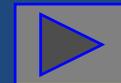


LA QUIMICA Y SU APLICACIÓN EN LA HIDROPONÍA y FERTIRRIGACIÓN

Washington Padilla G. Ph.D

TABLA PERIODICA DE LOS ELEMENTOS QUIMICOS



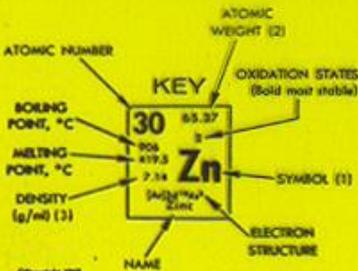
PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

Table of Radioactive Isotopes

Naturally occurring radioactive isotopes are indicated by a blue mass number. Half lives are in parentheses where s, m, h, d and y stand for seconds, minutes, hours, days and years respectively. The symbols describing the mode of decay and resulting radiation are defined as follows:

- α alpha particle
- β⁻ beta particle
- β⁺ positron
- K K-electron capture
- L L-electron capture
- SF spontaneous fission
- γ gamma ray
- * internal electron conversion

GROUP IA										GROUP IIA										GROUP IIIA										GROUP IVA										GROUP VA										GROUP VIA										GROUP VIIA										GROUP VIIIA																																							
1 1.00797 H Hydrogen		3 6.939 Li Lithium		4 9.0122 Be Beryllium		11 22.9898 Na Sodium		12 24.312 Mg Magnesium		19 39.102 K Potassium		20 40.08 Ca Calcium		21 44.956 Sc Scandium		22 47.90 Ti Titanium		23 50.942 V Vanadium		24 51.996 Cr Chromium		25 54.938 Mn Manganese		26 55.847 Fe Iron		27 58.933 Co Cobalt		28 58.71 Ni Nickel		29 63.54 Cu Copper		30 65.37 Zn Zinc		31 69.72 Ga Gallium		32 72.59 Ge Germanium		33 74.922 As Arsenic		34 78.96 Se Selenium		35 79.909 Br Bromine		36 83.80 Kr Krypton		87 87 Fr Francium		88 (226) Ra Radium		89 (227) Ac Actinium		104		58 140.12 Ce Cerium		59 140.907 Pr Praseodymium		60 144.24 Nd Neodymium		61 (147) Pm Promethium		62 150.35 Sm Samarium		63 151.96 Eu Europium		64 157.25 Gd Gadolinium		65 158.924 Tb Terbium		66 162.50 Dy Dysprosium		67 164.930 Ho Holmium		68 167.26 Er Erbium		69 168.934 Tm Thulium		70 173.04 Yb Ytterbium		71 174.99 Lu Lutetium		90 232.038 Th Thorium		91 (231) Pa Protactinium		92 238.03 U Uranium		93 (237) Np Neptunium		94 (242) Pu Plutonium		95 (243) Am Americium		96 (247) Cm Curium		97 (249) Bk Berkelium		98 (249) Cf Californium		99 (254) Es Einsteinium		100 (253) Fm Fermium		101 (256) Md Mendelevium		102 (254) No Nobelium		103 (257) Lw Lawrencium	



- NOTES:
- (1) Black — solid.
Red — gas.
Blue — liquid.
Outline — synthetically prepared.
 - Based upon carbon — 12. () indicates most stable or best known isotope.
 - Values for gaseous elements are for liquids at the boiling point.



SARGENT-WELCH
 SARGENT-WELCH SCIENTIFIC COMPANY
 7300 LINDER AVENUE, SKOKIE, ILLINOIS 60076
 CHICAGO • CINCINNATI • CLEVELAND • DETROIT • DALLAS • DENVER
 BIRMINGHAM • SPRINGFIELD, R. I. • ANAHEIM, CALIF. • TORONTO, CANADA

QUE ES LA VALENCIA

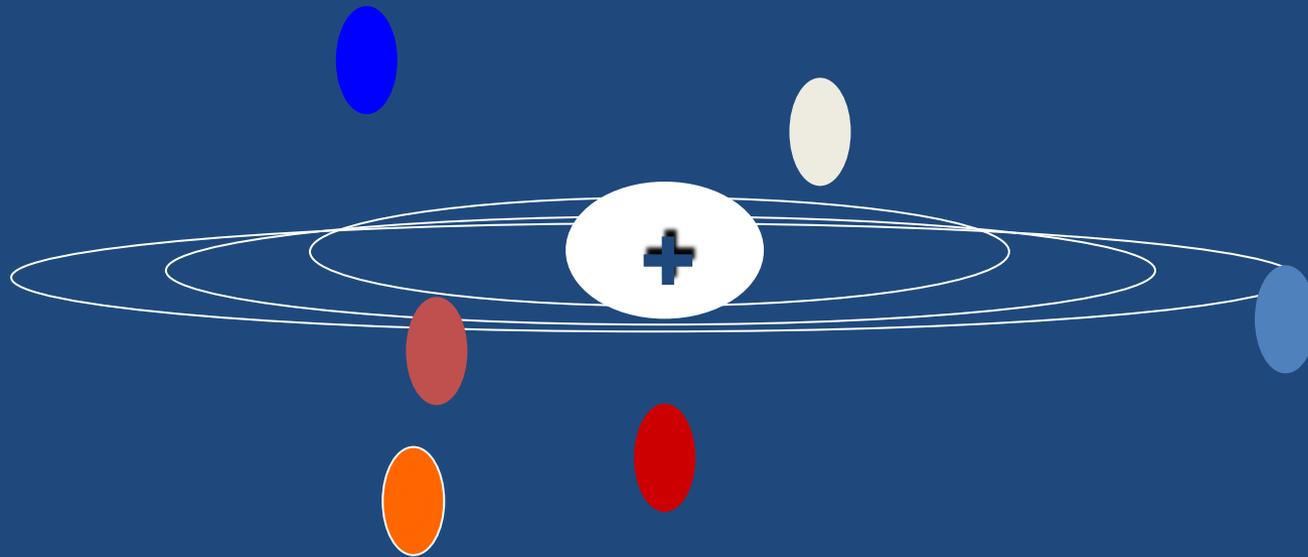
Número de iones H que
remplazará o se combinará
en una reacción química o

El número de electrones que se
ubican en la última órbita de
los átomos del elemento.

Ejemplos:

Estructura Atómica

- Átomos tienen un núcleo rodeado por electrones
- La composición del núcleo y el número y posición de los electrones es único para cada elemento



Dos iones H se combinarán con un O₂ para formar H₂O por lo tanto la valencia del O₂ es -2

Elementos químicos del suelo y sus valencias

Macronutrientes

Ca + 2, Mg + 2

K + 1, P - 3

N - 3 + 3 + 5

S - 2 + 4 + 6

Micronutrientes

Cu + 1 + 2, Zn + 2

Fe + 2 + 3, B - 3

Mn + 2 + 4 + 7

Mo + 6, Cl - 1

Otros elementos:

Carbono C + 4 - 4

Hidrógeno H + 1

Oxígeno O -2 - 1

Sodio Na + 1

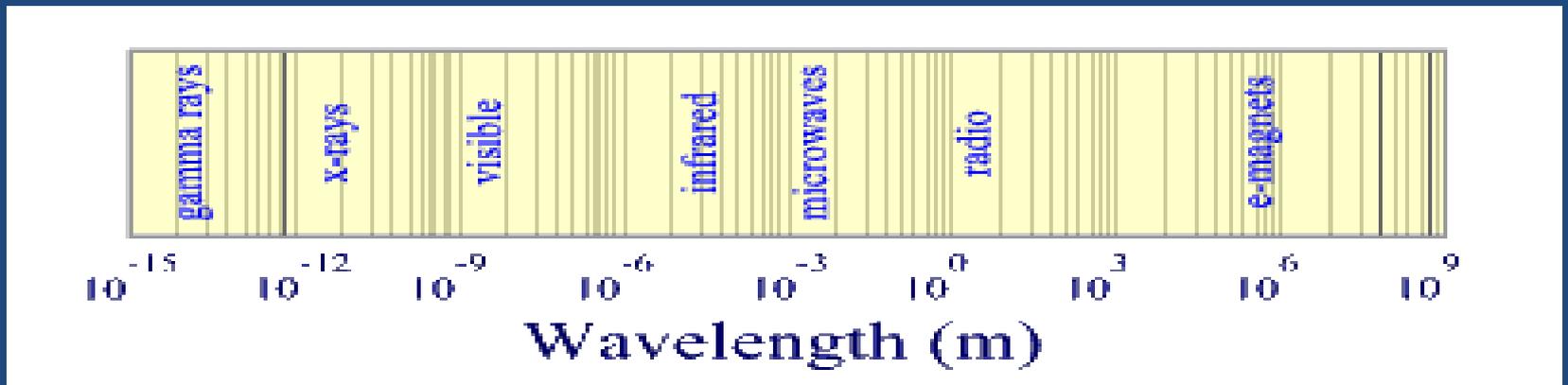
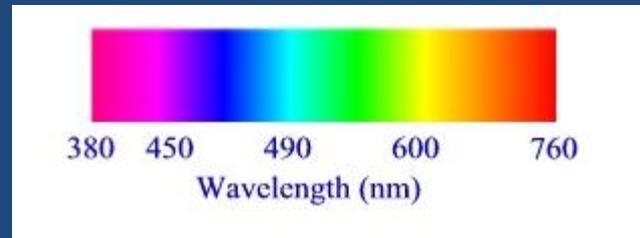
Aluminio Al + 3

