

FERTIRRIEGO



OBJETIVOS

- ✓ Profundizar los conocimientos sobre la problemática de la calidad de agua para uso en fertirriego.
- ✓ Relacionar e integrar conceptos para decidir: con qué; cuándo; cuánto y cómo fertirrigar.
- ✓ Adquirir capacidad para resolver problemas profesionales relacionados con el manejo de la fertirrigación de cultivos en suelo y sin suelo

FERTIRRIEGO

Inyección de fertilizantes en sistemas de riego, que se dosifican en función de la demanda del cultivo en condiciones específicas de ambiente, suelo y agua.

Fertilización vs Fertirrigación



Fertilización convencional :
Las plantas reciben una dosis del fertilizante más alta que la que necesita en ese momento.
Menor eficiencia por pérdidas, lavado y volatilización.



Fertirriego:
Los fertilizantes son aplicados de acuerdo con las necesidades nutricionales de las plantas y **siguiendo la curva de absorción del cultivo.**

VENTAJAS

- Dosificación de fertilizante con mayor uniformidad en la distribución.
- Ahorro considerable de agua y energía.
- Utilización de aguas de riego de baja calidad.
- Nutrición controlada: mayor rendimiento y calidad de cosecha.
- Mayor eficiencia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Menor costo de mano de obra respecto de la fertilización.
- Posibilidad de utilizar productos químicos: Quimigación.
- Posibilidad de automatización.
- Fabricación a la carta de fertilizantes concentrados.

DESVENTAJAS

- ✓ Alto costo de inversión
- ✓ Admite fertilizantes solubles de mayor costo
- ✓ Necesidad de monitoreo de suelo y planta
- ✓ Requiere personal especializado
- ✓ Las raíces pueden tapar los emisores.



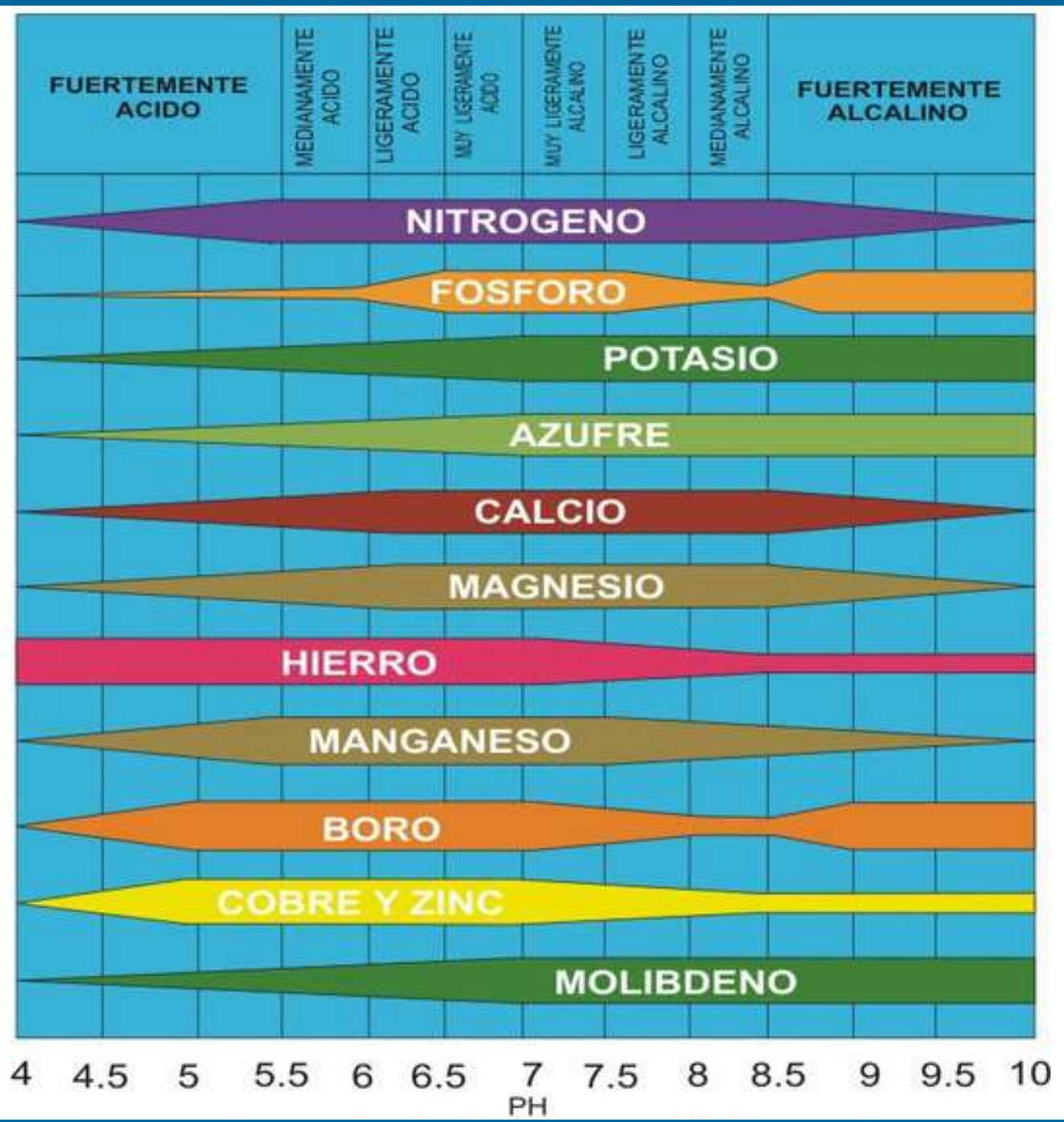
•EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA SER USADA EN FERTIRRIEGO



El pH del agua de riego es de gran importancia ya que genera reacciones químicas variadas.

En fertirrigación, las razones para ajustar el pH a un intervalo óptimo son:

1. Permitir la absorción óptima de nutrientes, especialmente de micronutrientes.
2. Evitar obstrucciones en el sistema de riego.



Es necesario conocer cantidad y
la calidad de las sales que
constituyen nuestra agua???

Agua Bellavista Corrientes

pH	6,09	μS/cm	Ciclo de riego en ajo 900 mm (9000 m ³ /ha)
CE	318		
RAS	2,65		
Iones	me/L	mg/L	kg/ha
Ca ²⁺	0,64	12,8	115,2
Mg ²⁺	0,40	5,6	50,4
Na ⁺	1,91	43,9	395,4
K ⁺	0,12	4,6	41,4
HCO ₃ ⁻	2,80	170,8	1537,2
Cl ⁻	0,80	28,4	255,6
SO ₄ ²⁻	0,00	0,0	0,0
Total	3,07	266,1	2395,2

Peligro de incrustaciones de Fe y Mn

El Fe precipita como $\text{Fe}(\text{OH})_3$, de color pardo-rojizo
El MnO_2 insoluble forma un precipitado negruzco



Microfotografía de Bacterias del Fe

Potencial de taponamiento causado por aguas con diferentes propiedades

Propiedades Químicas	Bajo	Moderado	Severo
pH	< 7	7-8	>8
Bicarbonato (ppm)	-	<100	-
Fe (ppm)	<0,2	0,2-1,5	>1,5
Sulfuros (ppm)	<0,2	0,2-2,0	>2,0

FERTILIZANTES UTILIZADOS EN FERTIRRIEGO

CARACTERÍSTICAS

- SOLUBLE :
 - (CRISTALINO SOLUBLE)
 - (SOLUBLE PARA FERTIRRIEGO)

- PUEDEN SER SÓLIDOS Y/O LÍQUIDOS



Fertilizantes para fertirriego

FERTIRRIEGO
folorgan *Nutrición Inteligente para su Cultivo.* **PRODUCTO ORGANICO**

Es una selección de productos de máxima de fermentación animal, Aminoácidos, Ácido Fólico, Vitamina B12, Ácido orgánico, aminoácidos, sales minerales y otros elementos orgánicos, biológicos y naturales para mejorar el cultivo. Puede ser utilizado como una solución orgánica para el cultivo, un bioestimulante, regulador del Metabolismo y conservante de alimentos, Bioestimulador biológico y controlador del suelo. La presencia de ciertos compuestos de este **Biofertilizante** otorga los beneficios de un líquido abono durante su aplicación, lo que demuestra un efecto acumulativo con una excelente retención de agua de los componentes minerales y orgánicos. La inclusión de almidón y el incremento de la actividad biológica a su vez, mejoran la calidad y cantidad de frutos, su durabilidad y su presentación orgánica. Este es el producto que puede servir en todo tipo de cultivo, especialmente en momentos de mayor actividad de la planta, germinación, brotación, floración, formación de frutos cuando se requiere un fuerte desarrollo de raíces o para mejorar el desarrollo de frutos (Temperatura elevada, heladas, sequías, inundaciones, etc.).

INDICACIONES DE APLICACIÓN:
 Es un uso por Fertirriego o Riego por espaldas.
 Por su naturaleza no es tóxico ni tiene una aplicación en su uso en cualquier tipo de dosis y periodicidad del mismo.
 No es para agricultura convencional y orgánica sin efecto en el uso de agua o tierra para abono, sino para mejorar la actividad biológica de cada cultivo durante el ciclo de vida para su desarrollo.

