

USO Y FUNCIONES DEL NETAJET/FERTIKIT

César Vázquez

Agronomo Netafim Mexico



AGENDA



- ❖ INTRODUCCION
- ❖ PRODUCTOS PERMITIDOS Y PROHIBIDOS
- ❖ SOLUBILIDAD DE FERTILIZANTES
- ❖ COMPATIBILIDAD ENTRE FERTILIZANTES
- ❖ EL USO DE LOS MICRONUTRIENTES
- ❖ EL CONTROL DE LA CE
- ❖ EL CONTROL DEL pH
- ❖ AGITACION
- ❖ PROPORCIONAL/CANTIDAD
- ❖ MONITOREO

Que es fertiriego

- La fertirrigación es una técnica que permite la aplicación simultanea de **agua y fertilizantes** a través del sistema de riego.
- Por lo tanto se trata de aprovechar los sistemas de Riegos Localizados para aplicar los nutrientes necesarios a las plantas en cada etapa vegetativa.



Dos actividades ligadas

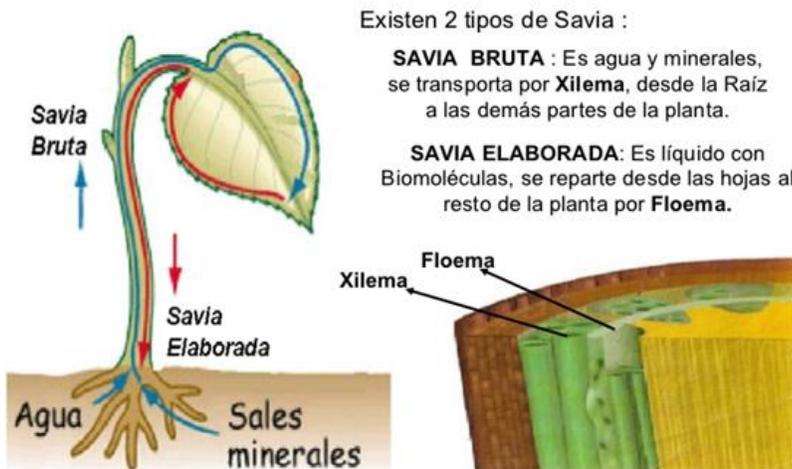
Riego

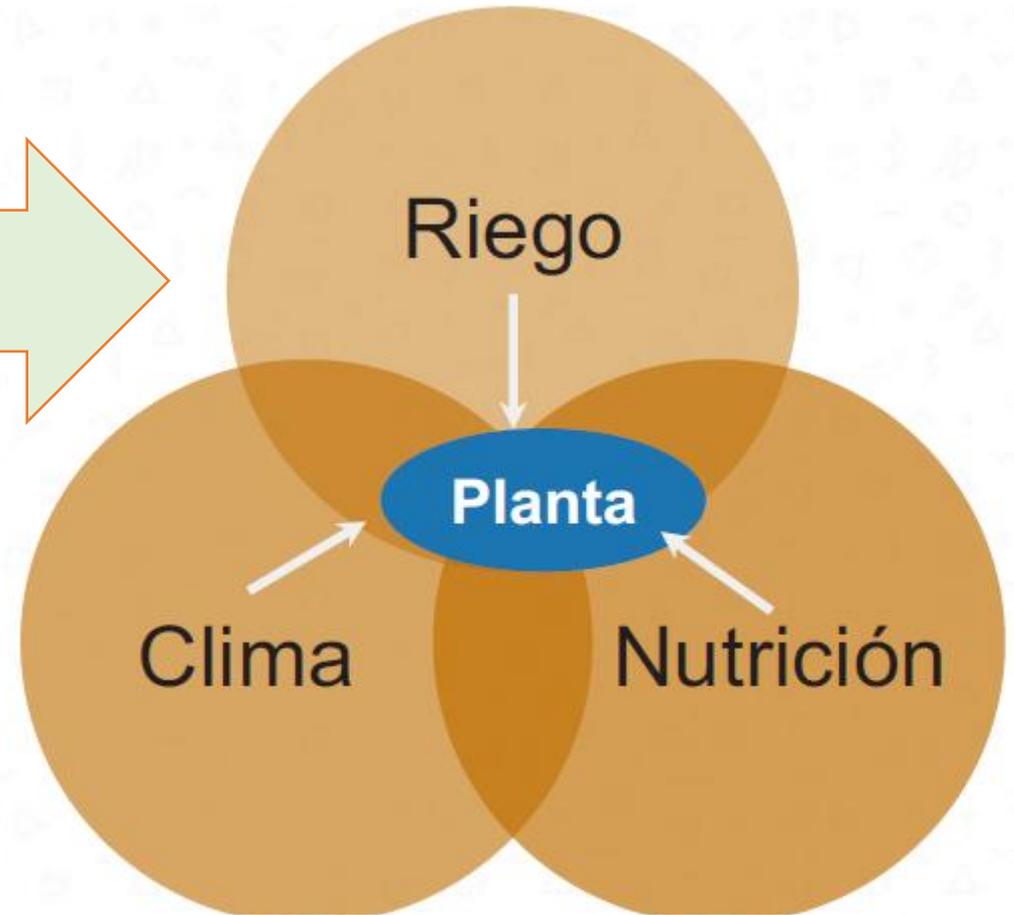
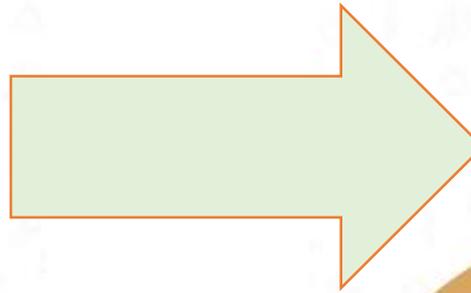
- ✓ Los nutrientes se transportan hacia el follaje por medio del flujo de la transpiración.
- ✓ Baja transpiración causada por un manejo deficiente de riego y estrés hídrico resulta en un bajo transporte de nutrientes.