Cobalto Co + 3

RADICALES IONICOS

SO₄ - 2	Radical Sulfato
HPO₄ -2	Radical Fosfato (Suelos alcalinos)
H₂PO₄	Radical Fosfato (Suelos ácidos)
CO₃ - 2	Radical Carbonato
HCO₃	Radical Bicarbonato
BO₃ - 2	Radical Borato

LONGITUDES DE ONDA



EQUIVALENTE QUIMICO

Es la cantidad de un elemento que reemplazará o se combinará con 1,008 gramos de hidrógeno.

Un milequivalente (meq) es una milésima parte de un equivalente. SI.
(moles_c/dm³)

Equivalente = Peso atómico / Valencia

Eq K 39 / 1 = 39 g meq = 39/1000 = 0,039 g

Eq Ca 40 / 2 = 20 g meq = 20/1000 = 0,020 g

Eq Mg 24 / 2 = 12 meq = 12/1000 = 0,012 g

Eq Na 23 / 1 = 23 meq = 23/1000 = 0,023 g

SOLUCION = Soluto + Solvente

Clasificación de las soluciones:

Soluciones empíricas:

Diluidas

Saturadas

Sobre saturadas

Clasificación de las soluciones:

Soluciones valoradas:

Unidades físicas: % y ppm

Formas de Expresar la Concentración de las Soluciones

Porcentaje % (g/kg, g/l y ml/l)

Partes por millón (kg/m³, mg/dm³,
ug/ml)

Densidad – Peso Específico

Relación entre la masa total de una sustancia y su volumen, se expresa en: $\text{g/ml} = \text{g} / \text{c.c.} = \text{g} / \text{cm}^3$

Gravedad Específica

Relación entre la masa de un cuerpo y la masa de un volumen igual de agua se expresa en: $\text{g/g} = 1$

Porcentaje (%)

Cantidad de sustancia por 100 unidades de solución

❖ peso por volumen P/V

- Peso en g de soluto en 100 ml de solución
- Peso en kg de soluto en 100 litros de solución

❖ volumen por volumen V/V

- Volumen en ml de soluto en 100 ml de solución



EJERCICIO

2. Cuál es el % de K en el nitrato de potasio (KNO₃)?

<u>Datos</u>	Fórmula del nitrato Pesos atómicos ▶ Peso molecular de la fórmula	KNO₃ K = 39.1 ; N = 14 ; O = 16 g 39.1 + 14 + 16(3) = 101.1 g
<u>Fórmula</u>	P/P = $\frac{\text{Peso (g) Solute}}{100 \text{ g Solución}}$ ▶	K/KNO₃ = $\frac{\text{Peso (g) K}}{100 \text{ g KNO}_3}$
<u>Resolución</u> <u>n</u>	Peso (g) K 39.1 X	Peso (g) KNO₃ 101.1 100 X = $\frac{39.1 \times 100}{101.1} = 38.67 \text{ g}$

X = 38.67 g de K en 100 g de KNO₃ o %K/KNO₃ = 38.67%

Transformación de unidades

Partes por millón

(mg/kg) ó (ug/g) ó (1 ug = 10⁻⁶ g)

(mg/l) ó (ug/ml) ó (1 g = m3)

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{\text{g (E)}}{100 \text{ g (M)}}$$

$$\text{ppm} = \frac{\% (E)}{100} \times \frac{1000000 \text{ g}}{100 \text{ g (M)}} = \frac{\% (E) \times 10^6}{10^2} = \% (E) \times 10^4$$

$$\text{ppm} = \% (E) \times 10^4$$

TRANSFORMAR meq/100 g ó ml a ppm

$$\frac{1 \text{ meq K}}{100 \text{ g}} \times \frac{0,039 \text{ mg K}}{1 \text{ meq K}} \times \frac{1000000 \text{ g}}{\text{g K}} = \frac{39000}{100} = 390$$

TRANSFORMAR ppm a Kg/Ha

$$\text{ppm} = \frac{1}{1'000000} \text{ Kg/Ha} = \frac{2'000000}{1}$$

$$\text{Ppm} \times 2 = \text{Kg/Ha}$$

TRANSFORMAR ppm de K a meq/100 g o ml

$$150 \text{ ppm} \times \frac{100 \text{ g}}{1 \text{ meq}} \times \frac{1 \text{ meq}}{0,039 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000000} = \frac{15000}{39000} = 0,38 \text{ meq}$$

$$0,38 \text{ meq} \times 390 = 150 \text{ ppm}$$

TRANSFORMAR ppm a Kg/Ha

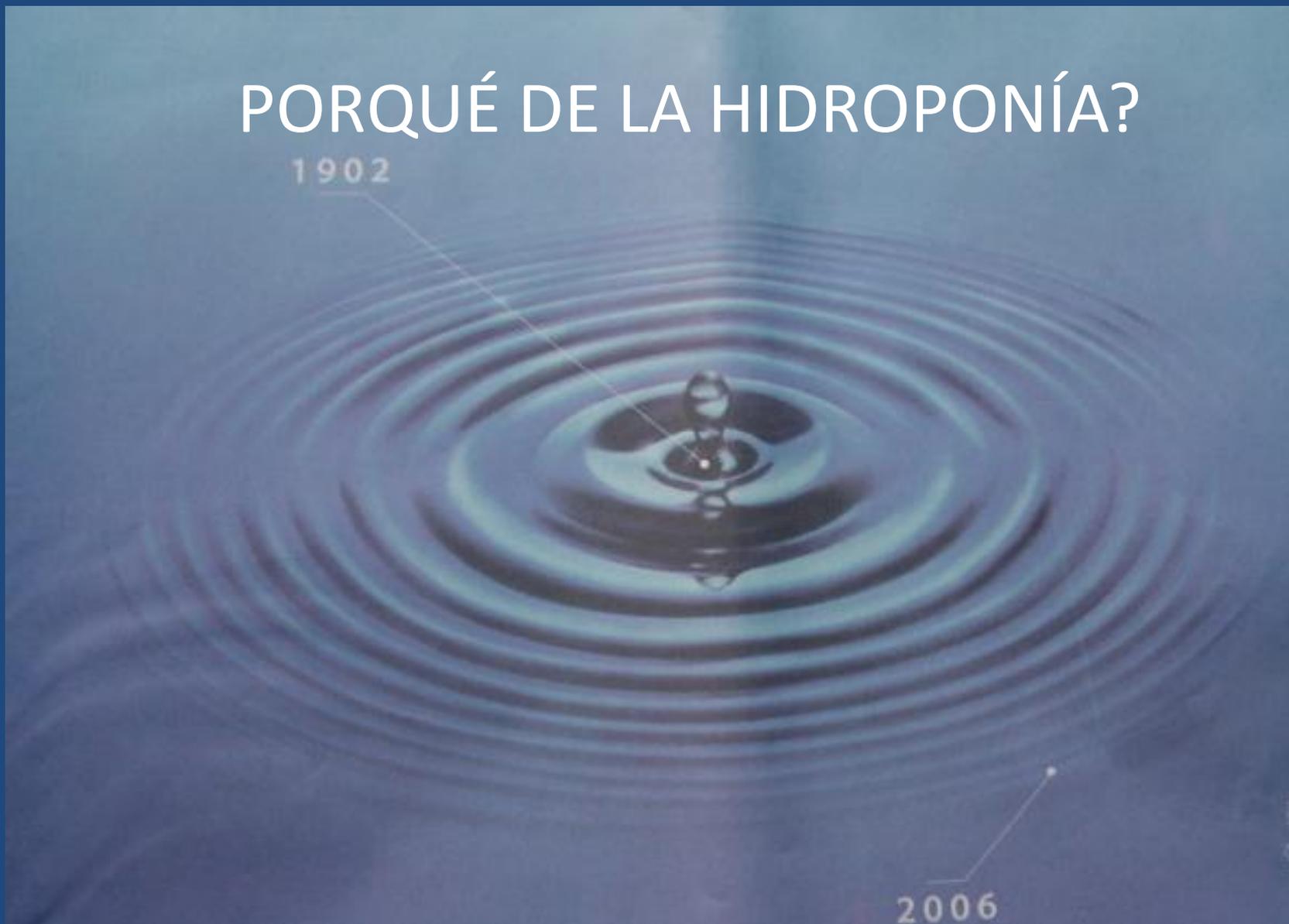
$$\text{ppm} = \frac{1}{1'000000} \text{ Kg/Ha} = \frac{2'000000}{1}$$

$$150 \text{ ppm K} \times 2 = 300 \text{ Kg K/Ha}$$

PORQUÉ DE LA HIDROPONÍA?

