchos de los micronutrientes pueden formar compuestos insolubles con otros iones disueltos en el agua por cambios en el pH. Esto hace que el micronutriente no se encuentre disponible en el agua para poder ser incorporado por la planta.

EDPAC

Disponibilidad de nutrientes según el pH





EDPAC

pH y disponibilidad de nutrientes

A pH < 6 comienzan las deficiencias severas de:

fósforo

hierro

mayoría de los micronutrientes

A pH > de 7 comienzan las deficiencias severas de:

hierro (7.5)

magnesio (7.5)

cobre

zinc

boro

fósforo (7.5)

EDPAC

¿Cómo podemos identificar las deficiencias?

Podemos observar los signos relacionados a problemas con deficiencias por cambios en el patrón de coloración en las hojas y su localización en la planta, forma de crecimiento y bordes de hojas quemados creando zonas necróticas.

EDPAC

Elementos móviles e inmóviles en las plantas

Móviles: Pueden ser translocados (movidos), de las hojas viejas a las hojas nuevas. Las deficiencias se manifiestan en las hojas de la parte inferior de la planta (las hojas más viejas).

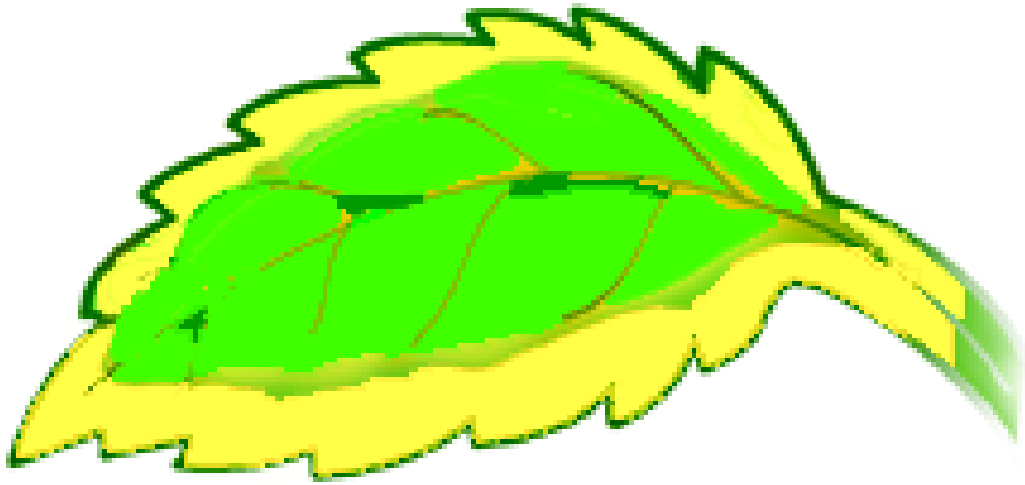
Ej. magnesio, potasio, zinc y nitrógeno

Inmóviles: Son aquellos que no se mueven y las deficiencias se manifiestan en la parte superior de la planta donde tenemos el crecimiento de las hojas más jóvenes o nuevas.