COMPOSICIÓN:
Materia Orgánica:
 Cultivos Orgánicos Total
 Extracto Húmico Total
 Aminoácidos Libres
 Aminoácidos Totales

MACROELEMENTOS:
 Nitrógeno Total
 Hierro (Fe)
 Potasio (K₂O)
 Calcio (Ca)

MICROELEMENTOS:
 Cobres (Cu)
 Hierro (Fe)
 Boro (B)
 Zinc (Zn)
 Manganeso (Mn)
 Magnesio (Mg)

OTROS COMPONENTES:
 Enzimas y bacterias
 Dinitrogeno y fósforo

FABRICADO Y ENVASADO:
 Paraje "ZORZALITO" Ruta 12 Km 116-Cova - T.L. (0577) 431713 - C.P.3490 - E-mail: agromc@gmail.com
CUIDADO

Cultivos	Dosis de Aplicación	Momento de aplicación
Cultivos Perennes: Cítricos, Maracujá, Peralas, Vitis, Té, Yerba	20 a 30 litro/ hectárea	al inicio de temporada y repetir cada 15 días hasta colmatación de frutos o rebrote
Cultivos Intenso: Tomate, Pimiento, Papa, Melón, Sandía	1 a 1,5 litros por metro cuadrado de 25 mts.	Aplicaciones en la formación de los primeros frutos. Luego repetir según requerimiento cada 15 a 20 días.
Otros Cultivos: Ajo, Cebolla		
Verduras de Hoja:	500 cc. a 1 litro por metro cuadrado de 25 mts.	Aplicaciones mensuales.
Otros Cultivos:		Consultar departamento técnico

Modo de uso:
 Combinar al agua del riego o aplicar directamente 40 minutos luego de ello el producto en 200 o 250 litros de agua y aplicar por riego de riego, según corresponda a las dosis y cultivos. Posteriormente aplicar un litro de agua por hectárea.

Referencias:
 Lote N°: Cost. Neto:
 Producto Inscripción: **2952391**

Agro MC



QUÉ DOSIS APLICAR?

DEMANDA/EXTRACCION DE NUTRIENTES POR PARTE DEL TOMATE			
AUTOR	NUTRIENTES Kg/ton de producción		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Dominguez, 1996 España	2.5 a 3.6	1.1 a 1.4	4.2 a 4.8
IFA, World Fert. Manual Use	3.0	0.8	3.7
INPOFOS, 1990	2.8	1.3	3.8
A. Jacob (40 ton)	2.8	0.8	4.0
Besford (80 ton)	3.4	0.9	7.5
Horta (100 ton)	3.6	1.2	7.0
Serrano (40 ton)	2.8	0.6	3.8
PROMEDIO (Kg/ton)	3.1	0.9	5.0
RELACION N:P:K	1.0	0.3	1.6

DOSIS = $\frac{\text{demanda del cultivo} - \text{aporte del suelo}}{\text{eficiencia}}$

Análisis de suelo

Análisis de agua

EFICIENCIA DE LOS DIFERENTES NUTRIENTES

Nutrientes	Tradicional	Fertirriego
Nitrógeno	15-20%	50-80%
Fósforo	5-30%	30-40%
Potasio	30-40%	40-60%
Azufre	20-50%	50-80%
Calcio	30-40%	40-60%
Magnesio	30-40%	40-60%
Micronutrientes	5-50%	30-60%

FERTILIZANTES NITROGENADOS

NO_3K (13-0-46);

$(\text{NO}_3)_2\text{Ca}\cdot\text{H}_2\text{O}$ (15-0-0-30)

$(\text{NO}_3)_2\text{Mg}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (10,9-0-0-15,7)

Urea (46-0-0)

$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ (21-0-0-24)

SOL MIX (tiosulfato de amonio) 25-0-0-7

NO_3H (22-0-0) $\delta=1,34$ Conc. 54% (corrector de pH)

CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES LÍQUIDOS PARA APLICACIÓN AL SUELO

PRODUCTOS		GRADO	NUTRIENTES (p/p) (2)						DENSIDAD kg/litro	Dosis según método de aplicación		CE (mmhos/cm)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Zn	B		DOSIS (litros/ha/aplicación)		1 gr/L	2gr/L	
NITROGENADOS		Cod. Productos								fertirriego (1)	chorreado o dosificador(*)			
 Fertilizantes Líquidos		SolUAN	32-0-0	32	-	-	-	-	-	1,32	5 - 20	40 - 120	1,1	2,3
		SolMIX	30-0-0+2,6(S)	30	-	-	2,6	-	-	1,32	5 - 20	40 - 120		
		SolMIX	28-0-0+5,2(S)	28	-	-	5,2	-	-	1,32	5 - 20	40 - 120		
		SolMIX	25-0-0+9,1(S)	25	-	-	9	-	-	1,32	5 - 20	40 - 120	0,9	1,7
		SolMIX-S	22-0-0-13S	22	-	-	13	-	-	1,32	5 - 20	40 - 120		
		SolMIX-Zn	27-0-0+5(S)+0,4(Zn)	27	-	-	5	0,4	-	1,32	5 - 20	40 - 120		
		SolMIX-B	27-0-0+5,2(S)+0,5(B)	27	-	-	5,2	-	0,5	1,32	5 - 20	40 - 120		
		NALK (nitrato)	16-0-4+5(S)	16	-	4	5	-	-	1,28	10 - 20	90 - 150		
	SolPLUS	12-0-0+26(S)	12	-	-	26	-	-	1,32	15 - 30	60 - 150	1,1	2,1	
FOSFATADOS														
 Fertilizantes Líquidos	1976	SolFOS	11-37-0	11	37	-	-	-	-	1,44	5 - 10 (**)	50 - 150	0,9	1,6
	2206	SolFOS	11-34-0	11	34	-	-	-	-	1,40	5 - 10 (**)	50 - 150		
		SolFOS	11-30-0+5(S)	11	30	-	5,2	-	-	1,42	5 - 10 (**)	50 - 150		
	2138	SolFOS	10-27-0+5(S)	10	27	-	5,2	-	-	1,38	5 - 10 (**)	50 - 150		
	2147	SolFOS	10-25-0+7(S)	10	25	-	6,5	-	-	1,37	5 - 10 (**)	50 - 150		
	2148	SolFOS	10-24-0+8(S)	10	24	-	8	-	-	1,37	5 - 10 (**)	50 - 150		
POTASICOS														
 Fertilizantes Líquidos		SolKS	0-0-25+17(S)	-	-	25	17	-	-	1,46	10 - 30	50 - 150	0,8	1,4
MEZCLAS NPK														
 Bolsa Nutricional Tríplice	2146	SolNPK	10-10-10+7(S)	10	10	10	7	-	-	1,33	5 - 15 (**)	50 - 150		
			9-30-4+3,4(S)	9	30	4	3,4	-	-	1,44	5 - 10 (**)	50 - 150		
			1-3-23+15(S)	1	3	23	15	-	-	1,45	5 - 10 (**)	50 - 150		
			2-7-20+14(S)	2	7	20	14	-	-	1,45	5 - 10 (**)	50 - 150		
			3-10-18+12(S)	3	10	18	12	-	-	1,44	5 - 10 (**)	50 - 150		
			4-14-15+10(S)	4	14	15	10	-	-	1,43	5 - 10 (**)	50 - 150		
			5-17-13+9(S)	5	17	13	9	-	-	1,43	5 - 10 (**)	50 - 150		
			6-20-10+7(S)	6	20	10	7	-	-	1,42	5 - 10 (**)	50 - 150		
			7-24-8+5(S)	7	24	8	5	-	-	1,41	5 - 10 (**)	50 - 150		
		8-27-5+3(S)	8	27	5	3	-	-	1,40	5 - 10 (**)	50 - 150			
	9-31-3-2(S)	9	31	3	2	-	-	1,40	5 - 10 (**)	50 - 150				
	otras mezclas		CONSULTAR	-	-	-	-	-	-	-	-			

Referencias:

(*) las dosis de fertilizantes aplicadas por chorreado o dosificador, son dosis por riego o aplicación, de ninguna manera representan dosis totales.-

(1) Las dosis corresponden a una concentración de la solución de riego aprox. entre 0,5 y 2 gr/litro.

(2) Nutrientes expresados p/p: peso/peso

(***) respetar dosis, e inyectar en el sistema de riego durante 60 minutos o un tiempo mayor

FERTILIZANTES FOSFATADOS

H_3PO_4 (0-60-0) (0-26-0) $\delta=1,7$ Conc. 85%

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (12-60-0)(MAP)

$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (21-53-0)(DAP)

KH_2PO_4 (0-52-34)

cristalinos

alta solubilidad

reacción ácida

FERTILIZANTES POTÁSICOS

KNO_3 (13-0-46) → solubilidad dependiente de la t°

KH_2PO_4 (0-52-34)

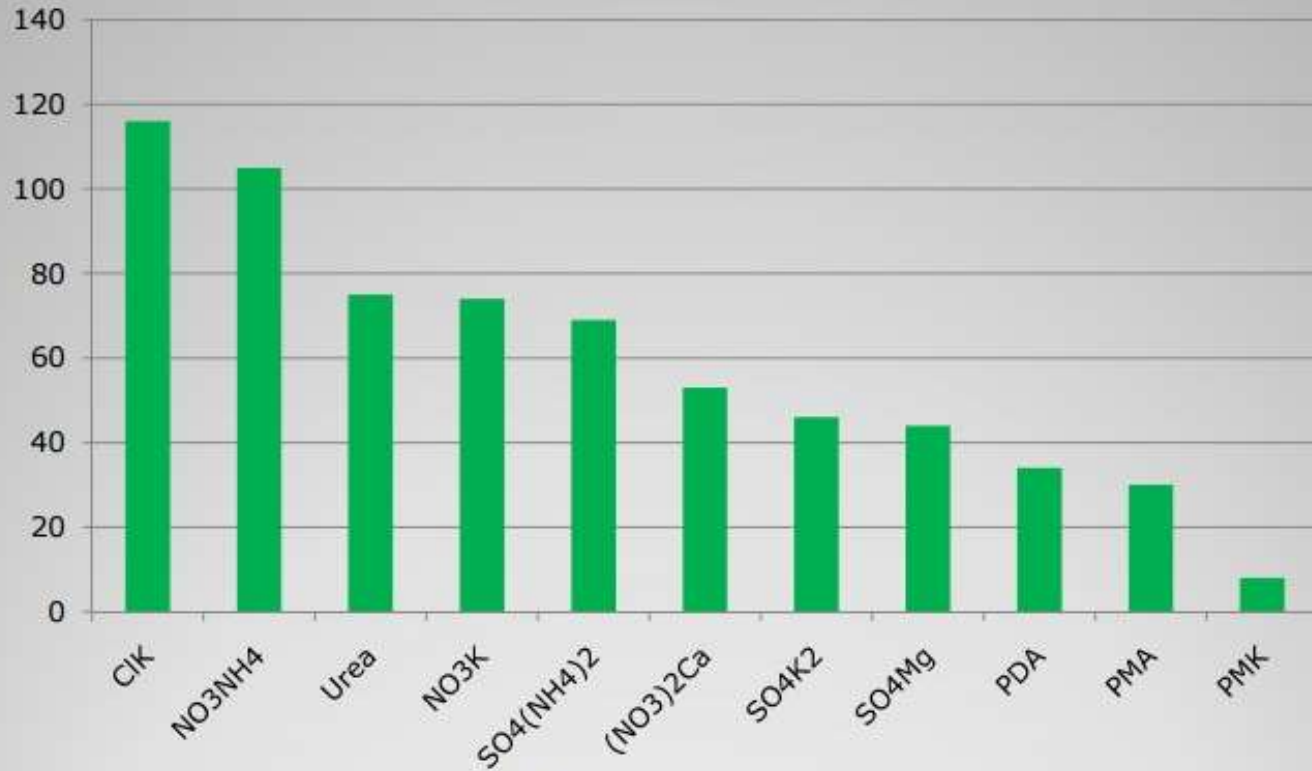
KCl (0-0-60) → fuente más barata por riqueza.