1902

2006















**EXTRACCION
DE
NUTRIENTES**



Raiz

Tallos

Hojas

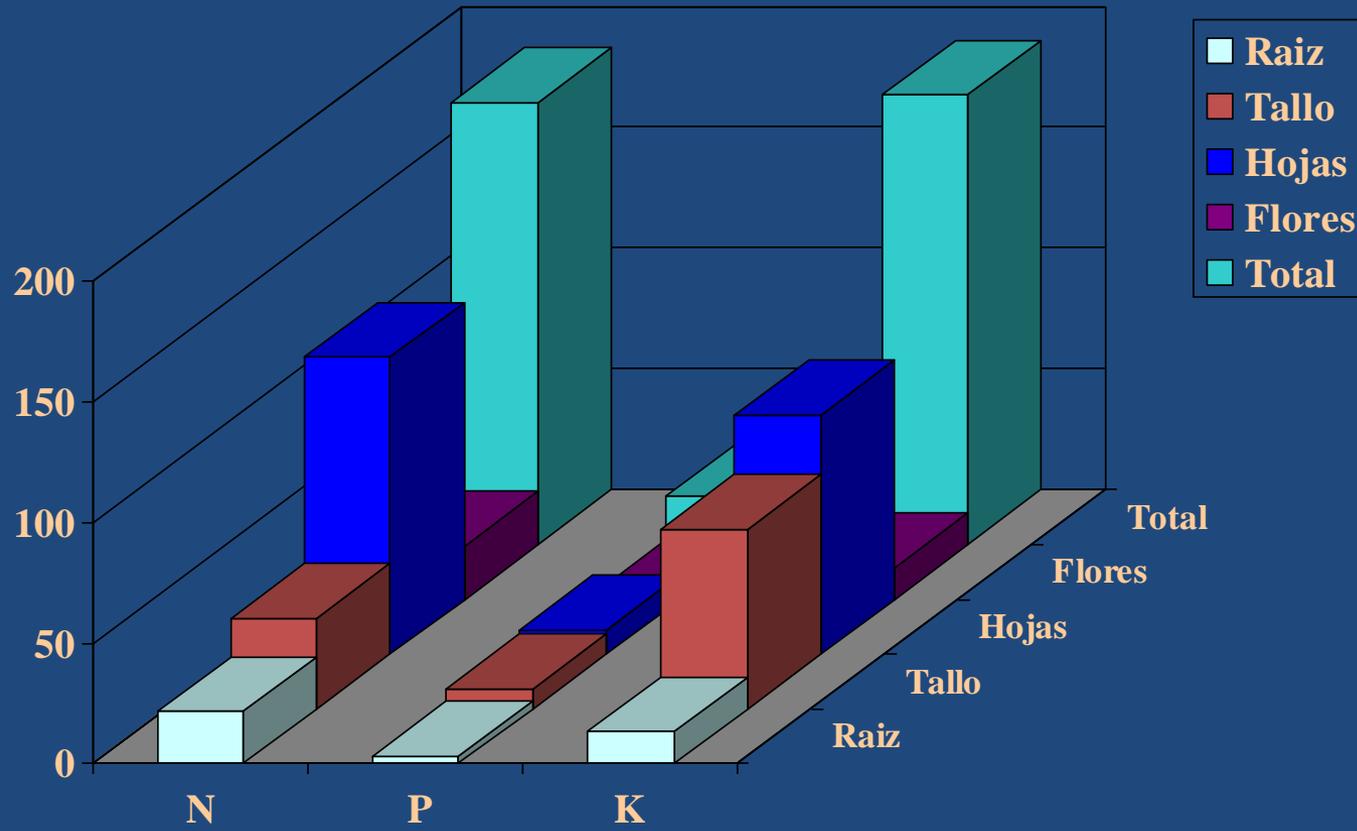
Flor





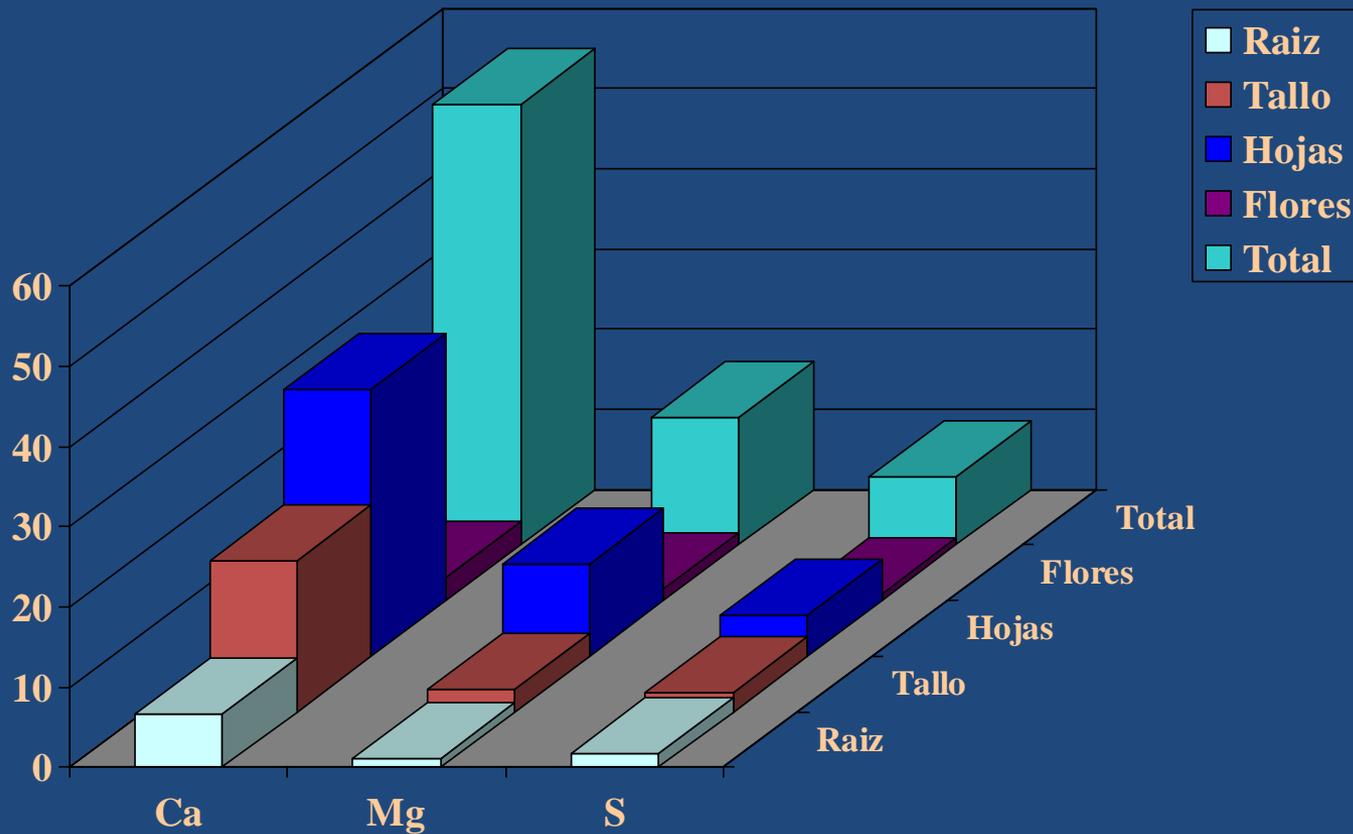
Extracción de Nutrientes

Kg/ha

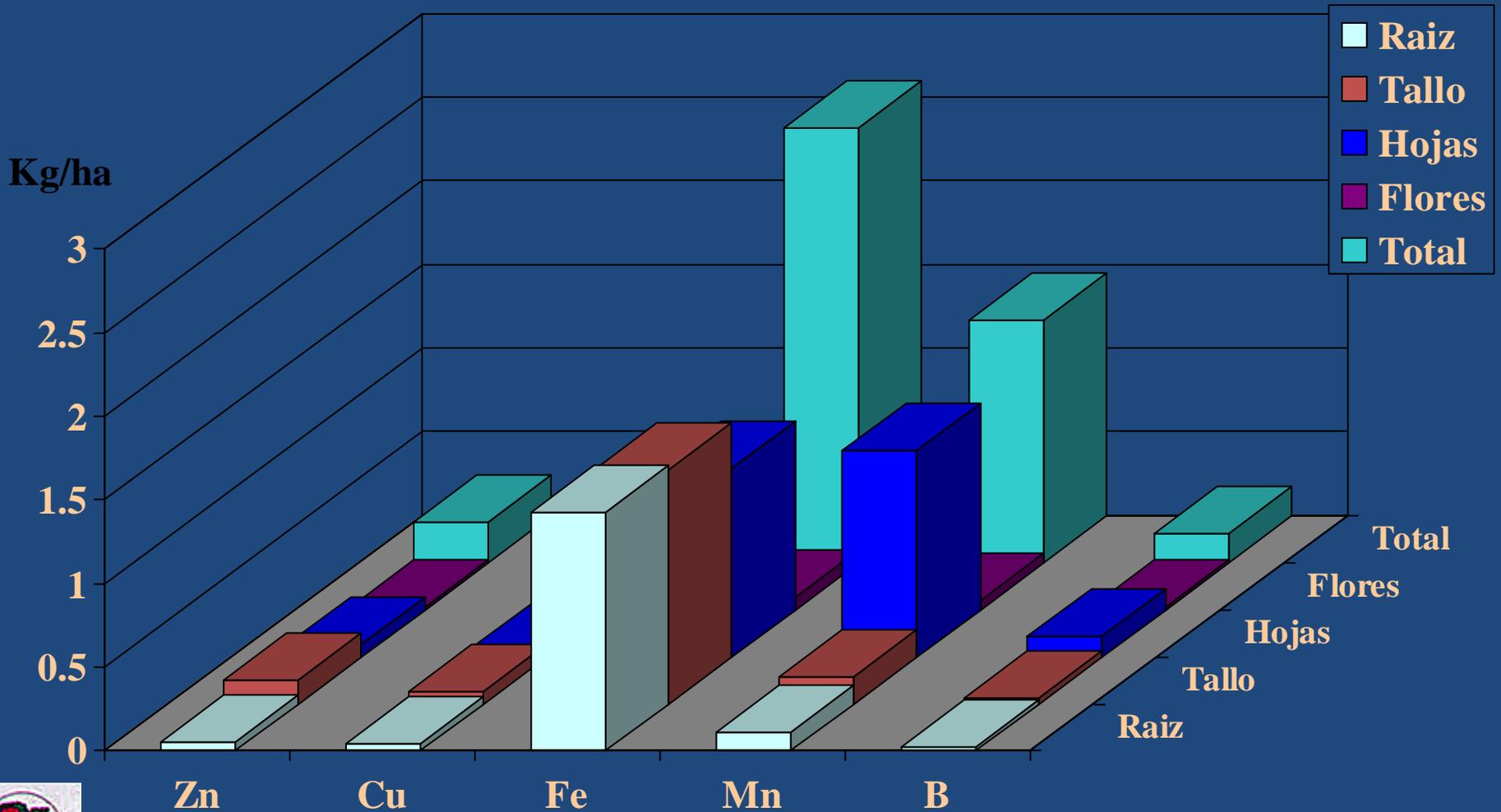


Extracción de Nutrientes

Kg/ha



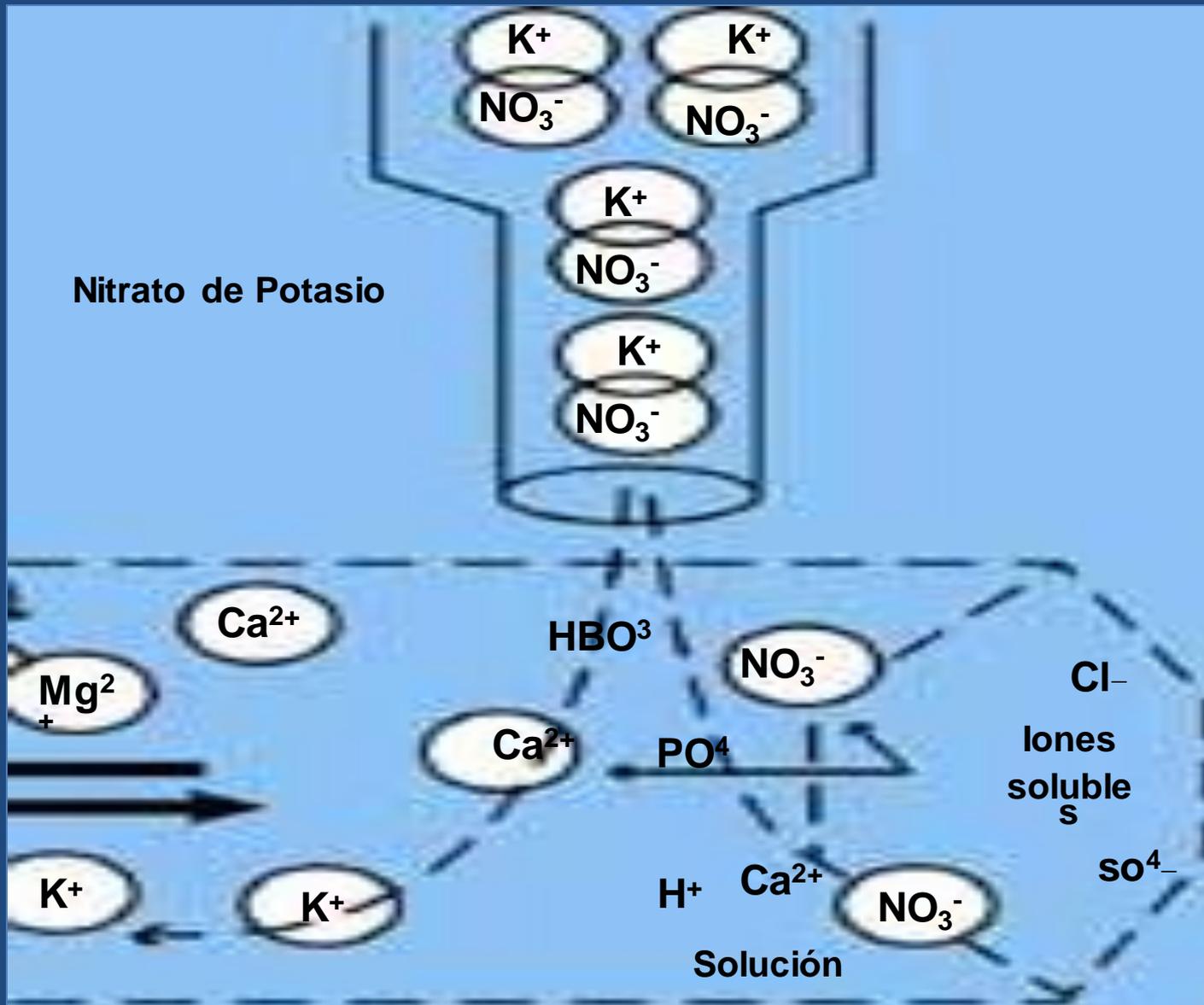
Extracción de Nutrientes



APLICACION DE LA DOSIS DE FERTILIZANTES

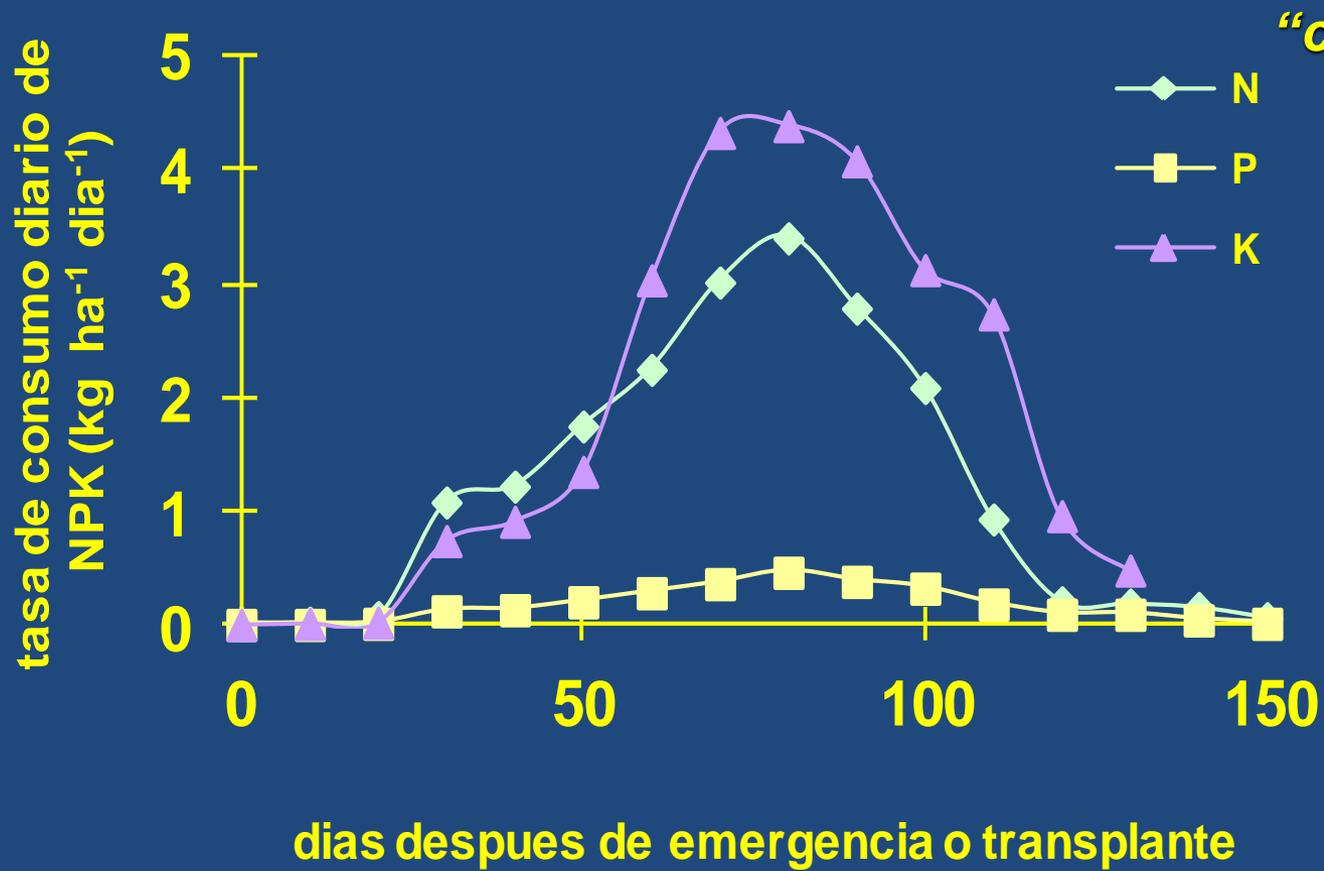
$$\text{Dosis de fertilizante} = \frac{\text{Extracción del cultivo - Aporte del agua}}{\text{Eficiencia del uso y manejo de fertilizantes}}$$

ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES

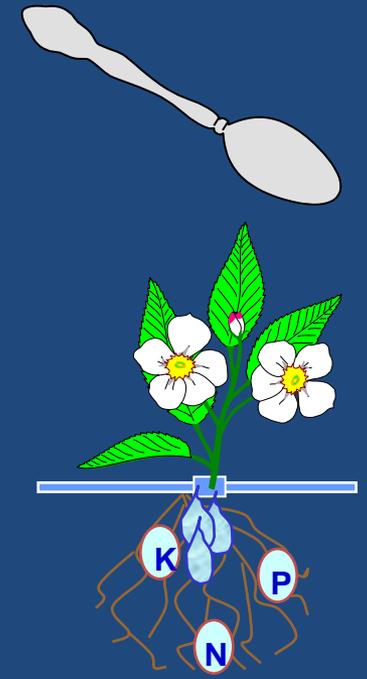