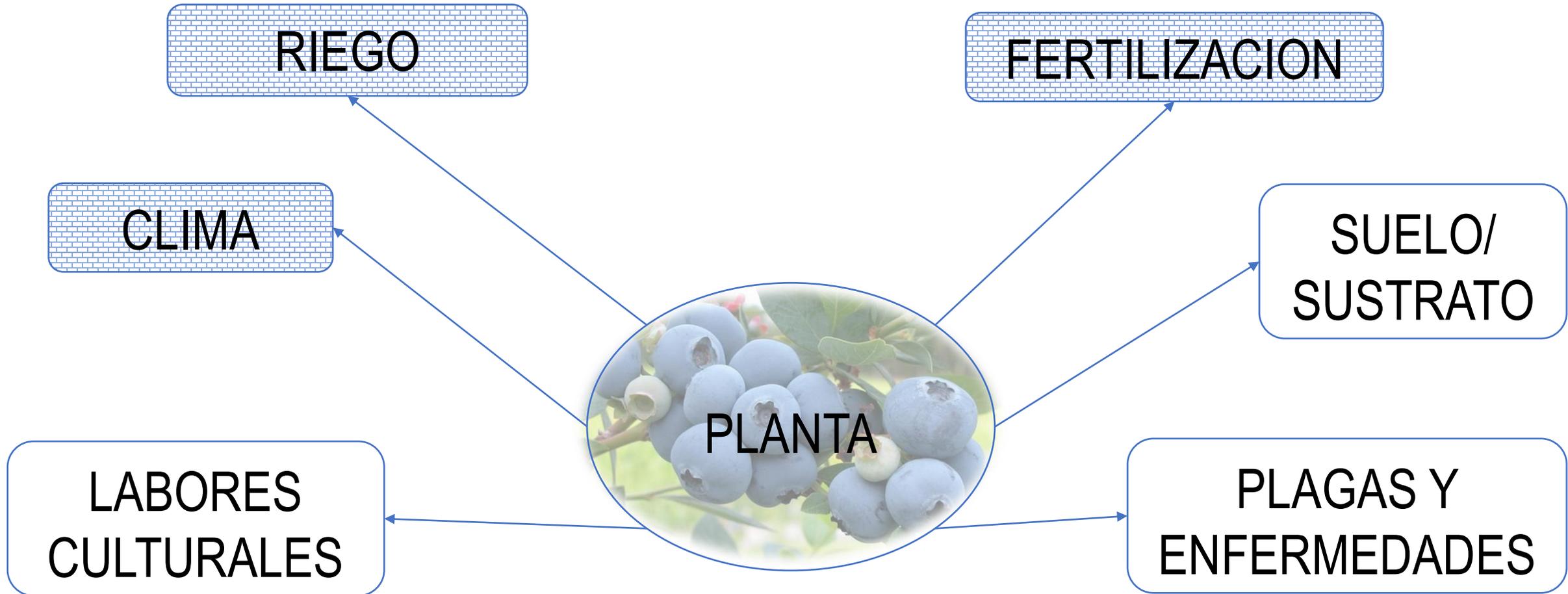
Fertilización

- ✓ La fertilización afecta la disponibilidad de agua para la planta.
- ✓ Aplicación incorrecta (exagerada o concentrada) saliniza el suelo y dificulta la toma de agua por la planta.





¿Que factores influyen para producir?





PRODUCTOS PERMITIDOS

- ✓ ***Fertilizantes solubles***- convencionales y orgánicos.
- ✓ ***Fungicidas e insecticidas*** que no son desinfectantes, son permitidos pero algunos pueden causar daño al equipo de inyección.
Por lo tanto, hay que consultar con los agrónomos de Netafim antes de aplicarlos.
- ✓ ***Ácidos orgánicos- fúlvicos, húmicos***
(no causan daño pero ensucian los sensores)
- ✓ ***Enraizadores***
- ✓ ***Micro- nutrientes***

PRODUCTOS PERMITIDOS

NUTRIENTE	FERTILIZANTE
NITROGENO	<ul style="list-style-type: none"> - Nitrato de calcio - Nitrato de magnesio - Nitrato de potasio - Fosfonitrato - Fosfato mono amónico (MAP) - Formulas (Ultrasol, Polyfeed, etc.) - Ácido Nítrico - Sulfonit
POTASIO	<ul style="list-style-type: none"> - Nitrato de potasio - Sulfato de potasio - Cloruro de potasio (no rojo) - Fosfato mono potásico (MKP) - Formulas (Ultrasol, Polyfeed, etc.)
FOSFORO	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido Fosfórico - Fosfato mono potásico (MKP) - Fosfonitrato - Formulas (Ultrasol, Polyfeed, etc.)
CALCIO	<ul style="list-style-type: none"> - Nitrato de calcio - Cloruro de calcio - Yeso agrícola orgánico, (bajar el pH del tanque a 4)
MAGNESIO	<ul style="list-style-type: none"> - Nitrato de magnesio - Sulfato de magnesio
MICROS	<ul style="list-style-type: none"> - Quelatados con EDTA, DTPA, EDDHA etc. - Azufrados