K_2SO_4 (0-0-50-18) → no influye en la t° final de la solución.

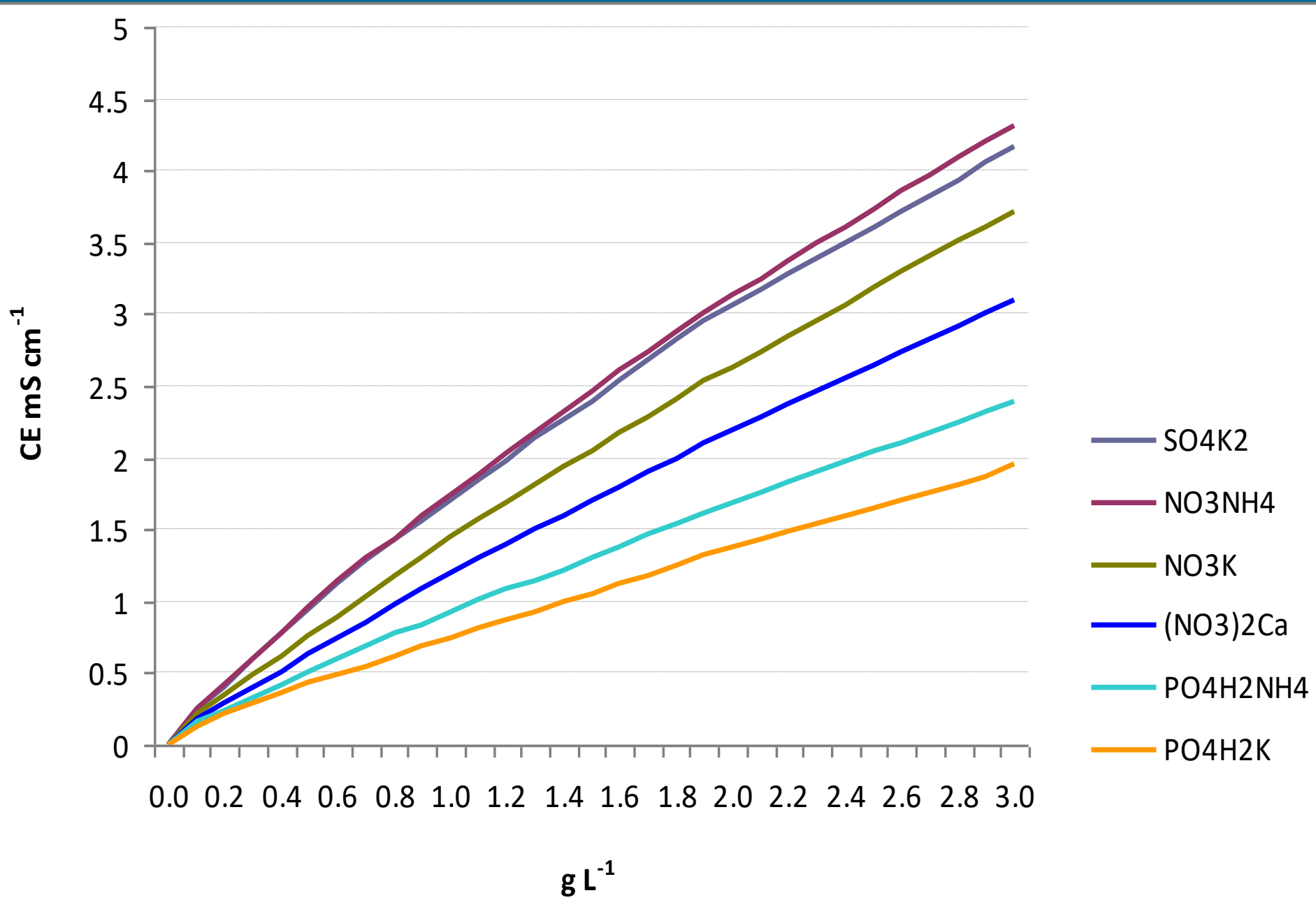
Características Soluciones Fertilizantes

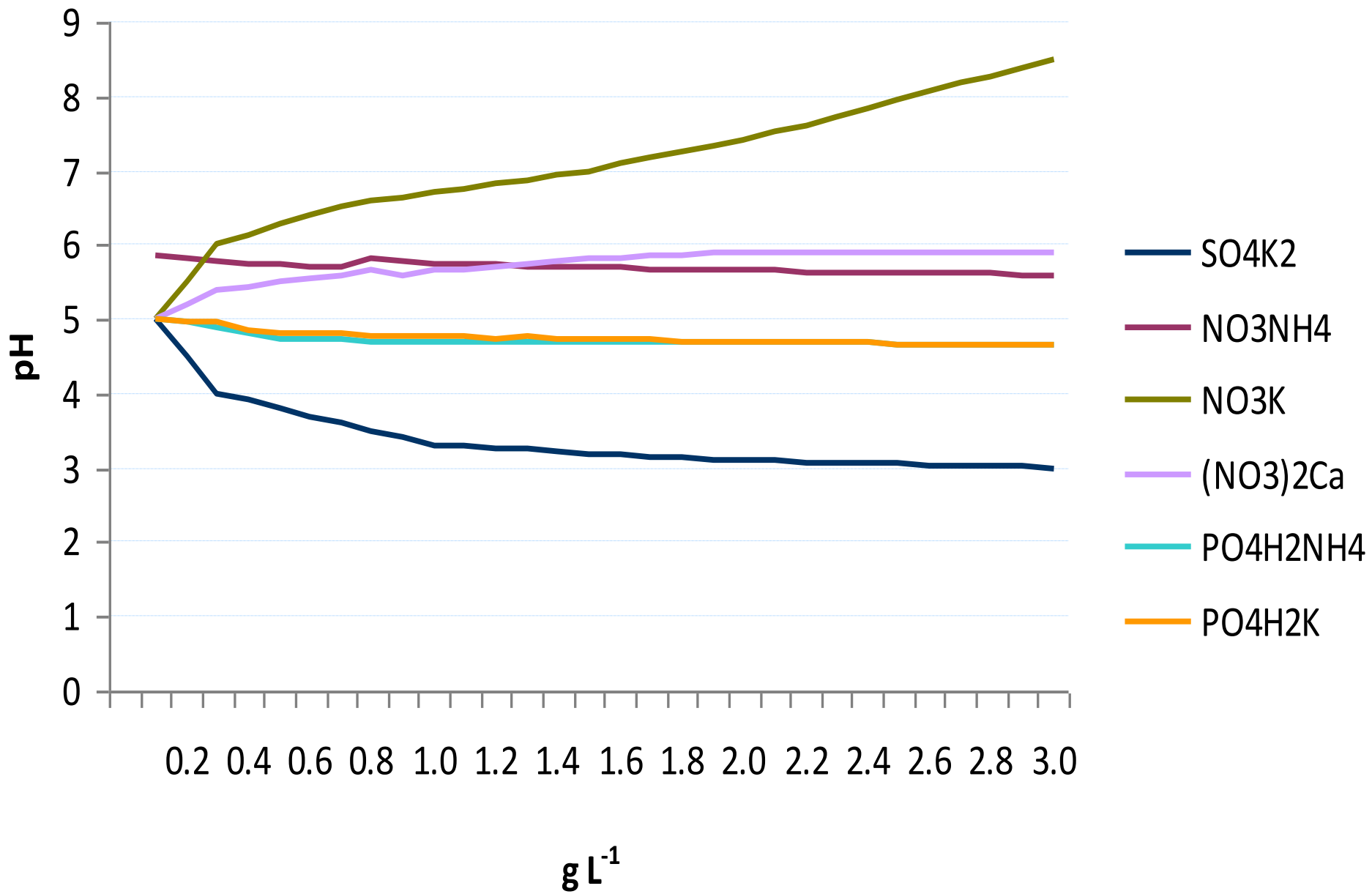
Producto	Concentración g/l = Kg/m ³	pH	Cond.electr. mS/cm
Urea	1	5,8	0,07
Sulfato de	0,5	5,5	1,1
Amonio	0,25	5,5	0,5
Nitrato de	1	7	1,3
Potasio	0,5	6,6	0,6
	0,25	6,6	0,3
Fosfato	1	4,9	0,8
Monoamónico	0,5	5,0	0,4
Sulfato de	0,5	6,6	0,8
Potasio	0,25	6,6	0,3
Acido Fosfórico	0,5	2,5	1,1
54% P ₂ O ₅	0,25	2,7	0.6

Índice salino: es el aumento de la succión osmótica de la solución del suelo, producido por la aplicación de un fertilizante.