PROGRAMACION NUTRICIONAL

APLICACION DE NUTRIENTES DE ACUERDO AL RITMO DE EXTRACCION DE LA PLANTA



“cuchara a cuchara”



Requerimiento del cultivo en N-P y K

Elemento	Kg/ha	Como óxidos
Nitrógeno:	210	210
Fósforo:	60	137.4
Potasio:	256	307.2

Fuentes a ser aplicadas:

Para Nitrógeno: Nitrato de Amonio 33 % N

Para Fósforo: DAP soluble 46 % P₂O₅

Para Potasio: ClK soluble 60 % K₂O

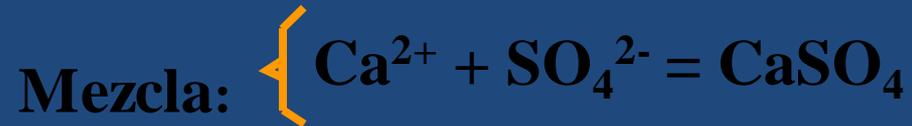
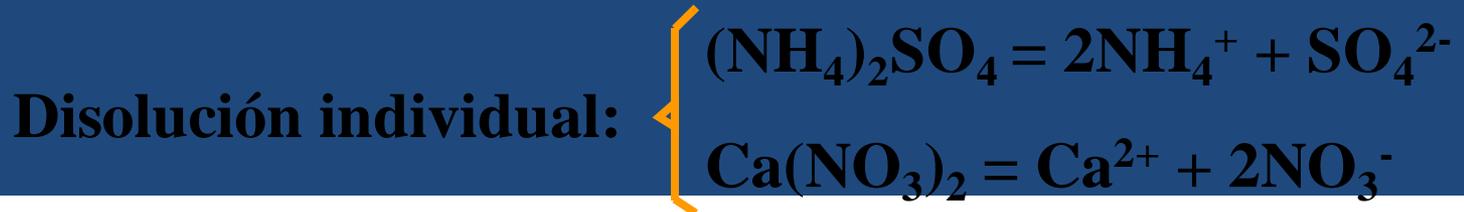
The background of the slide features a laboratory setting with several racks of test tubes. The racks are colored red, blue, and white. Each rack contains multiple test tubes, some of which contain liquids of various colors, including blue, yellow, and red. The lighting is dramatic, with a dark blue background and a bright green glow at the top and bottom edges.

**“Preparación de
Soluciones nutritivas
para uso en
hidroponía”**

Relaciones de compatibilidad (C) e incompatibilidad (I) entre diferentes fuentes fertilizantes usadas en fertigación

FUENTES	1. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	3. NaNO_3	4. KNO_3	5. K_2SO_4	6. MgSO_4
1. Sulfato Amónico		I	C	C	C	C
2. Nitrato de Calcio	I		C	C	I	I
3. Nitrato de Sodio	C	C		C	C	C
4. Nitrato de Potasio	C	C	C		C	C
5. Sulfato de Potasio	C	I	C	C		C
6. Sulfato de Magnesio	C	I	C	C	C	