PRODUCTOS PROHIBIDOS

- ✓ **Desinfectantes**- Metam sodio, Telone, Piclor, Bromuro de Metilo etc.
- ✓ **Cloro en concentración mayor a 30 ppm de cloro libre.**
- ✓ **Cloro a pH < 6**
- ✓ **Los ácidos concentrados** están permitidos aplicarse directamente (sin diluir) **solo** si el canal es de ácido concentrado (pedido especial).
Si no es el caso, la concentración máxima del ácido en el tanque será de 10%.
- ✓ **Solución con un pH menor a 2.5.** Una solución con pH 2.5-3.0 se aplica normalmente a final de temporada durante 30-45 minutos para limpiar los goteros de los residuos de carbonatos. En esta aplicación es importante asegurar:
 - Que al pH no baje de 2.5. Un pH demasiado bajo puede dañar el equipo de inyección y también el diafragma de los goteros autos compensados.
 - No aplicar el ácido a este pH junto con otros fertilizantes o agroquímicos como insecticidas o fungicidas.
- ✓ **Fertilizantes granulados que no son solubles**
- ✓ **Productos orgánicos que contengan un alto porcentaje de sólidos en suspensión** (sin tratamiento previo alguno)

cloración

1. Usar dosificadoras precisas.
2. No pasar la dosis de 30 ppm de cloro libre con goteros auto compensados.
3. No bajar el pH a menos de 6.0 .
4. Medir el cloro libre al final de las regantes para ajustar la dosis de inyección hasta encontrar la deseada.
5. Lavar el sistema después de la aplicación.



SOLUBILIDAD



KG/1000 LITROS	5°C	10°C	20°C	25°C	30°C
Nitrato de Amonio (NA)	1,183	1,510	1,920		2,420
FOSFONITRATO (PN)			1,000		
Nitrato de Calcio (NC)	1020	1130	1290		
Nitrato de Calcio (NC)CALCINIT YARA			500(1200)		
Nitrato de Potasio (NK)	133	170	209	316	370
Nitrato de Potasio (NK)Multi-K Haifa		212	316		453
Nitrato de Potasio Multi-KMg Haifa		230	320		460
Nitrato de Potasio (NPK)HAIFA		210	330		480
Nitrato de Potasio (NKS)			315		
Nitrato de Potasio (NKS)SQM			260(330)		345
Nitrato de Magnesio (NMg)	680	690	710	720	
Nitrato de Magnesio (NMg) MAGNIT SQM			560(700)		
Nitrato de Magnesio (NMg) MAGNISAL HAIFA		2000	2250		2560
Urea (U)	780	850	1060	1200	
Sulfato de Amonio (SAM)	710	730	750		
Sulfato de Potasio (SOP)	80	90	111	120	
Sulfato de Potasio (SOP) SOP 52 SQM			70		
Sulfato de Potasio (SOP) HAIFA		80	100		110
Sulfato Magnesio (SMg)		620	710-740		810
Fosfato Mono amónico (MAP)	250	295	374	410	464
Fosfato Mono amónico (MAP)SQM			260(330)	320	
Fosfato Mono amónico (MAP)HAIFA		295	374		464
Fosfato Mono potásico (MKP)	110	180	230	250	300
Fosfato Mono potásico (MKP)SQM			200(250)	230	
Fosfato Mono potásico (MKP)HAIFA		180	230		280
Cloruro de Potasio (KCl)	229	238	255	264	275
Cloruro de Potasio (KCl) SQM			280(350)		
Magnum SQM			960		
18-18-18 SQM			696		705
Sulfonit			1,000		

COMPATIBILIDAD



Tanque A

Sin fertilizantes
conteniendo calcio

Multi-K
Multi-NPK
MAP
MKP
Urea
Nitrato de amonio
Sulfato de potasio
Acido fosfórico
Sulfato de magnesio

Tanque B

Sin fertilizantes
conteniendo fosfatos
y sulfatos

Multi-K
Multi-KMg
Magnisal [$Mg(NO_3)_2$]
Urea
Nitrato de calcio
Nitrato de amonio
Acido nítrico



Tabla 3. La Compatibilidad entre los fertilizantes en en el tanque

FERTILIZANTE	NA	PN	NC	NK	NPK	NKS	NMg	U	SAM	SOP	SMg	MAP	MKP	KCl	CaCl	SN	Mi-S	Mi-Q	AcP	AcN	AcS	
Nitrato de Amonio (NA)																						
Fosfonitrato (PN)	SI																					
Nitrato de Calcio (NC)	NO	NO																				
Nitrato de Potasio (NK)	SI	SI	SI																			
Nitrato de Potasio (NPK)	SI	SI	NO	SI																		
Nitrato de Potasio (NKS)	SI	SI	NO	SI	SI																	
Nitrato de Magnesio (NMg)	SI	R	SI	SI	R	SI																
Urea (U)	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI															
Sulfato de Amonio (SAM)	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI														
Sulfato de Potasio (SOP)	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI													
Sulfato Magnesio (SMg)	SI	NO	NO	SI	R	SI	SI	SI	SI	SI												
Fosfato Monoamonico (MAP)	SI	SI	NO	SI	SI	SI	R	SI	SI	SI	R											
Fosfato Monopotasico (MKP)	SI	SI	NO	SI	SI	SI	R	SI	SI	SI	R	SI										
Cloruro de Potasio (KCl)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI									
Cloruro de Calcio (CaCl)	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI								
Sulfonit (SN)	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO							
Sulfatos Fe, Mn, Zn, Cu (Mi-S)	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI						
Micros- Quelatos EDTA,DTPA,EDDHA (MiQ)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI					
Acido Fosforico (AcP)	SI	SI	NO	SI	SI	SI	R	SI	SI	SI	R	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO				
Acido Nitrico (AcN)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI			
Acido Sulfurico (AcS)	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI		

- SI Productos 100% compatibles
- NO Productos que nunca deben mezclarse en el tanque de disolución
- R Mezcla con restricciones, a altas concentraciones pueden ocurrir precipitados