Índice salino: se calcula por el incremento en presión osmótica producido por un peso igual de fertilizante relativo al NO₃Na





FERTILIZANTES LÍQUIDOS O EN SOLUCIÓN

- ACIDOS
- MICRONUTRIENTES

SOLUBILIDAD DE ALGUNOS FERTILIZANTES MINERALES

FERTILIZANTE	SOLUBILIDAD g/L (20°C)
NITRATO DE CALCIO	1220
UREA	1033
SULFATO AMÓNICO	754
SULFATO MAGNÉSICO	445
FOSFATO MONOAMÓNICO	384
FOSFATO DIAMÓNICO	696
NITRATO POTÁSICO	316
SULFATO POTÁSICO	111

Variación de la solubilidad de varios fertilizantes al variar la temperatura

	Temperatura °C					
Fertilizante	0	5	10	20	25	30
Urea	680	780	850	1060	1200	1330
Sulfato de amonio	700	715	730	750	770	780
Sulfato de potasio	70	80	90	110	120	130
Cloruro de potasio	280	290	310	340	350	370
Nitrato de potasio	130	180	210	320	370	460

Compatibilidad entre los fertilizantes solubles

	Urea	Nitrato de amonio	Sulfato de amonio	Nitrato de calcio	Nitrato de magnesio	Fosfato monoamónico	Fosfato monopotásico	Nitrato de potasio	Sulfato de potasio	Cloruro de potasio	Acido fosfórico	Acido nítrico	Acido sulfúrico	Sulfatos Fe, Zn, Cu, Mn	Quelatos Fe, Zn, Cu, Mn	Sulfato de magnesio
Urea	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Nitrato de amonio	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Sulfato de amonio	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Nitrato de calcio	Compatible	Compatible	Incompatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Nitrato de magnesio	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Fosfato monoamónico	Compatible	Compatible	Compatible	Incompatible	Incompatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Fosfato monopotásico	Compatible	Compatible	Compatible	Incompatible	Incompatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Nitrato de potasio	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Sulfato de potasio	Compatible	Compatible	Compatible	Incompatible	Incompatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Cloruro de potasio	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Solubilidad reducida	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Acido fosfórico	Compatible	Compatible	Compatible	Incompatible	Incompatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Acido nítrico	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Acido sulfúrico	Compatible	Compatible	Compatible	Incompatible	Incompatible	Compatible	Compatible	Compatible	Solubilidad reducida	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Sulfatos Fe, Zn, Cu, Mn	Compatible	Compatible	Compatible	Incompatible	Incompatible	Incompatible	Compatible	Compatible	Solubilidad reducida	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Quelatos Fe, Zn, Cu, Mn	Compatible	Compatible	Compatible	Solubilidad reducida	Solubilidad reducida	Solubilidad reducida	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Solubilidad reducida	Incompatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Sulfato de magnesio	Compatible	Compatible	Compatible	Incompatible	Incompatible	Incompatible	Compatible	Compatible	Solubilidad reducida	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible

Compatible
 Solubilidad reducida
 Incompatible

PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA PARA FORMULAR UNA SOLUCIÓN MADRE

Los factores principales son:

La compatibilidad de los fertilizantes.

El número de tanques de almacenamiento.

La solubilidad de los fertilizantes.

La proporción de inyección (o el tiempo de inyección).

El tipo de fertilizantes que se utilizan.

El uso de quelatos.

Interacción de los fertilizantes con el agua (reacciones endotérmicas, reacciones con elementos presentes en el agua).

PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN MADRE

Se deben pesar las sales individualmente.

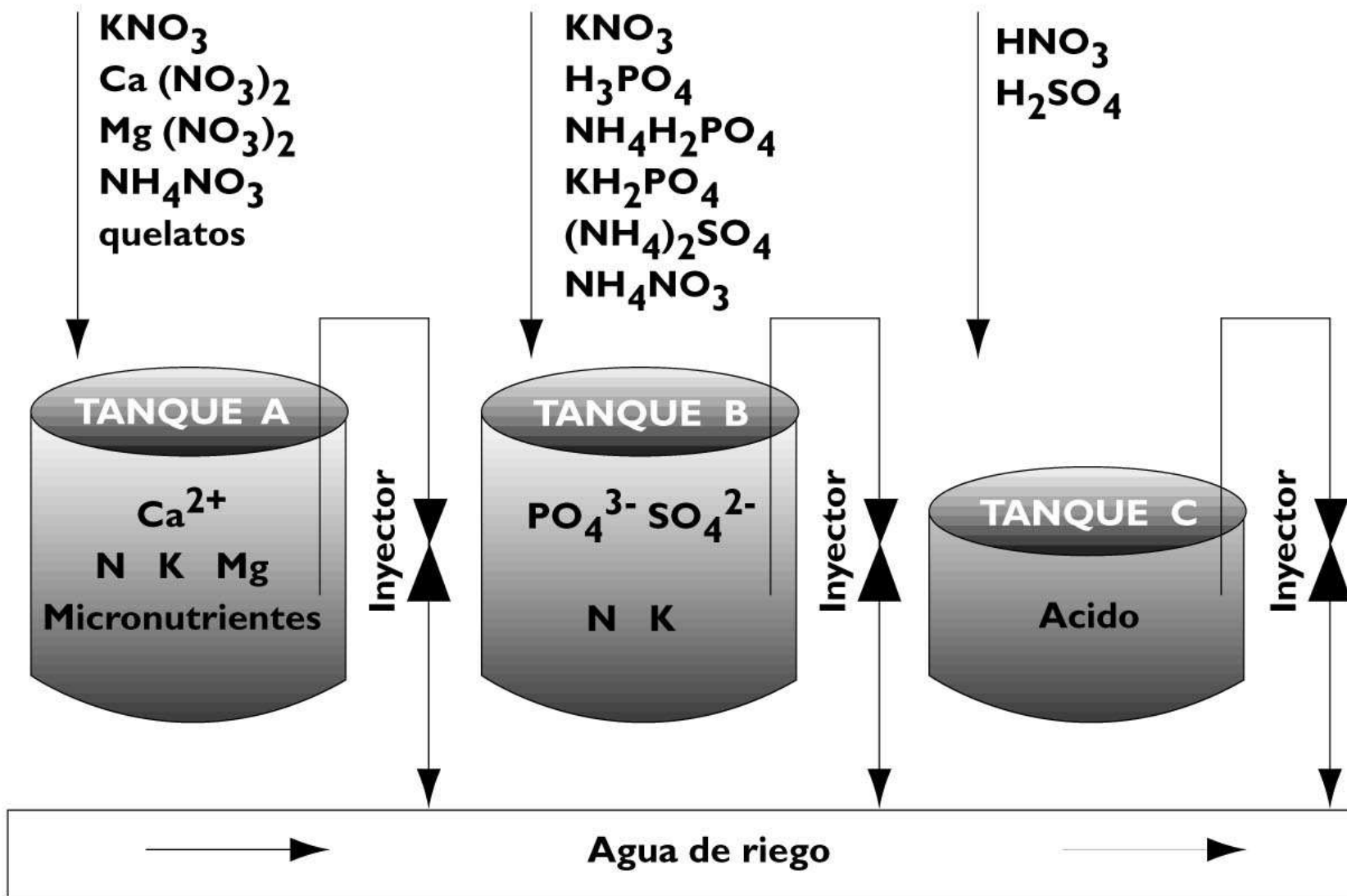
Llenar el tanque con agua en un 90 % de su totalidad.

Disolver cada sal separadamente en recipientes grandes y llenos de agua, y volcarlos en el tanque, repitiendo la operación hasta disolver totalmente la sal. Se puede utilizar agua caliente en caso de una difícil disolución.

Disolver los micronutrientes primero y luego los macro.

Cuando se trata de volúmenes pequeños se puede mezclar los sulfatos en forma seca antes de disolverse. Lo mismo con los nitratos y fosfatos.

Figura 1. Esquema de soluciones nutritivas concentradas para inyectar en dosificación proporcional "Cualitativa".



Incremento de la salinidad y pH al agregar 1 g/L de fertilizante, en agua de 0,37 dS/m y pH 7,3

Fertilizante	1 g/L	
	pH	CE
Urea perlada	7,40	0,38
Salitre sódico 16-0-0	7,30	1,40
Salitre potásico 15-0-14	7,40	1,56
Salitre potásico granulado	7,50	1,37
Sulfato de amonio	7,20	1,77

Incremento de la salinidad y pH al agregar 1 g/L de fertilizante, en agua de 0,37 dS/m y pH 7,3

FERTILIZANTE	1 g/L	
	pH	CE
Super fosfato triple	6,17	0,52
Fosfato diamónico	7,40	1,06
Fosfato monoamónico	6,20	1,10
Nitromag	7,17	1,42

(C.Sierra- La Serena)

Incremento de la salinidad y pH al agregar 1 g/L de fertilizante, en agua de 0,37 dS/m y pH 7,3