FORMACION DE PRECIPITADOS



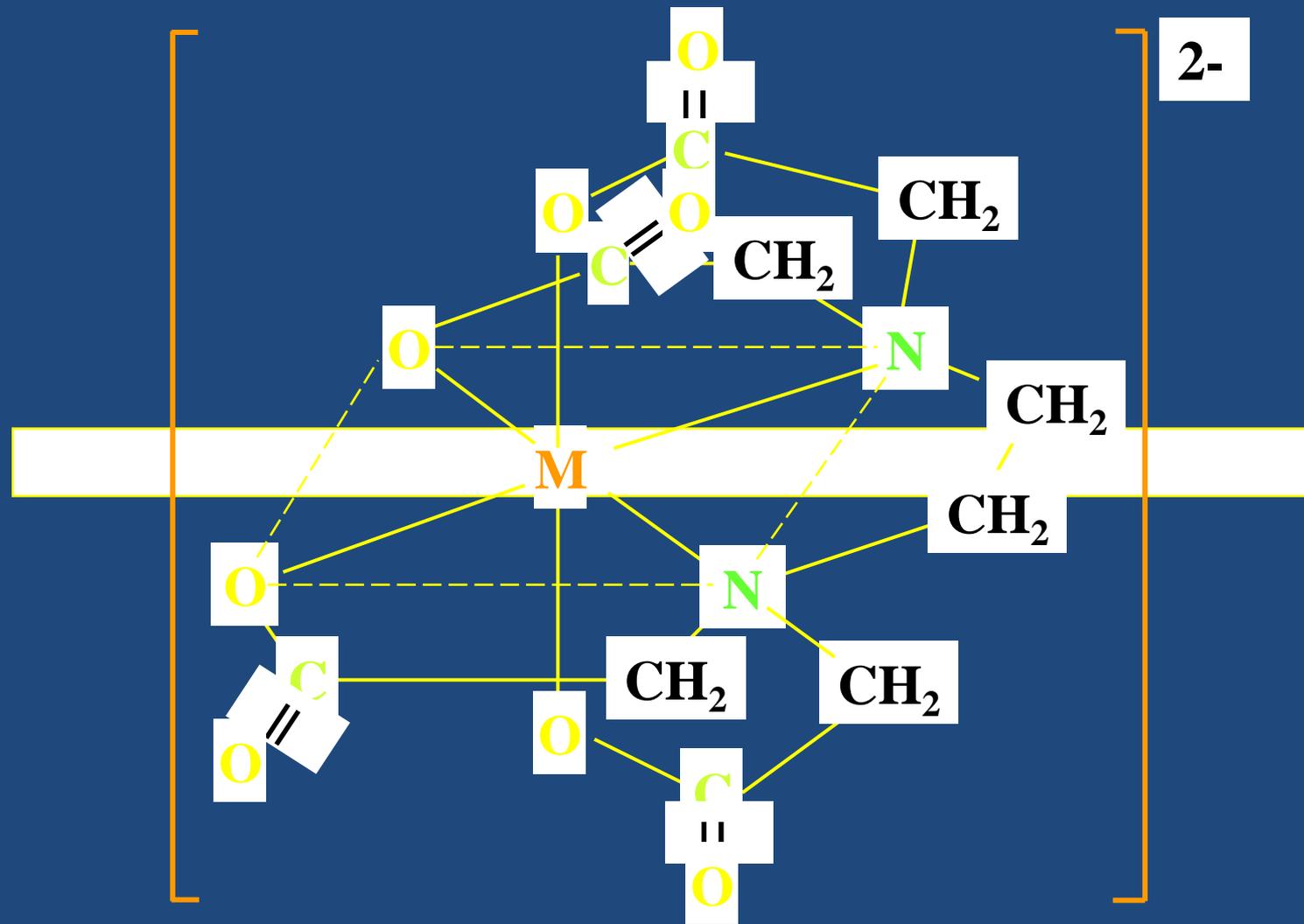
PRECIPITADOS DE RIESGO

Sulfatos (SO_4^{2-}), fosfatos (HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-), carbonatos (CO_3^{2-}) de magnesio (Mg^{2+}) y calcio (Ca^{2+})

Hierro y manganeso en sus formas oxidadas

Sulfuros de cobre, hierro, manganeso y zinc

INESTABILIDAD DE LOS COMPLEJOS



Estructura de un quelato metálico del EDTA

EFFECTO DE LA INCOMPATIBILIDAD DE LOS FERTILIZANTES EN SOLUCION

- Pérdidas de nutrientes
- Formación de precipitados
- Disminución de la solubilidad
- Presencia de un ion común
- Inestabilidad de los complejos

SOLUCIONES PARA HIDROPONÍA

- Balance y concentración de nutrientes
- Formas asimilables de los elementos

Cationes	Aniones
K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}	NO_3^- , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}
Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}	$H_2BO_3^-$, MoO_4^{2-}
NH_4^+	SO_4^{2-} , Cl^-

Intervalo de pH

Relación NH_4^+/NO_3^-

Presión osmótica

PREPARACION DE SOLUCIONES

- 1 Adición del ácido
- 2 Adición de la fuente de potasio
- 3 Adición de la fuente de fósforo
- 4 Adición de la fuente de nitrógeno

PRECAUCIONES EN LA PREPARACION DE SOLUCIONES

-  **Pesada cuidadosa**
-  **Premezcla**
-  **Agitación**
-  **Análisis químico de las soluciones**

INTERACCION ENTRE LOS FERTILIZANTES (COMPATIBILIDAD)

El uso de dos o mas tanques permite la separacion de fertilizantes que interactuan y forman precipitados

Colocando en un tanque el calcio, magnesio y micronutrientes, y en el otro tanque los fosfatos y sulfatos – permite mantener una solución segura y eficiente



Formulación de una solución nutritiva:

Para 500 litros de agua se requieren:

**N = 120 g, P = 18 g, K = 160 g, Ca = 40 g,
Mg = 25 g, S = 63 g.**

Fuentes a ser usadas:

MAP: 10% N y 21.1% P

Nitrato de K: 14% N y 36.5% K

Nutramin Mg: 12% Mg

Nutramin Ca: 15 % Ca

H₂SO₄:

Formulación de una solución nutritiva:

Para 500 litros de agua de requieren:

B = 0.3 g, Cu = 0.04 g

Fe = 5 g, Mn = 1.2 g, Mo = 0.04 g, Zn = 0.4 g.

Fuentes a ser usadas:

Nutramin Fe: 18% Fe

Nutramin B: 11.4 % B

Nutramin Zn: 20% Zn

Nutramin Mn: 18% Mn

Nutramin Cu: 20 % Cu

Molibdato de Amonio: 54% Mo

Calculo de la necesidad de K

En 100 g de NO₃K se tiene 36.5 g de K o 44 g de K₂O

X g de NO₃K se tendrán con 160 g de K

= 438.4 g de NO₃K por 500 litros de solución nutritiva

**Usted puede calcular los otros
elementos haciendo la misma
consideración**

Calculo de la necesidad de Ca

En 100 g de Nutramin Ca se tiene 15 g de Ca

X g de Nutramin Ca se tendrán con 40 g de Ca

= 266.7 g de Nutramin Ca

Por 500 litros de solución nutritiva.

Si la recomendación es dada en ppm's

N = 36.63 ppm Fuente NO_3NH_4 33% N

P = 33.43 ppm Fuente DAP 46 % P_2O_5

K = 97.60 ppm Fuente CLK 60 % K_2O

$$\frac{36.63}{0.33} = 111 \text{ g /m}^3 /1000 = 0.111 \text{ g/l}$$

Cantidad de agua a ser usada = 100 L

$$0.111 \times 100 = 11,1 \text{ g}$$

$$0.073 \times 100 = 7,3 \text{ g}$$

$$0.163 \times 100 = 16,3 \text{ g}$$

Kg de cada elemento

Al aplicar 3.33 kg de NO_3NH_4 , 2.18 kg de DAP y 4.88 de ClK

$$3.33 \text{ kg} * 0,33 = 1.10 \text{ kg de N}$$

$$2.18 \text{ kg} * 0,46 = 1.00 \text{ kg de P}$$

$$4.88 \text{ kg} * 0,60 = 2.93 \text{ kg de K}$$

Al aplicar 12 Kg de una formula 12-3-40 se aplican:

• $12 \text{ Kg} * 0,12 = 1,44 \text{ Kg de N}$

$12 \text{ Kg} * 0,03 = 0,36 \text{ Kg de P}$

$12 \text{ Kg} * 0,40 = 4,8 \text{ Kg de K}$

Uso de fuentes compuestas de alta solubilidad en HIDROPONÍA



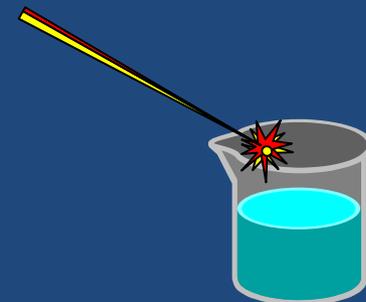
Kg de cada elemento

Al aplicar 16,8 kg/ha de 25-3-20 y
12 kg/ha de 12-3-40 se aplican:

- $16,8 \text{ Kg} * 0,25 = 3,9 \text{ Kg de N}$
- $16,8 \text{ Kg} * 0,03 = 0,54 \text{ Kg de P}$
- $16,8 \text{ Kg} * 0,20 = 3,6 \text{ Kg de K}$
- $12 * 0,12 = 1,44 \text{ Kg N}$
- $12 * 0,03 = 0,36 \text{ Kg P2O5}$
- $12 * 0,40 = 4,8 \text{ Kg K2O}$
- $\text{N } 3,9 + 1,44 = 5,3 \text{ kg N/ha}$
- $\text{P2O5 } 0,54 + 0,36 = 0,9 \text{ kg P2O5}$
- $\text{K2O } 3,6 + 4,8 \text{ kg K2O}$

Ahora, preparar 100 L de solución madre 3:1:3

- Agregar 70 L de agua en el tanque,
- Agregar 4,0 kg MKP,
- Agregar 19,39 kg NO_3NH_4 ,
- Agregar 8,4 kg KCl
- Completar con agua a 100 L



Colocar 2 litros de la solución madre por cada 1m³ de agua, la solución contendrá:

 **128 ppm N**

 **42 ppm P_2O_5**

 **128 ppm K_2O**



Cómo se obtiene esto?