PREPARACION DE FERTILIZANTES CON 3 TANQUES

CAPACIDAD DE INYECCION REQUERIDA: 10 L/M3

Tanque	Permitido	Prohibido
1 CE	<ul style="list-style-type: none"> - Nitrato de Calcio - Cloruro de calcio - Nitrato de magnesio - Micro nutrientes quelatados 	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfatos - Fosfatos - Micros azufrados # <i>Bajar el pH a 4-6 con ácido Nítrico para los quelatos</i>
2 CE	<ul style="list-style-type: none"> - Nitrato de potasio - Sulfato de potasio - Cloruro de potasio - Fosfato mono potásico (MKP) - Fosfato mono amónico (MAP) - Sulfato de magnesio - Micro nutrientes quelatados - Micro nutrientes azufrados - Ácido fosfórico - Ácido Nítrico 	<ul style="list-style-type: none"> - Calcio - Fe -quelatado si los demás Micros son azufrados. # <i>Bajar el pH a 4-6 con ácido Nítrico si los micros son quelatados.</i> # <i>Si hay quelatos, cuidar con los Ácidos no bajar de pH 2.</i>
3 ACIDO pH	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido Sulfúrico 	<ul style="list-style-type: none"> - Calcio - Micro nutrientes Quelatados

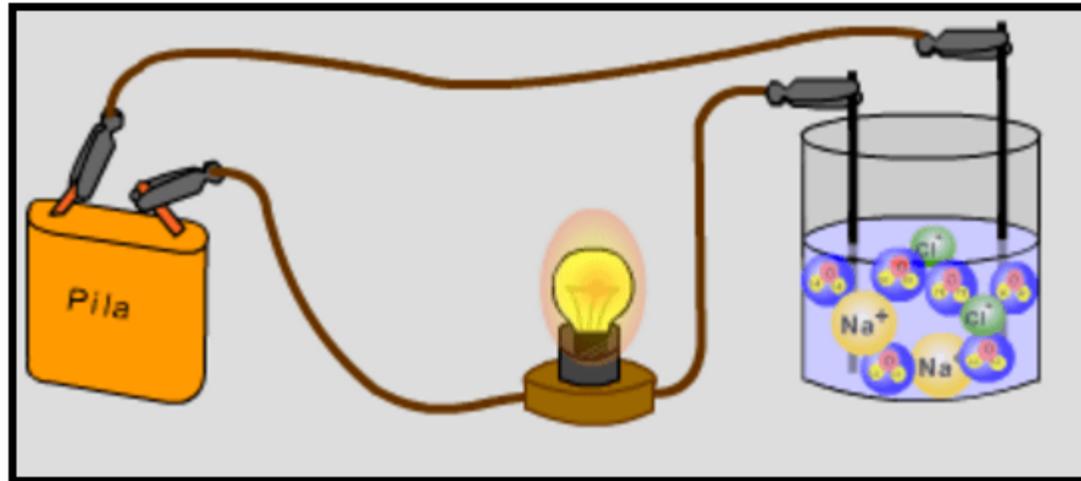
PREPARACION DE FERTILIZANTES CON 5 TANQUES

CAPACIDAD DE INYECCION REQUERIDA: 5 L/M3

Tanque	Posible contener	Prohibido contener y comentarios
1 CE	<ul style="list-style-type: none"> - Nitrato de Calcio - Cloruro de calcio - Nitrato de magnesio Micro nutrientes quelatados 	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfatos - Fosfatos - Micros azufrados # <i>Bajar el pH a 5 con ácido Nítrico para los quelatos</i>
2 CE	<ul style="list-style-type: none"> - Nitrato de potasio - Sulfato de magnesio Micro nutrientes quelatados Micro nutrientes azufrados 	<ul style="list-style-type: none"> - Calcio - Fe -quelatado si los demás micros son azufrados. # <i>Bajar el pH a 4-6 con ácido Nítrico si los micros son quelatados</i>
3 CE	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfato de potasio - Cloruro de potasio 	<ul style="list-style-type: none"> - Calcio (si se usa SOP)
4 CE	<ul style="list-style-type: none"> - Fosfato mono potásico (MKP) - Fosfato mono amónico (MAP) - Fosfonitrato - Ácido Fosfórico - Ácido Nítrico 	<ul style="list-style-type: none"> - Calcio
5 ACIDO pH	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido sulfúrico 	<ul style="list-style-type: none"> - Calcio - micro nutrientes quelatados

CONTROL DE CE

Conductividad Eléctrica



✓ CONTROL DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE)

1. Para asegurar el contenido de los nutrientes en la solución nutritiva.

CE ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) generada por 1 gramo de fertilizante disuelto en 1 litro de agua destilada.

FERTILIZANTE	CE ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$)	FERTILIZANTE	CE ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$)
$(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$	1.24	$\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$	0.68
NO_3NH_4	0.94	$\text{PO}_4\text{H}_2\text{NH}_4$	0.86
$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$	1.35	PO_4H_3	1.66
UREA	0.64	$\text{SO}_4\text{Mg}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.94
NO_3K	1.35	Fosfatourea	1.50
SO_4K_2	1.54	$(\text{NO}_3)_2\text{Mg}$	0.54

Fuente: Dominguez Vivancos 1993

2. Para evitar problemas de calidad por CE alta o CE baja

CE BAJA



CE ALTA



- FRUTOS PEQUEÑOS
- ABORTO DE FRUTOS
- QUEMADURAS EN LAS HOJAS.
- DESARROLLO VEGETATIVO POBRE: HOJAS PEQUEÑAS Y CABEZA DELGADA.