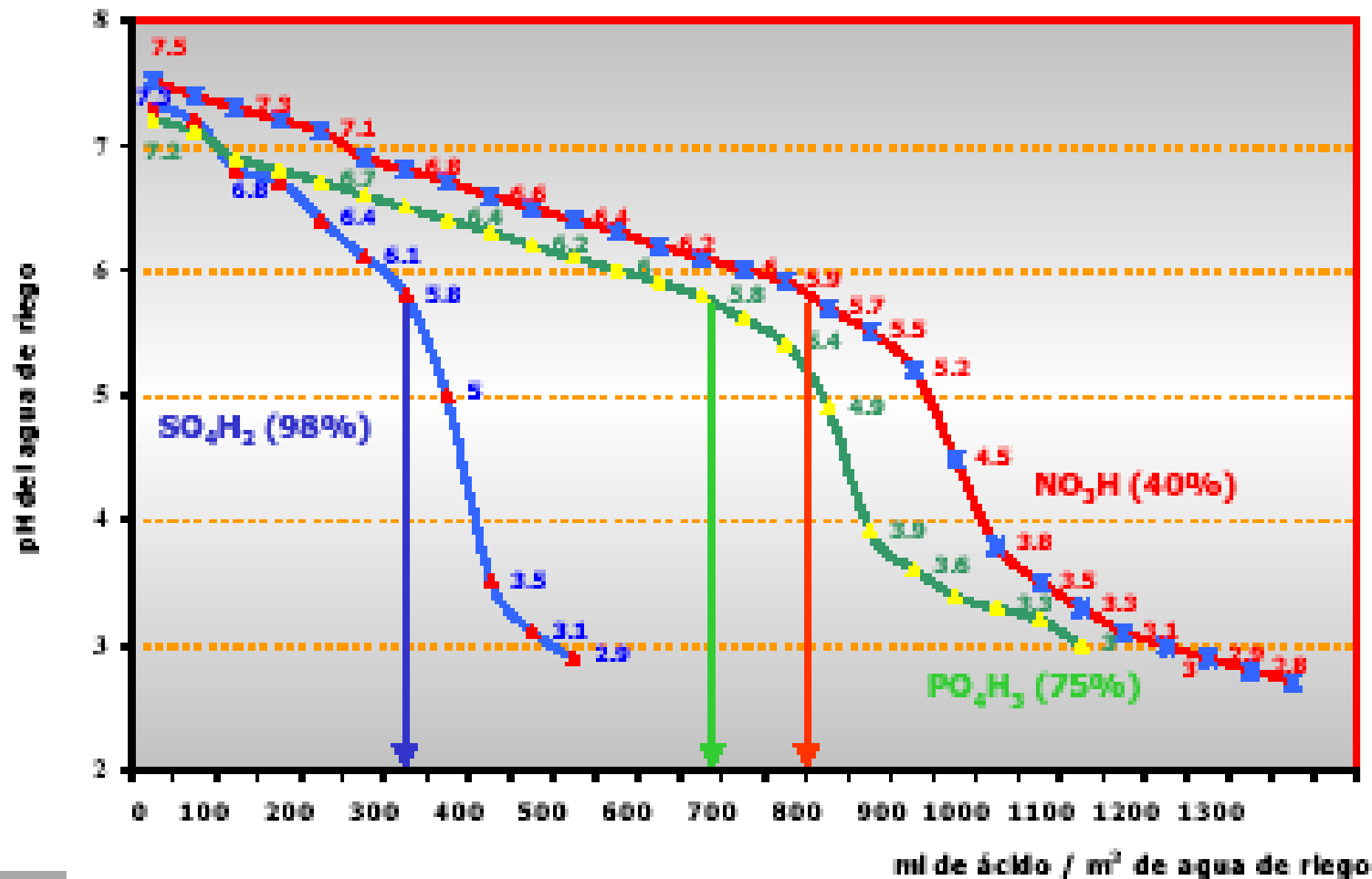
FERTILIZANTE	1 g/L	
	pH	CE
Nitrato de Potasio cristal	7,60	1,44
Nitrato de Calcio	7,43	1,21
Nitrato de potasio	7,70	1,52
Sulfato de Potasio	7,70	1,55
Muriato de K	7,40	1,85

Incremento de la salinidad y pH al agregar 1 g/L de fertilizante, en agua de 0,37 dS/m y pH 7,3

FERTILIZANTE	1 g/L	
	pH	CE
Sulpomag	7,43	0,54
Nitrato de Magnesio	7,40	1,01
Sulfato de magnesio granulado	8,47	0,62

(C.Sierra- La Serena)

Curvas de neutralización de aguas de riego con diferentes ácidos



Fertilizante Poder acidificante

Fertilizante	Poder acidificante
Ácido Nítrico 54%	8.60 me /g de H ⁺
Ácido Fosfórico 75% (blanco)	7.65 me /g de H ⁺
Ácido Fosfórico 72% (verde)	7.30 me /g de H ⁺
Solución potásica (1.8)-0-10S	1.43 me /g de H ⁺
Solución PK 0-20-10	1.21 me /g de H ⁺
Solución potásica (1.3)-0-10P	1.20 me /g de H ⁺
Solución potásica (2)-0-10NS	0.31 me /g de H ⁺
CALCYTRÓN 15.5	0.10 me /g de H ⁺
NYCKAL 8-0-6·12.3 CaO	0.09 me /g de H ⁺
NYCKAL 10-0-7·13.5 CaO	0.08 me /g de H ⁺
Solución potásica (1.4)-0-10NP	0.05 me /g de H ⁺
FLUICAL 917	0.02 me /g de H ⁺
Solución nitrogenada N20	0.03 me /g de OH ⁻
Solución PK 0-15-15	1.10 me /g de OH ⁻
Solución potásica 0-0-23	4.90 me /g de OH ⁻

Índice de acidez y de basicidad de los fertilizantes

Fertilizantes	Índice de acidez
Amoníaco anhidro	148
Cloruro de amonio	128
Sulfato de amonio	110
Fosfato diamónico	77
Urea	75-80
Ureaform	68
Superfosfato doble amoniaco	11-14
Superfosfato amoniaco	4-7

Índice de acidez y de basicidad de los fertilizantes

Fertilizantes	Índice de basicidad
Nitrato de Potasio	23
Fosfato bicálcico	25
Nitrato Sodio-Potasio	26
Nitrato de Sodio	29
Cianamida cálcica	63

Contenido de nutrientes de algunos fertilizantes

FERTILIZANTES	NUTRIENTES %				CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS						
	Nitrógeno	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	Azufre	pH solución de 1g/l a 20°C	Conductividad Eléctrica (mmhos/cm)	Indice acidez	Indice salino	Solubilidad g/litro		
NITROGENADOS									0°C	20°C	40°C
Urea	46				5,8	0,015	-84	75	670	1080	1670
SolMIX	25			9	7		-	78	liq	liq	liq
SolUAN	32				7	1	-82	77	liq	liq	liq
FOSFORADOS											
MAP (técnico)	12	61			4,9	0,8	-58	26	227	368	567
APP (polifosfato de amonio)	11	37					-	20	liq	liq	liq
Acido fosfórico		60			3,1	1,8		-	liq	liq	liq
POTASICOS											
Nitrato de potasio	13		45		7	1,3	0	70	133	316	639
Cloruro de potasio	0	0	60				0	116	280	340	-
Tiosulfato de potasio-SolKS			25	17			-23	68	liq	liq	liq
Sulfato de potasio			50	18	7	1,4	0	43	75	110	148
N P K											

CORROBORACIÓN DE LA SOLUCIÓN FINAL

En las muestras recogidas en los goteros, comprobar que los procesos de disolución, dilución y adecuación de CE y pH se han llevado a cabo correctamente

Fertilizantes para fertirriego: Tipo

NITROGENADOS

NO_3K

UREA

NO_3H

$(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$

$(\text{NO}_3)_2\text{Mg}$

FOSFATADOS

PO_4H_3

$\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$

$\text{PO}_4\text{H}_2\text{NH}_4$

FOSFATOUREA

POTASICOS

SO_4K_2

NO_3K

ClK

CALCICOS

$(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$

Cl_2Ca

MAGNESICOS

SO_4Mg

$(\text{NO}_3)_2\text{Mg}$

MICROELEMENTOS

QUELATOS

SULFATOS

Fertilizantes para fertirriego: **riqueza**

	Riqueza de los fertilizantes (%)				
FERTILIZANTE	N	P₂O₅	K₂O	OCa	OMg
(NO₃)₂Ca	15.5			19	
NO₃NH₄	34.5				
PO₄H₃ (85%)		61			
NO₃K	13		46		
SO₄K₂			52		
SO₄Mg					16
PO₄H₂K		53	34		
PO₄H₂NH₄	12	61			

RELACION ENTRE mM.L⁻¹, meq.L⁻¹ y mg .L⁻¹

Ión	mM.L ⁻¹	meq.L ⁻¹	mg.L ⁻¹
NO ₃ ⁻	1	1	62
PO ₄ H ₂ ⁻	1	1	97
K ⁺	1	1	39.1
Ca ⁺⁺	1	2	40.1
Mg ⁺⁺	1	2	24.3
SO ₄ ⁼	1	2	96.1
Na ⁺	1	1	23.0
Cl ⁻	1	1	35.5
CO ₃ H ⁻	1	1	62

Soluciones nutritivas de especies hortícolas

	meq.L ⁻¹							mg.L ⁻¹				
	NO₃⁻	NH₄⁺	PO₄H₂⁻	K⁺	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	SO₄⁼	Fe⁺⁺	Mn⁺⁺	Cu⁺⁺	Zn⁺⁺	B
Tomate	10.5	0.5	1.5	7.0	3.75	1.0	2.5	0.56	0.56	0.03	0.26	0.22
Pimiento	11.75	0.0	1.25	6.0	3.75	1.25	1.25	0.56	0.56	0.03	0.26	0.27
Berenjena	12.0	0.5	1.5	6.0	3.0	1.5	1.0	0.56	0.56	0.03	0.26	0.22
Lechuga	9.5	0.5	1.0	5.75	2.25	1.0	1.0	0.56	0.56	0.03	0.26	0.22

Pesos moleculares y equivalentes de los fertilizantes

Fertilizante	Riqueza	Peso molecular	Valencia	Peso equivalente
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	15.5N;19Ca	236	2	118
NO_3K	13N ; 38K	101	1	101
NO_3NH_4	35N	80	1	80
$\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$	23P;28K	136	1	136
SO_4K_2	45K;18S	174.3	2	87.2
$\text{SO}_4\text{Mg} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	10Mg;13S	246.3	2	123.2
$\text{PO}_4\text{H}_3(85\%)$	26.6P;61P ₂ O ₅	98	1	98
$\text{NO}_3\text{H}(37\%)$	8.8N	63	1	63