Realizando el siguiente razonamiento:

- $4\text{ kg MKP} = 4\text{ kg} \times 52\% \text{ P}_2\text{O}_5 = 2,1 \text{ kg P}_2\text{O}_5/100\text{L} = 2,1\% = 21000\text{ ppm P}_2\text{O}_5$
- $4 \text{ kg MKP} \times 34\% \text{ K}_2\text{O} = 1,36 \text{ kg K}_2\text{O}/100\text{L} = 1,36\% = 13600 \text{ ppm K}_2\text{O}$
- $19,39 \text{ Kg NO}_3\text{NH}_4 \times 33\% \text{ N} = 6,4 \text{ kg N}/100\text{L} = 6,40\% = 64000 \text{ ppm N}$
- $8,4 \text{ kg KCl} = 8,4 \times 60\% \text{ K}_2\text{O} = 5,04 \text{ kg K}_2\text{O}/100\text{L} = 5,04\% = 50400 \text{ ppm K}_2\text{O}$
- $5,04\% \text{ K}_2\text{O} + 1,36 = 6,4\% \text{ de K}_2\text{O}$

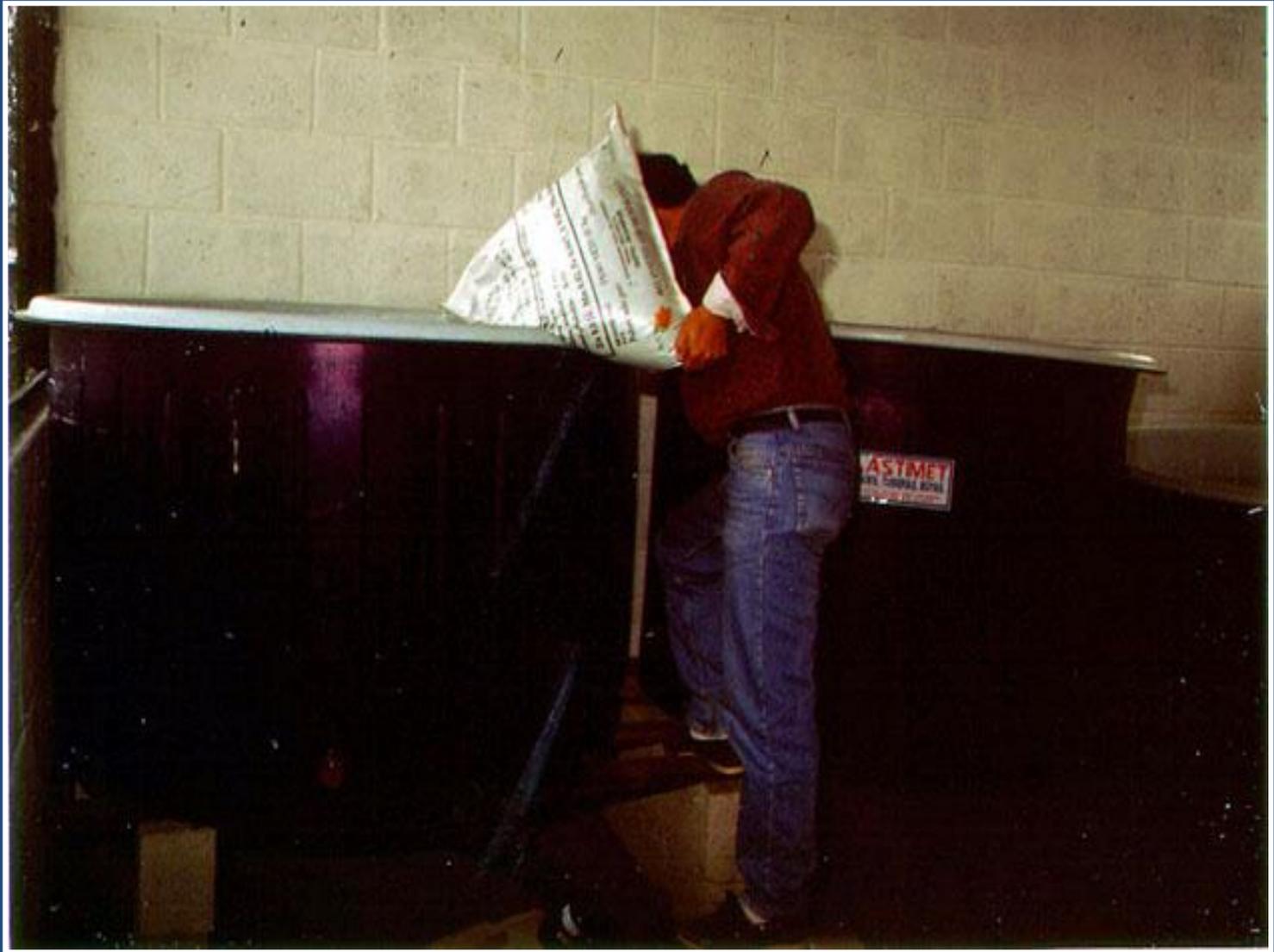
Al aplicar 2 litros de la solución madre por cada 1m^3 de agua las plantas recibirán por el gotero:

🍎 $64000 \times 2\text{L}/1000\text{L} = 128 \text{ ppm N}$

🍎 $21000 \times 2\text{L}/1000\text{L} = 42 \text{ ppm P}_2\text{O}_5$

🍎 $(13600 + 50400) \text{ ppm} \times 2\text{L}/1000\text{L} = 128 \text{ ppm K}_2\text{O}$



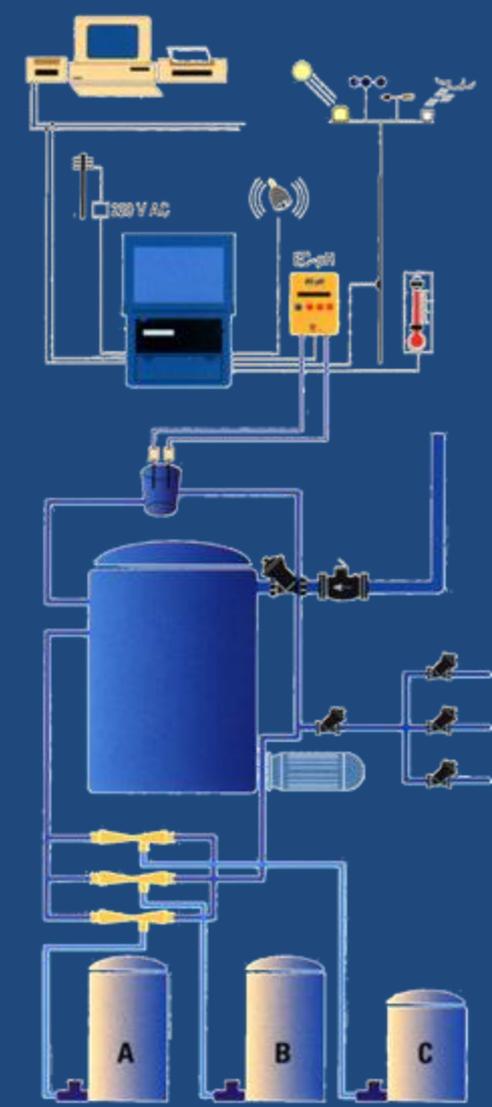


Características de las fuentes compuestas

- Balance y concentración total de nutrientes
- Formas asimilables de los elementos

Cationes	Aniones
K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}	NO_3^- , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}
Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}	$H_2BO_3^-$, MoO_4^{2-}
K , NH_4^+	Cl , SO_4^{2-}

MANEJO AUTOMATICO



A person wearing blue scrubs and jeans is holding a grey plastic first aid kit. The kit is resting on a gurney. The person is standing on a light-colored tiled floor. The text "Maletín de Primeros Auxilios" is overlaid on the kit in a blue, bold, sans-serif font with a red outline. Below the title, the text "Clínica Agrícola" is written in a smaller, plain black font. In the bottom left corner, there is a red date stamp "MAY 4 2008".