Conductividad Eléctrica-CE

Contenido de minerales en el agua

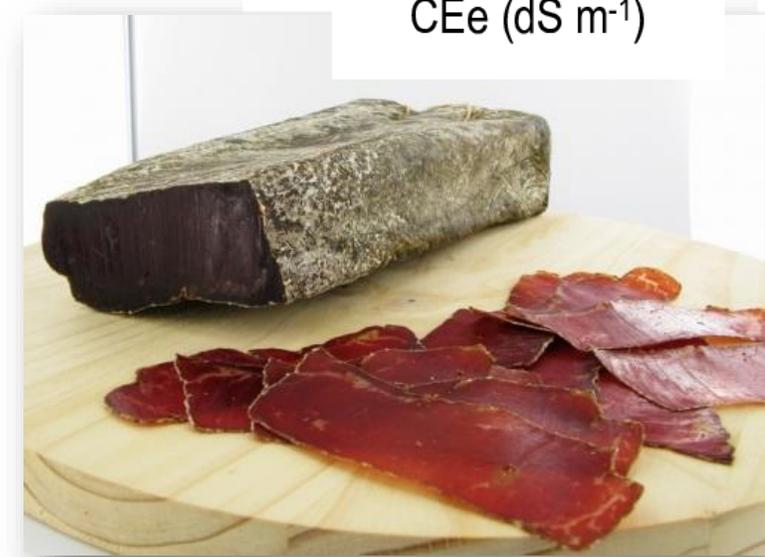
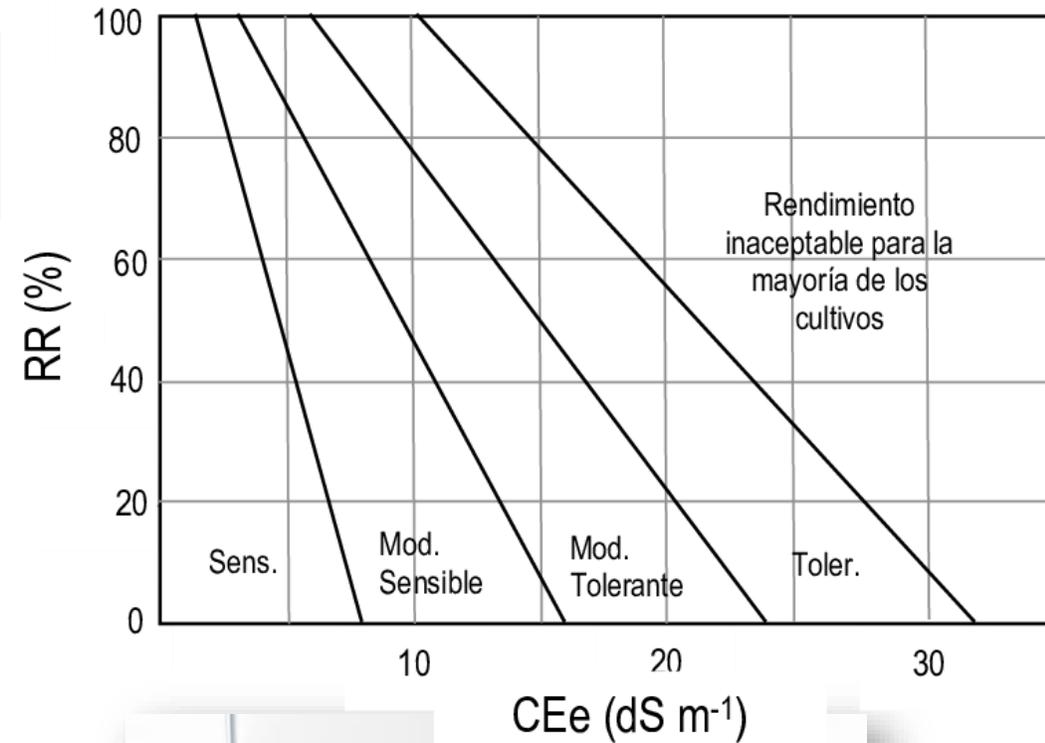
Determina la disponibilidad de agua

Tomate	frambuesa
3.5 - 4.5 dS/m	1.0-1.5 dS/m

Cuadro 2: Tolerancia del cultivo a las sales, expresada en Conductividad Eléctrica (CE).

Cultivo	CE [ds/m]	Cultivo	CE [ds/m]
Brócoli	2.8	Papa	1.7
Pepino	2.5	Pimiento	1.5
Tomate	2.5	Zarzamora	1.5
Melón	2.2	Lechuga	1.3
Espinaca	2.0	Cebolla	1.2
Col	1.8	Frambuesa	1.0
Maíz dulce	1.7	Fresa	1.0

Fuente: Sagarpa



4.5 La conductividad eléctrica (CE) de la solución nutritiva

La conductividad eléctrica de una solución nutritiva, expresada en unidades de mmhos/cm o ds/m refleja el contenido de las sales disueltas en el agua y determina la disponibilidad de agua para las plantas en tal forma que:

Alta CE = Alto contenido de sales= baja disponibilidad de agua

Baja CE=Bajo contenido de sales= alta disponibilidad de agua

La CE de la solución nutritiva se expresa en la siguiente ecuación:

CE agua + CE aporte fertilizantes= CE solución nutritiva

Para calcular la CE aportada por los fertilizantes se utiliza la siguiente ecuación:

$$CE = \frac{\text{Suma de cationes o aniones en meq/l}}{10}$$

Ejemplo- cálculo de la CE de la solución nutritiva

Elemento	ppm	mmoles/l	meq/l
K+	300	$300/39=7.7$	$7.7 \times 1=7.7$
Ca++	160	$160/40=4.0$	$4.0 \times 2= 8.0$
Mg++	36	$36/24=1.5$	$1.5 \times 2=3.0$
NH4+	18	$18/18= 1.0$	1.0×1
Suma			18.7

La CE aportada por los fertilizantes es= $18.7/10 = 1.87$ mmhos/cm

La CE de la solución nutritiva = CE agua + 1.87

4.6 Titulación

La titulación es una prueba rápida de campo para verificar la CE de la solución nutritiva y encontrar los litros que se deben de inyectar del tanque de ácido por m³, para llegar al pH deseado.