Construcción de una solución nutritiva

	meq.L ⁻¹								mg.L ⁻¹				
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ H ₂ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ₊ ⁺	SO ₄ ⁼	CO ₃ H ⁻	Fe ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Cu ⁺⁺	Zn ⁺⁺	B
Tomate ideal	10.5	0.5	1.5	7.0	3.75	1.0	2.5	0.5	0.56	0.56	0.03	0.26	0.22
Agua de riego	0	0	0	0.5	1.2	0.35	1.0	5.5	0	0	0	0	0
Diferencia	10.5	0.5	1.5	6.5	2.55	0.65	1.5	5.0	0.56	0.56	0.03	0.26	0.22

Construcción de una solución nutritiva

	meq.L ⁻¹							mg.L ⁻¹				
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ H ₂ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ⁼	Fe ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Cu ⁺⁺	Zn ⁺⁺	B
Diferencia	10.5	0.5	1.5	6.5	2.55	0.65	1.5	0.56	0.56	0.03	0.26	0.22

Cálculo de la Solución concentrada

$$\text{Fertilizante} = ((\text{P}_{\text{eq}} \times \text{meq} / \text{L} \times \text{Conc. (L)}) / 1000 = \text{Kg}/\text{m}^3$$

$$\text{NO}_3\text{K} = (101 \times 5.65 \times 100) / 1000 = 57.065 \text{ Kg.} / \text{m}^3$$

$$(\text{NO}_3)_2\text{Ca} = (118 \times 2.55 \times 100) / 1000 = 30.1 \text{ Kg.} / \text{m}^3$$

$$\text{NO}_3\text{NH}_4 = (80 \times 0.5 \times 100) / 1000 = 4.00 \text{ Kg.} / \text{m}^3$$

$$\text{SO}_4\text{K}_2 = (87 \times 0.85 \times 100) / 1000 = 7.4 \text{ Kg.} / \text{m}^3$$

$$\text{SO}_4\text{Mg} = (123 \times 0.65 \times 100) / 1000 = 8.00 \text{ Kg.} / \text{m}^3$$

	NO ₃ ⁻	PO ₄ H ₂ ⁻	SO ₄ ⁼	
K ⁺	5.65		0.85	6.5
Ca ⁺⁺	2.55			2.55
Mg ⁺⁺			0.65	0.65
NH ₄ ⁺	0.5			0.5
H ₃ O ⁺	1.80	1.5		3.30
	10.5	1.5	1.5	13.5

Construcción de una solución nutritiva

	meq.L ⁻¹							mg.L ⁻¹				
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ H ₂ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ⁼	Fe ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Cu ⁺⁺	Zn ⁺⁺	B
Diferencia	10.5	0.5	1.5	6.5	2.55	0.65	1.5	0.56	0.56	0.03	0.26	0.22

	NO ₃ ⁻	PO ₄ H ₂ ⁻	SO ₄ ⁼	
K⁺	5.65		0.85	6.5
Ca⁺⁺	2.55			2.55
Mg⁺⁺			0.65	0.65
NH₄⁺	0.5			0.5
H₃O⁺	1.80	1.5		3.30
	10.5	1.5	1.5	13.5

$$\text{Acido} = \frac{\text{Peq} \times \text{meq} / \text{L} \times \text{Conc.}}{\text{Densidad} \times \text{Riqueza} \times 10} = \text{L} / 1000\text{L}$$

$$\text{NO}_3\text{H} = (63 \times 1.80 \times 100) / (1.37 \times 37 \times 10) = \mathbf{22.4 \text{ L}}$$

$$\text{PO}_4\text{H}_3 = (1.50 \times 98 \times 100) / (1.70 \times 85 \times 10) = \mathbf{10.2 \text{ L}}$$

Construcción de una solución nutritiva

	meq.L ⁻¹								mg.L ⁻¹				
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ H ₂ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ₊ ⁺	SO ₄ ⁼	CO ₃ H ⁻	Fe ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Cu ⁺⁺	Zn ⁺⁺	B
Tomate ideal	15	0.5	1.5	6	6	1.0	2.5	0.5	0.56	0.56	0.03	0.26	0.22
Agua de riego	0	0	0	0.5	1.2	0.35	1.0	7	0	0	0	0	0
Diferencia	15	0.5	1.5	5.5	4.8	0.65	1.5	6,5	0.56	0.56	0.03	0.26	0.22

Construcción de una solución nutritiva

	meq.L ⁻¹										
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ H ₂ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ⁼	CO ₃ H			
Diferencia	15	0.5	1.5	5.5	4.8	0.65	1.5	6,5			

Cálculo de la Solución concentrada

$$\text{Fertilizante} = ((\text{Peq} \times \text{meq} / \text{L} \times \text{Conc. (L)}) / 1000) = \text{Kg/m}^3$$

$$\text{NO}_3\text{K} = (101 \times 4,7 \times 100) / 1000 = 47 \text{ Kg. / m}^3$$

$$(\text{NO}_3)_2\text{Ca} = (118 \times 4,8 \times 100) / 1000 = 56 \text{ Kg. / m}^3$$

$$\text{NO}_3\text{NH}_4 = (80 \times 0.5 \times 100) / 1000 = 4.00 \text{ Kg. / m}^3$$

$$\text{SO}_4\text{K}_2 = (87 \times 0.85 \times 100) / 1000 = 7.4 \text{ Kg. / m}^3$$

$$\text{SO}_4\text{Mg} = (123 \times 0.65 \times 100) / 1000 = 8.00 \text{ Kg. / m}^3$$

	NO ₃ ⁻	PO ₄ H ₂ ⁻	SO ₄ ⁼	
K ⁺	4,7		0,85	
Ca ⁺⁺	4.8			
Mg ⁺⁺			0,65	
NH ₄ ⁺	0,5			
H ₃ O ⁺	5	1,5		
				18

Construcción de una solución nutritiva

	meq.L ⁻¹							mg.L ⁻¹				
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ H ₂ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ⁼	Fe ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Cu ⁺⁺	Zn ⁺⁺	B
Diferencia	10.5	0.5	1.5	6.5	2.55	0.65	1.5	0.56	0.56	0.03	0.26	0.22

	NO ₃ ⁻	PO ₄ H ₂ ⁻	SO ₄ ⁼	
K ⁺	4.7		0,85	
Ca ⁺⁺	4.8			
Mg ⁺⁺			0,65	
NH ₄ ⁺	0,5			
H ₃ O ⁺	5	1,5		
	15			

$$\text{Acido} = \frac{\text{Peq} \times \text{meq} / \text{L} \times \text{Conc.}}{\text{Densidad} \times \text{Riqueza} \times 10} = \text{L} / 1000\text{L}$$

$$\text{NO}_3\text{H} = (63 \times 5 \times 100) / (1.37 \times 37 \times 10) = \mathbf{62 \text{ L}}$$

$$\text{PO}_4\text{H}_3 = (1.50 \times 98 \times 100) / (1.70 \times 85 \times 10) = \mathbf{10.2 \text{ L}}$$

¿Cómo calcular la cantidad de ácido que se requiere, para modificar el pH?

La capacidad de un ácido para disminuir el pH del agua depende de los siguientes factores:

1. La concentración del ácido.
2. El número de H^+ (protones) en la molécula del ácido. Por ejemplo, ácido nítrico (HNO_3 , tiene 1 protón) y ácido sulfúrico (H_2SO_4 , tiene 2 protones). H_3PO_4 ioniza solo un protón.
3. Las concentraciones de HCO_3^- y $CO_3^{=}$ en el agua.
4. pH inicial del agua. Al añadir ácido al agua, la mayor parte de los protones inicialmente reaccionarán con los carbonatos en el agua y algunos se quedarán libres en el agua y bajarán el pH.

A medida que se añade más ácido al agua, la concentración de carbonatos en el agua va a bajar, mientras que el pH se mantendrá casi constante o bajará lentamente.

Una vez que todos los carbonatos en el agua reaccionan con el ácido, cualquier cantidad adicional de ácido el pH bajará rápidamente.

Equivalencia entre peso, volumen y miliequivalentes de ácido para los tres ácidos más usados en fertirrigación

Producto	Concentración	Volumen cm ³	Peso g	meq ácido
H ₃ PO ₄	75%	1	1,58	12,1
HNO ₃	59%	1	1,36	12,7
H ₂ SO ₄	98%	1	1,84	36,8

	Unidades	H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄	HNO ₃
Equivalente	mg/meq	49	97	63
Densidad	g/cm ³	1,84	1,62	1,36
Pureza	%	98	75	59

Ácidos fertilizantes

Densidad	Riqueza en peso %	
	HNO ₃	H ₃ PO ₄
1,2	33	34
1,3	48	46
1,33	54	49
1,4	65	56
1,6	-	75
1,7	-	85

Como calcular la cantidad de Ac. Nítrico para acidificar

Cuando en las aguas de riego y/o el suelo el pH es alto (>7), es necesario acidificar la solución de riego, con el objeto de $< \text{HCO}_3^-$ y mejorar la disponibilidad nutrientes (PO_4H_2^- , Fe, Zn, Mn, B) y evitar la precipitación de carbonatos en los goteros

Si se desea neutralizar el 100% de los HCO_3^- , se aplica una cantidad de ácido igual en me



Si tenemos ácido nítrico 56% ; Agua: 3,72 me/L HCO_3^-
Conviene dejar 0,5 me de bicarbonatos para mantener el pH alrededor de 6 a 6,5. Por lo tanto se neutralizarán 3,22 me/L HCO_3^- ;

Cálculos

1000 mg ácido nítrico comercial al 56%

contienen 560 mg de HNO_3 puro: $\text{PM} = 63$; $\delta = 1,36 \text{ g/cm}^3$

$$\frac{560 \text{ mg}}{63 \text{ mg}} = 8,88 \text{ me ácido (1000 mg ácido 56\% hay 8,88 me ácido)}$$

$$\frac{1000 \text{ mg}}{8,88 \text{ me}} = 112,5 \text{ mg ácido al 56\% son 1 me}$$

$$\frac{0,1125 \text{ g}}{1,36 \text{ g/cm}^3} = 0,082 \text{ cm}^3 \text{ de ácido nítrico 56\% es igual a 1 me}$$

Si queremos neutralizar 3,22 me bicarbonatos. Debemos aplicar : $0,082 \text{ cm}^3/\text{me} \times 3,22 \text{ me} = 0,264 \text{ cm}^3$ de ácido nítrico al 56% /L agua de riego.