Ej. calcio, hierro, azufre, boro, cobre y manganeso

EDPAC

Signos de deficiencia

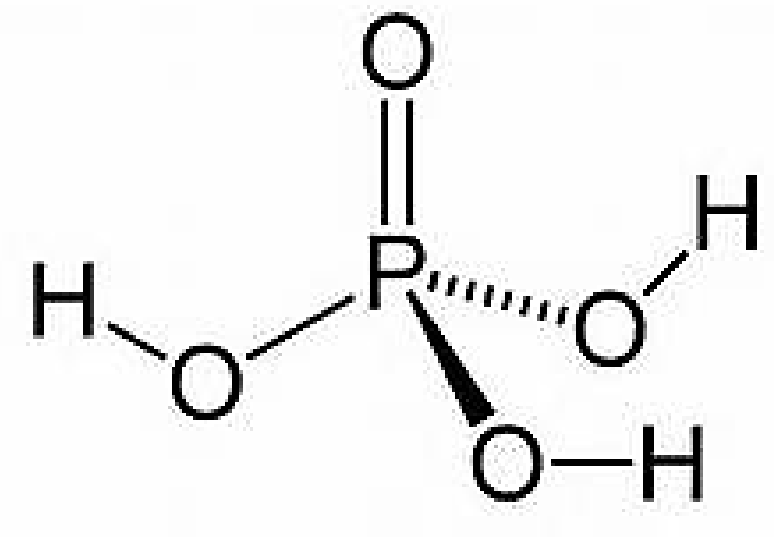


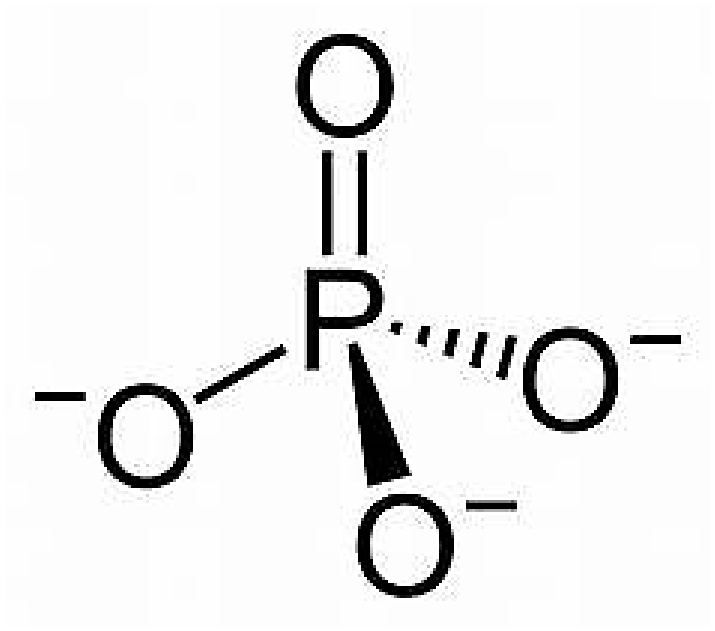
Signo: Clorosis en los márgenes de la hoja
deficiencia de magnesio

Signo: Clorosis intravenosa:
deficiencia de hierro, zinc o magnesio

Fósforo

Ortofosfatos (PO_4^-) son la única fuente soluble que puede ser asimilada por las plantas.





Deficiencia de fósforo

Necesario para las moléculas de:

ADN, ARN (tres tipos distintos), ATP, (producción de energía), bicapa de fosfolípidos en la membrana de todas las células.

Signo: Coloración violeta en las hojas

Deficiencia de magnesio

- El ion de magnesio es el átomo central de la molécula de clorofila.
- Cofactor en algunas enzimas
- Sal de higuera provee magnesio y azufre ($MgSO_4$)

Deficiencia de potasio

- Mantener el balance osmótico en las células y síntesis de azucares y almidón

- KOH o K_2CO_3 para aumentar el pH y provee potasio

Deficiencia de calcio

- Importante como cofactor de enzimas y crecimiento celular y para la formación y mantenimiento de las paredes celulares.
- CaO o $Ca(OH)_2$ o $CaCO_3$ para aumentar el pH y proveer Ca^{+2}

Signos de deficiencias de hierro

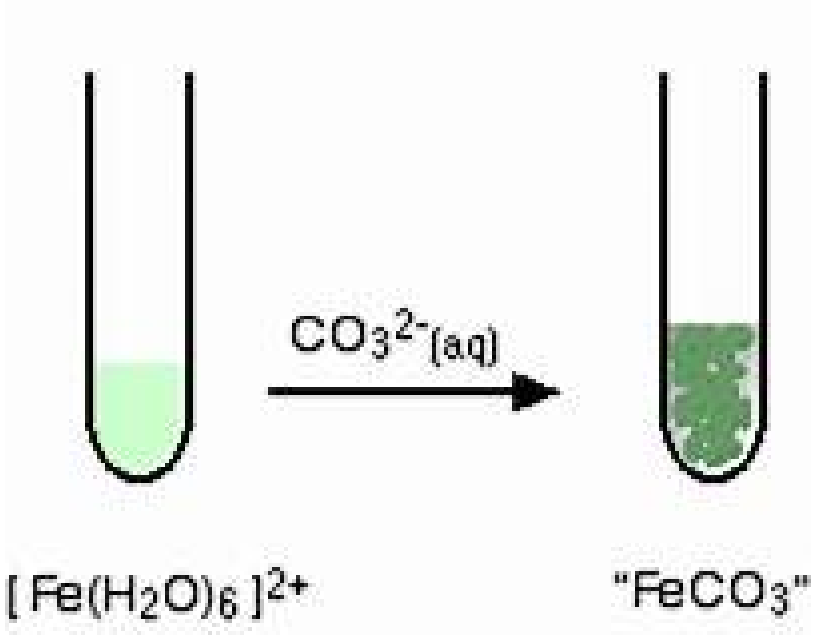
El hierro es un elemento no móvil, los signos de deficiencia aparecen en el crecimiento nuevo. La deficiencia de hierro en plantas individuales se caracteriza por hojas amarillas con venas verdes oscuras (también conocida como **clorosis intravenosa**).

EDPAC

Problema con la disponibilidad de hierro

- El problema con el hierro contrario a otros iones de metales en soluciones es que puede formar sales insolubles fácilmente y se pierde del agua.