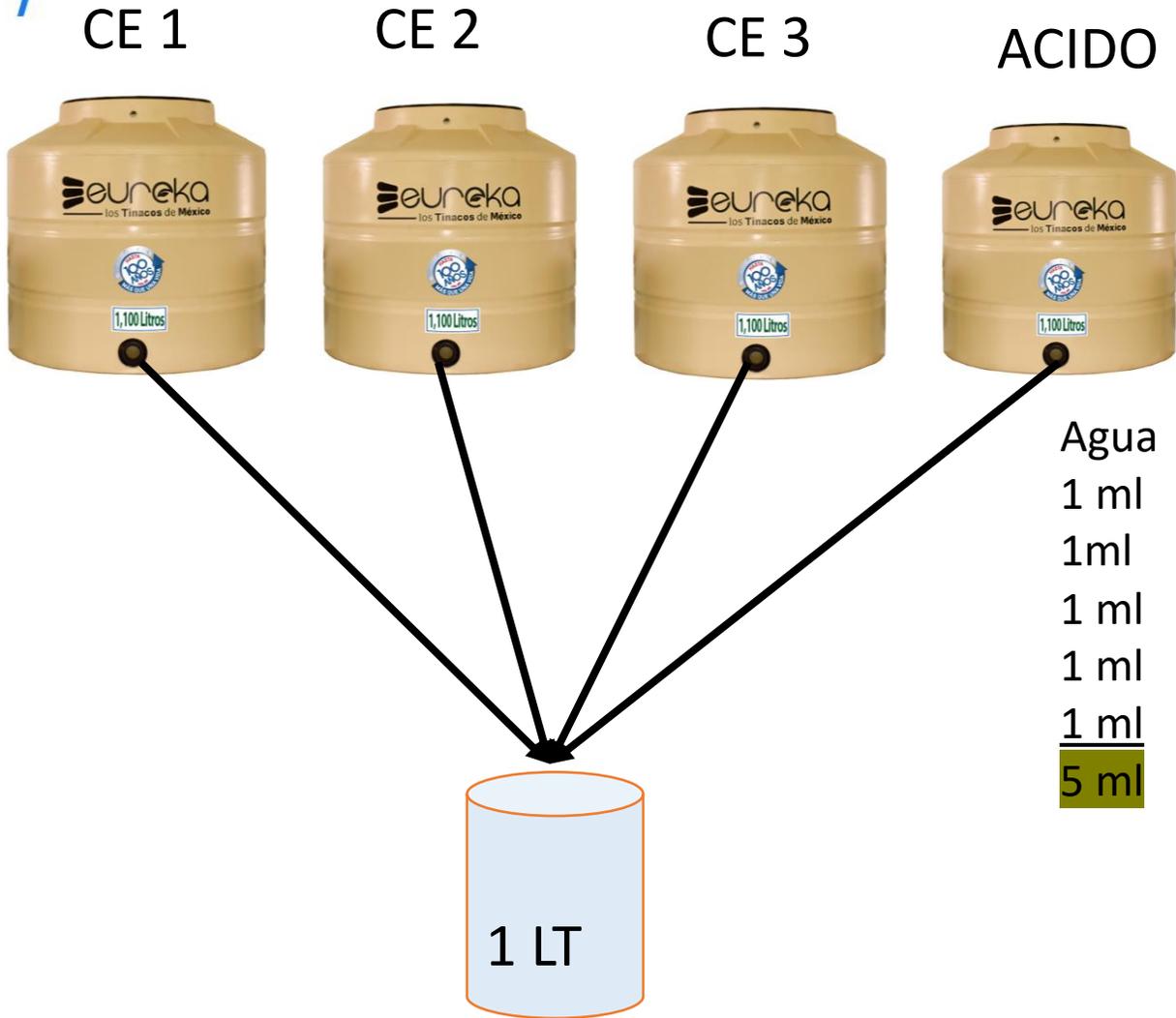
Procedimiento:

1. Prepare los tanques de fertilizantes en la forma más precisa posible:
 - Pese bien los fertilizantes
 - Complete el volumen de agua en el tanque para llegar precisamente al volumen deseado (que usaste en el cálculo)
 - Agita bien los tanques
2. Calibre bien los sensores de CE y pH del equipo de inyección.
3. Prepare **precisamente** un litro de agua fresca y mide su CE con el sensor del equipo. Verifica que coincida con la “CE agua” que usaste para el cálculo de la solución nutritiva.
4. Una Inyección de 1 litro/m³ = 1 ml/litro.
Con una jeringa agregue los ml necesarios al litro de agua que preparaste anteriormente.
Esto se hace solo de los tanques de fertilizantes, definidos como CE.