Cálculo de los mL de ácido que tienen un miliequivalente de ácido

Ácido	Concentración	mg/L	Peso equiv	meq/ 1000 mg ác	mg 1 meq ac	Dens g/mL	mL ac /1 meq
HNO ₃	56%	560	63	8,889	112,5	1,36	0,0827
H ₃ PO ₄	75%	750	97	7,732	129,3	1,62	0,0798
H ₂ SO ₄	98%	980	49	20,000	50,0	1,84	0,0272
HCl	37%	370	36,5	10,148	98,5	1,184	0,0832

MATERIA ORGÁNICA

El crecimiento bacterial y la química del agua pueden causar que la arena se cimente. Esto produce canales por los que puede pasar agua contaminada al sistema de riego.

Esto se corrige con cloración.

Una baja concentración de cloro (1 a 5 ppm) mata bacterias y oxida el hierro.

Una alta concentración de cloro (100 a 1000 ppm) oxida la Materia Orgánica y la desintegra.

Tratamientos de limpieza

$$q = \frac{Qc}{10C\rho} (l/h)$$

q= caudal de inyección

Q= Caudal de la red

c= concentración del ácido para pH 2 en g/L

C= Concentración del ácido en peso (%)

ρ (Rho)= densidad del ácido g/cm³

Tratamientos de limpieza

$$q = \frac{Qc}{10C\rho} \text{ (l / h)}$$

Cantidad de acido= suficiente para bajar el pH 2 = 0,8 g/L

Q	18750 L/h	Q= Caudal de la red
c PO ₄ H ₃	0,8 g/L	conc del ácido para pH 2 en g/L
C	80 %	Conc. del ácido en peso (%)
ρ	1,632 g/cm ³	
Qc	15000 g ácido	→ 18.750 L/h x 0,8 g/L
Qc	11489 mL ácido	→ (15.000/80)*100/ρ
q	11,5 L/h	Ac Puro comercial

Diluirlo de manera que sea inyectado en 1 hora según el caudal de inyector

Tratamientos con ácido

$$V1 \times C1 = V2 \times C2$$

$$V1 ?$$

$$C1 = 800 \text{ g/kg (ácido al 80\%)}$$

$$C2 = 0,8 \text{ g/L}$$

$$V2 = 18750 \text{ L/h}$$

$$V1 = \frac{V2 \times C2}{C1}$$

$$V1 = \frac{18750 \times 0,8}{800 \times 1,632} \quad V1 = 11,54 \text{ L/h}$$

Densidad



EL CLORO ACTIVO ES UN FUERTE OXIDANTE QUE:

1. Impide la acumulación de tapiz bacterial en las tuberías y laterales.
2. Destruye y descompone las bacterias quimioautotróficas (azufre y hierro).
3. Limpia el sistema de sedimentos orgánicos y de film bacteriano.
4. Mejora la eficiencia del filtrado inicial cuando se utiliza agua con alto contenido de materia orgánica.

Los productos como fuente de cloro activo son: el hipoclorito de sodio y el cloro gaseoso .