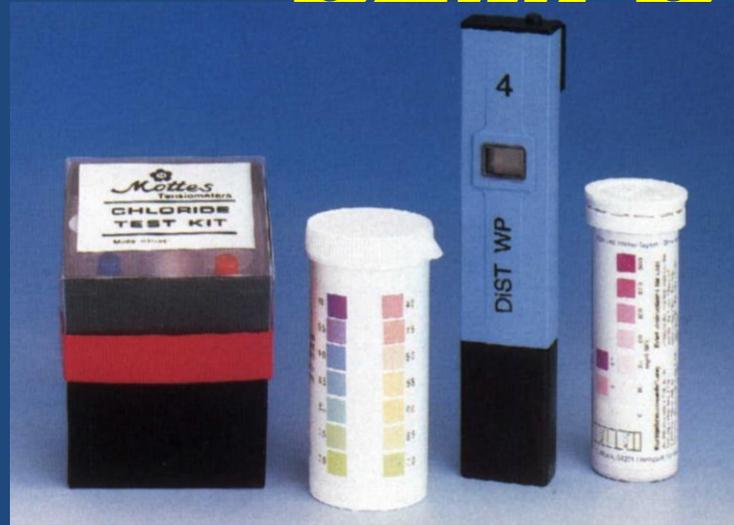
Maletín de Primeros Auxilios

Clínica Agrícola

MAY 4 2008



KIT DE ANALISIS A CAMPO



Cloruros



Nitratos



C. E.



pH

PROCESO DE OSMOSIS

Solución nutritiva
1,7 dS/m



Solución en las células
5.7 dS/m





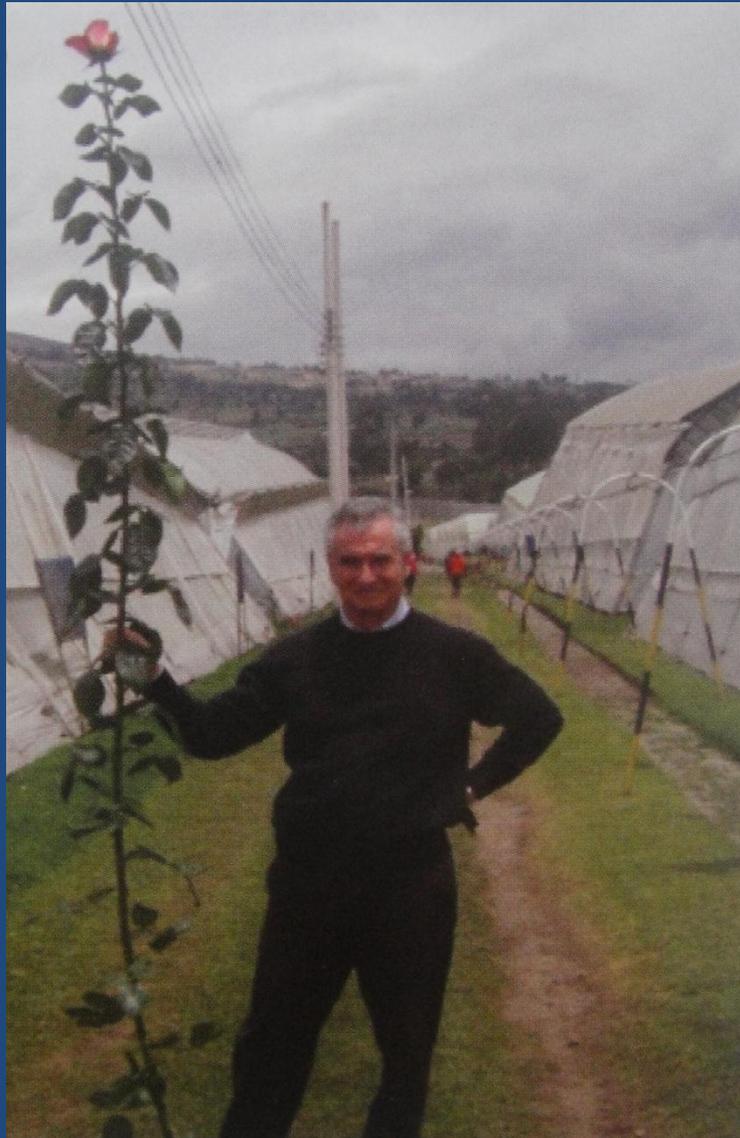
Increasing yields (100 T/ha)

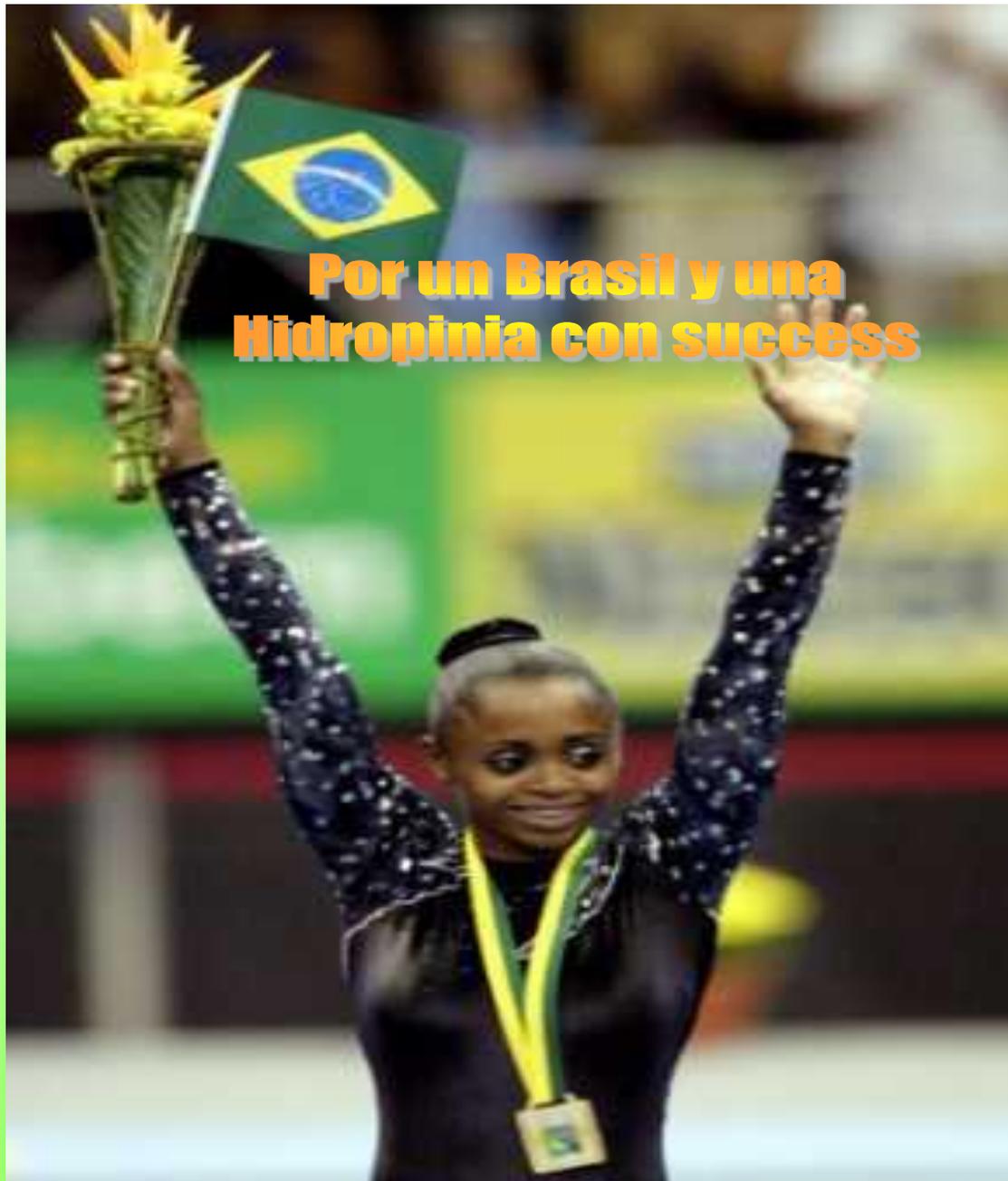


Tomato crop in U.C.E greenhouse, without chemicals (250 T/ha yield)



The largest rose of the world with balanced fertilization





**Por un Brasil y una
Hidropinia con success**

Hay información disponible para ustedes



CONTENIDO

- * Introducción
- * I Factores que limitan el Crecimiento y Desarrollo de las Plantas
- * II El Suelo como Organismo Vivo
- * III Revisión de Química General
- * IV El Suelo como medio para el Crecimiento de las Plantas
- * V Potencial Hidrógeno o pH del Suelo
- * VI Capacidad de Intercambio Catiónico
- * VII Conductividad Eléctrica y Salinidad
- * VIII El Agua del Suelo
- * IX El Nitrógeno en el Suelo y su Importancia
- * X El Fósforo en el Suelo y su Importancia
- * XI El Potasio en el Suelo y su Importancia
- * XII El Calcio en el Suelo y su Importancia
- * XIII El Magnesio en el Suelo y su Importancia
- * XIV El Azufre en el Suelo y su Importancia
- * XV El Sodio en el Suelo y su Importancia
- * XVI El Hierro en el Suelo y su Importancia
- * XVII Manejo de la Fertilización bajo Condiciones de Invernadero
- * XVIII Interpretación de Análisis de Suelos y Hojas para generar un Programa de Fertilización.
- * XIX La Fertilización Foliar como Complemento Nutricional en el Cultivo de Flores.
- * XX Los Reguladores de Crecimiento como Complemento Nutricional de los Cultivos.
- * Anexos: Fotografías de Deficiencias Nutricionales
Formulaciones y Programas de Cálculo



www.clinica-agricola.com





OBRIGADO