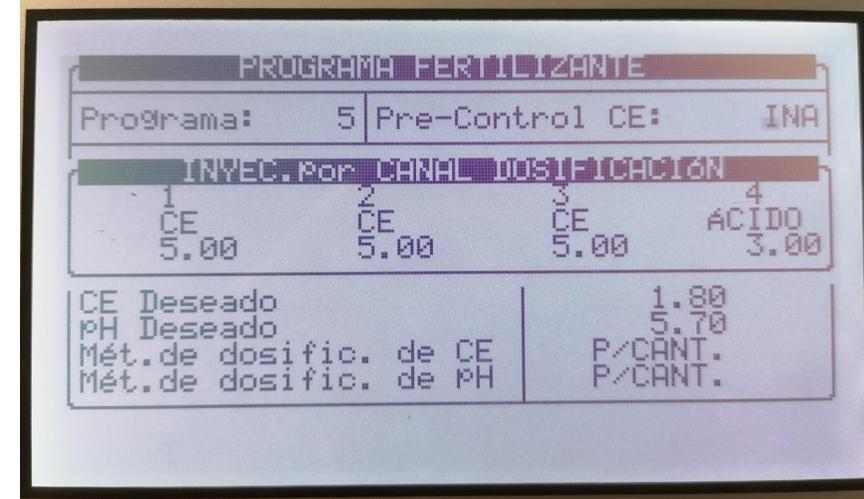
Titulación

5. Agite bien y mida el pH con el sensor del equipo.
6. Con una jeringa saque unos ml del tanque de ácido.
7. Al mismo litro agregue ml tras ml de ácido hasta llegar al pH deseado (5.5-6.)
8. Cuente los ml necesarios para lograr este pH.
9. Mida la CE en el litro con el sensor del equipo. Esta CE tiene que coincidir con la CE calculada y será la CE deseada en el programa de fertilizante.
10. Introduzca en el programa de fertilizante:
 - **Los litros de inyección de ácido.** (por cada ml que agregaste del tanque de ácido tienes que programar 1 litro de inyección)
 - **El pH deseado** (el que se buscó en la titulación)
 - **La CE deseada** (la que se encontró en la titulación)