- Cuando el hierro se añade a la solución en forma “desprotegida” ej. Como sulfato de hierro II ($FeSO_4$), el hierro reacciona fácilmente con otros iones para formar compuestos insolubles y no se encuentra disponibles para las plantas.



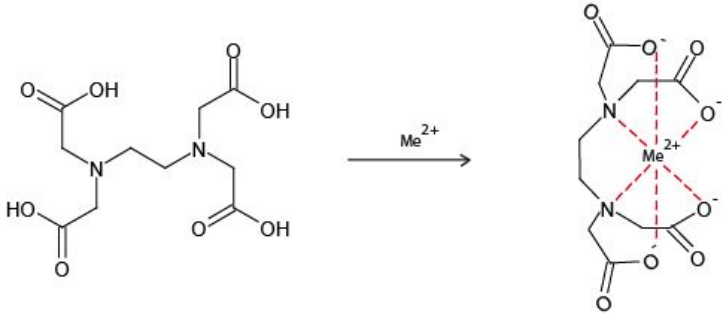
¿Cómo podemos resolver el problema con el hierro?

- Para esto podemos utilizar una serie de sustancias químicas llamadas agentes quelantes que atrapan el ion de hierro (Fe^{+2}) y lo “protegen”.

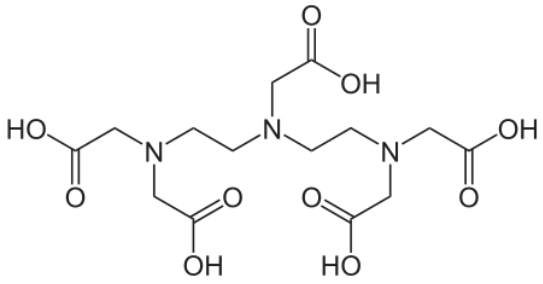
- De esta forma se mantiene disponible en el agua y puede ser asimilado por la planta.

Estructura química de varios agentes quelantes

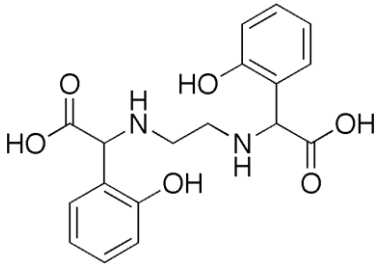
- EDTA



- DTPA



- EDDHA



Quelato de hierro disponibles

FeEDTA: tóxico para plantas estable hasta 6.3 pH

FeDTPA: no tóxico, barato y bueno, estable hasta 7.5 pH ($10.00/libra)

FeEDDHA: no tóxico muy bueno para sistemas nuevos 5.8-9.0 pH

Aplicación de hierro:

2 mg/l cada 3 semanas (Rakocy, 2004)

7.58 mg/galón/ 3 semanas para un quelato de 7% sería 108 mg/galón

EDPAC

Agentes quelantes

- **Agentes quelantes más usados:**

- EDTA: capacidad quelante para la mayoría de los metales con mucha afinidad por el hierro. Esta característica puede ser negativa una vez está dentro de la planta, puede resolver la deficiencia de hierro pero puede causar otra deficiencia (ej. manganeso). Además, contiene sodio para ser más soluble en agua.

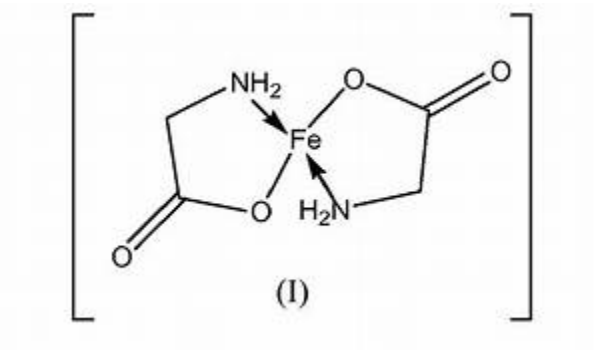
- DTPA: es el mejor compromiso en estabilidad y durabilidad

- EDDHA: se une al hierro fuertemente y se descompone con facilidad dentro de la solución hidropónica.