Tratamientos con cloro

$$V1 \times C1 = V2 \times C2$$

$$V1 ?$$

$$C1 = 55 \text{ g/L} = 55000 \text{ mg/L}$$

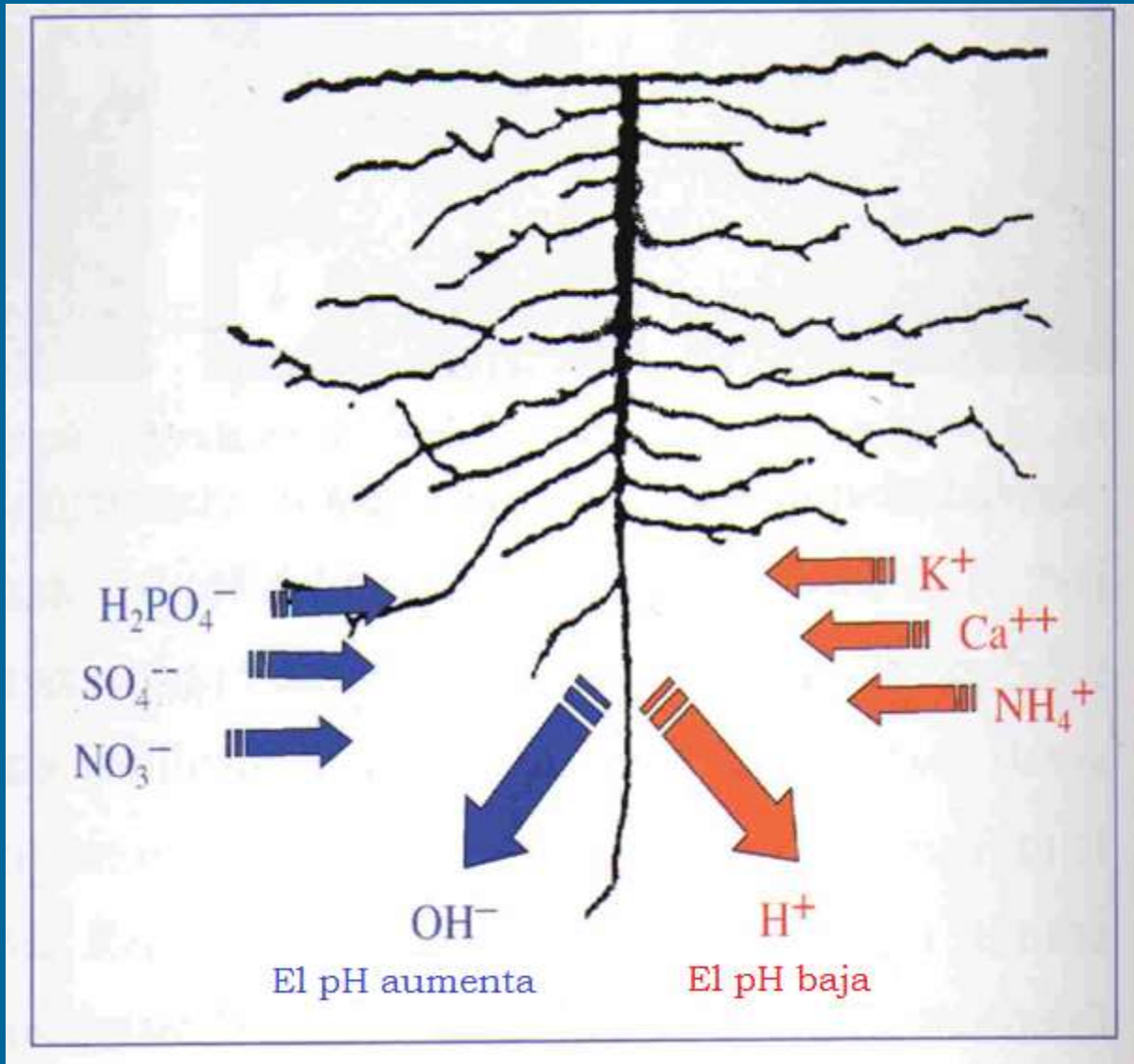
$$C2 = 1 \text{ mg/L}$$

$$V2 = 18750 \text{ L/h}$$

$$V1 = \frac{V2 \times C2}{C1}$$

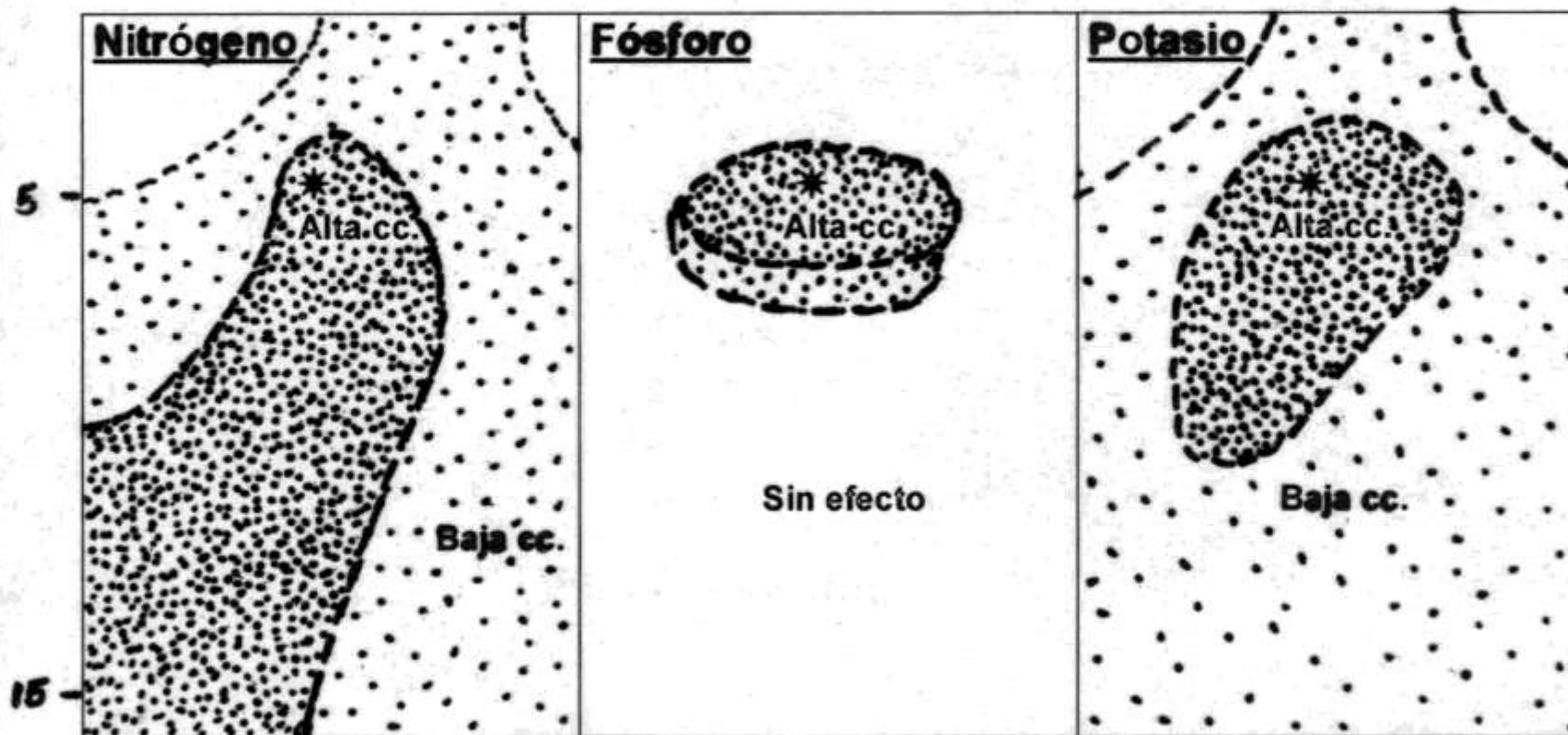
$$V1 = \frac{18750 \times 1}{55000}$$

$$V1 = 0,340 \text{ L/h}$$



MOVIMIENTO RELATIVO DEL N, P y K DESDE SU APLICACIÓN

(Fuente: Domínguez Vivancos 1984)



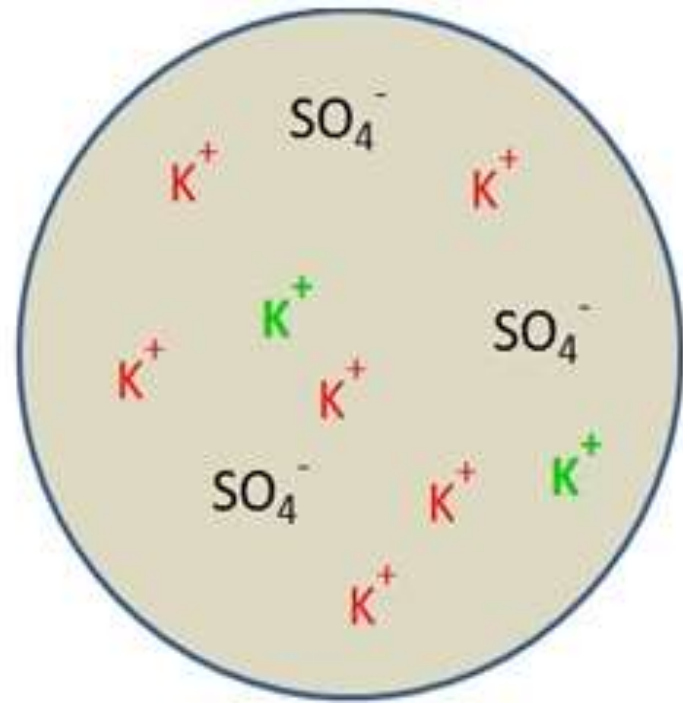
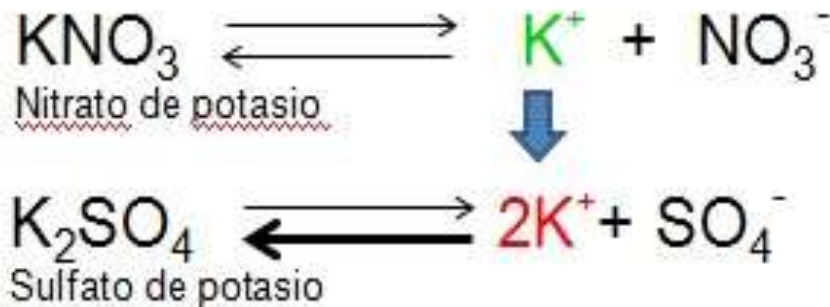
ANTAGONISMO

SINERGISMO

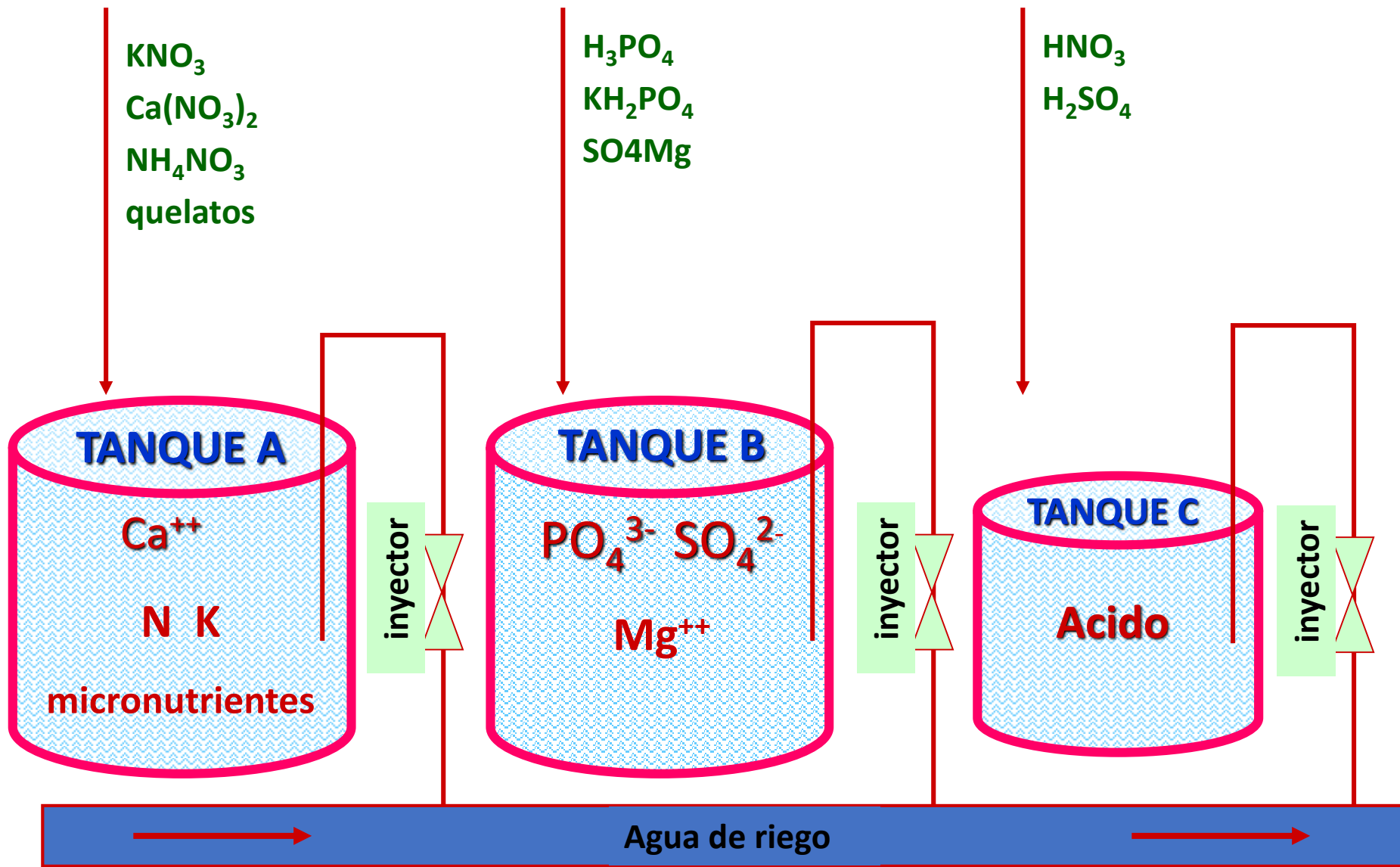
Potasio →	Boro	Nitrógeno →	Manganeso
Magnesio →	Potasio	Magnesio →	Fósforo
Molibdeno →	Cobre	Molibdeno →	Nitrógeno
Cobre →	Manganeso Hierro	Potasio →	Manganeso Hierro
Fósforo →	Zinc, Potasio Cobre, Calcio Hierro	Azufre →	Nitrógeno Manganeso Magnesio
Zinc →	Hierro		
Boro →	Potasio		
Hierro →	Fósforo		
Azufre →	Potasio Cobre y Boro		
Calcio →	Potasio Magnesio Amonio		
Calcio →	Manganeso Zinc Boro		

EL EFECTO DEL IÓN COMÚN -

Cuando un fertilizante está disuelto en un tanque de almacenamiento con otro fertilizante y ambos contienen un ion común, se reduce la solubilidad de ambos fertilizantes. Por ejemplo, Nitrato de potasio y Sulfato de potasio son compatibles y pueden ser disueltos en el mismo tanque de almacenamiento. Dado que ambos contienen potasio, su solubilidad se reduce cuando se mezclan.



SOLUCIONES NUTRITIVAS EN INVERNADEROS



Fertilizantes para fertirriego : **compatibilidad**

$(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$	NO_3NH_4	PO_4H_3	NO_3K	$\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$	SO_4K_2	SO_4Mg	
C	C	I	C	I	I	I	$(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$
	C	C	C	C	C	C	NO_3NH_4
		C	C	C	C	C	PO_4H_3
			C	C	C	C	NO_3K
				C	C	C	$\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$
					C	C	SO_4K_2
						C	SO_4Mg

Fuente: Cadahia López, 1997