Producto orgánico: Quelatos de amino ácidos

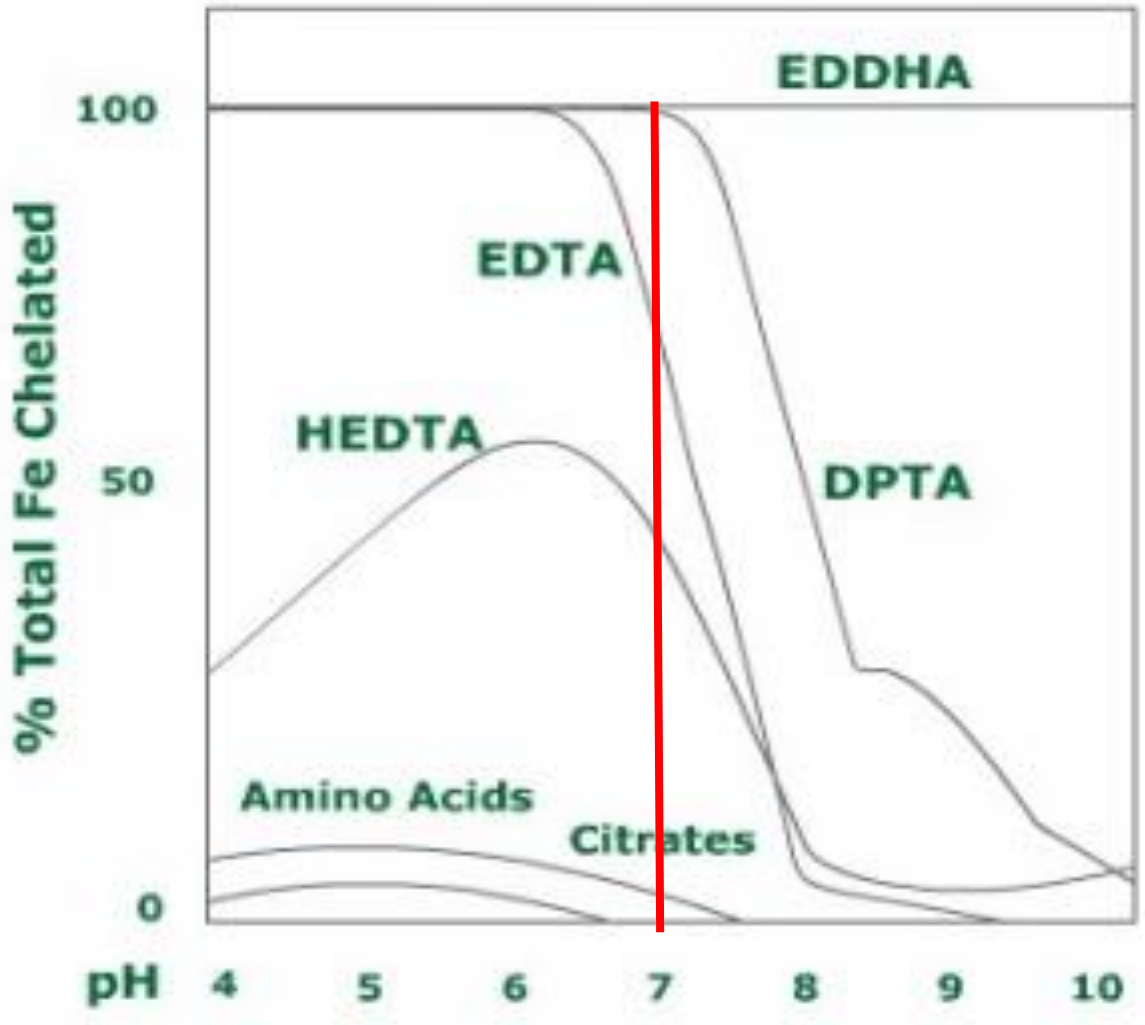
- Quelatos de hierro formados por amino ácido cualifican como un producto orgánico.

- Pero el sulfato de hierro debe ser de una mina de sulfato de hierro; no puede ser hecho con ácido sulfúrico, este no es aceptado en la certificación orgánica (Lester, 2014).



EDPAC

Estabilidad de diferentes quelatos de hierro a diferentes pH



(image credit: SmartFertilizer.com)

Sodio en plantas

- En alta concentración causa un desequilibrio iónico y estrés hiperosmótico a la planta, lo que conduce a: desorganización de la membrana celular, toxicidad de iones y daño oxidativo.

- **Importante nunca debemos utilizar sales de sodio:**
  - bicarbonato de sodio
  - hidróxido de sodio
  - cloruro de sodio

EDPAC

Solución orgánica a deficiencias

- Añadir té de composta mediante aplicación foliar o directamente a las raíces de las plantas.

EDPAC

Té de algas

- Es posible hacerlo en casa
- Comprar el producto

EDPAC

Referencias

- Lester, D. 2014 Using iron in soil Hydroponics and aquaponcics. Greenhouse producto news PP. 2 https://gpnmag.com/article/using-iron-soil-hydroponics-aquaponics/

- Rakocy, J.E., D.S. Bailey, R.C. Shultz, and E.S. Thomana 2004. Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system New dimensions on farmed Tilapia: Proceedings of the sixth international symposium on Tilapia in aquaculture, held September , pp. 12-16

- Resh, H.M. (2004) Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower. CRC Press, New Jersey.

- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & Lovatelli, A. 2014. *Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming.* FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589. Rome, FAO. 262 pp.

39