Titulación de la solución nutritiva

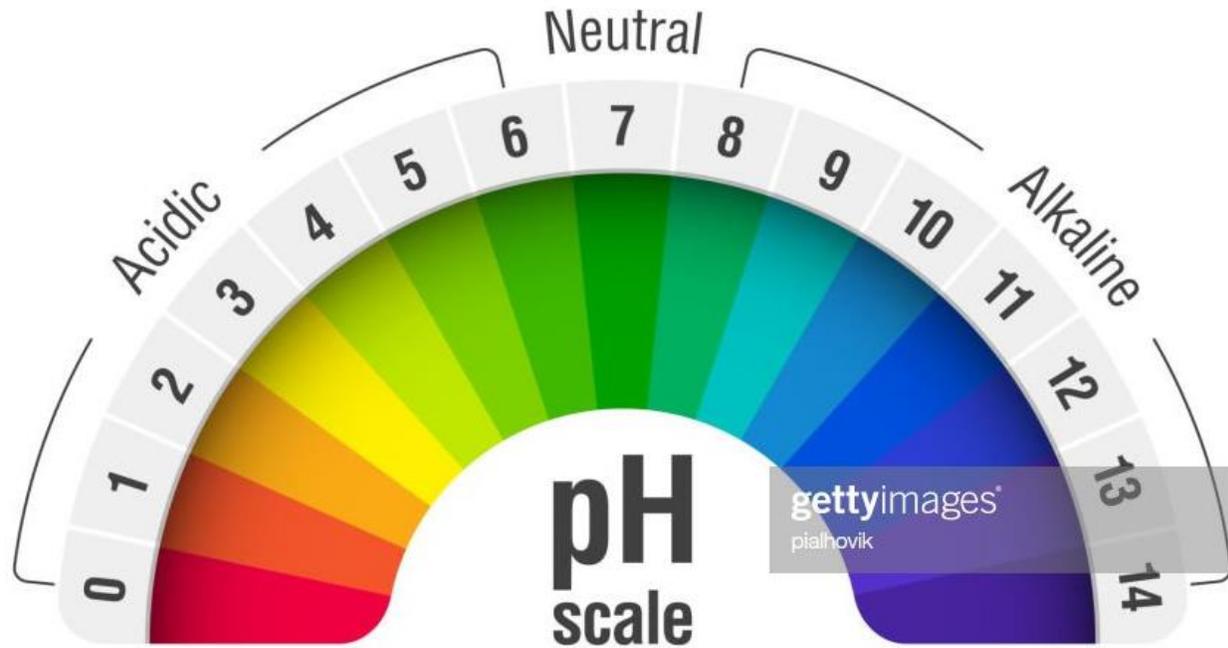


CE	PH
1.5	6
0.3	7.5
1.5	7.2
1 ml acido	6.8
1 ml acido	6.4
1 ml acido	6.0
3ml	



CONTROL DE pH

potencial Hidrógeno



$$\text{pH} = -\log_{10} [a_{H^+}]$$

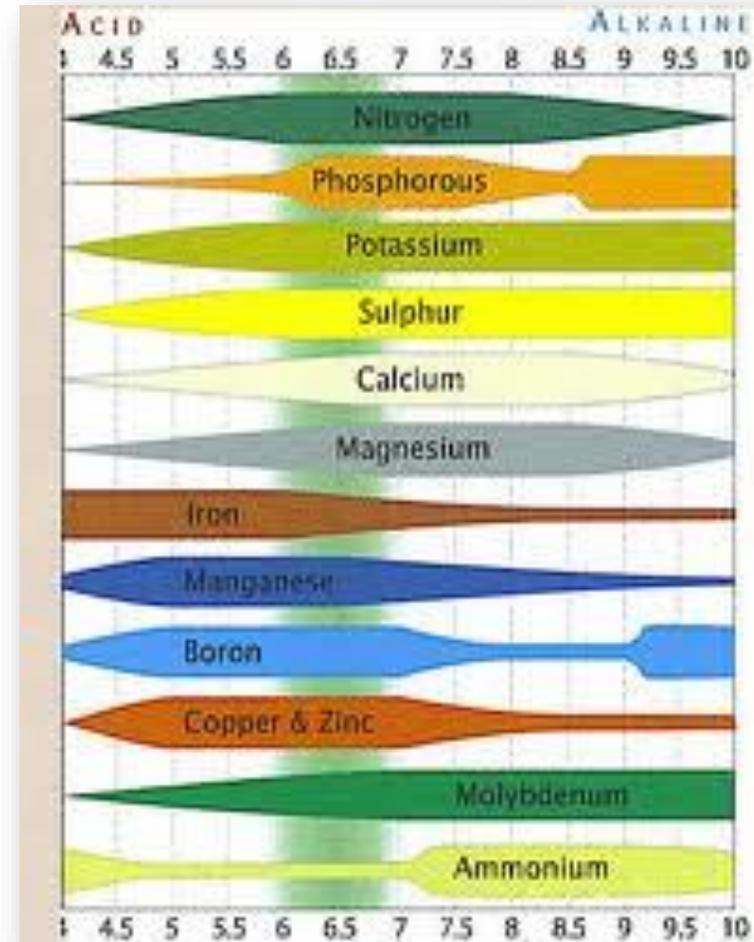
EL CONTROL DEL PH

PORQUE ES IMPORTANTE?

Para evitar acumulación de sarro (carbonato) en los goteros y taponamientos

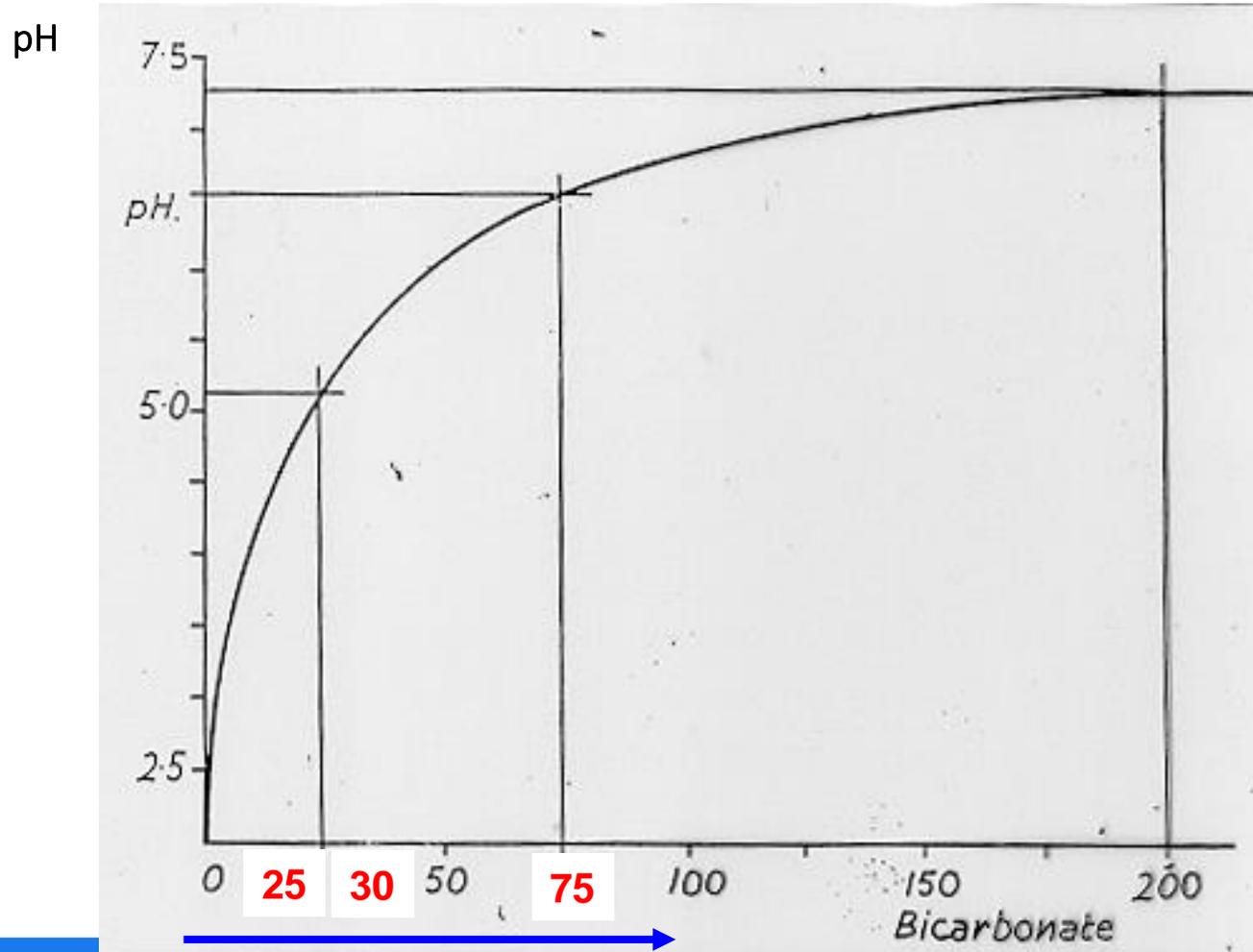


Para asegurar la disponibilidad de los nutrientes y evitar reacciones entre ellos.



LA RELACION ENTRE BICARBONATOS (HCO_3^-) Y pH

Cuando mayor es el nivel del bicarbonato mayor es el pH



NO. DE IDENTIFICADOR	AN00052315		
Muestra	CILO		
pH	6.45	RAS	1.82
C.E. (mmhos/cm)	0.40	PSI	0.38
	ppm		Meq/L
NITRATOS (NO ₃ -)	0.71	/ 4.43/14 x1	0.01
FOSFORO (P-PO ₄ -)	21.60	/ 31 x 1	0.68
SULFATOS (SO ₄ =)	14.41	/ 3/32 x 2	0.30
CARBONATOS (CO ₃ -)	0.00		0.00
BICARBONATOS (HCO₃-)	146.40	/ 61 x 1	2.40
CLORUROS (Cl-)	28.37	/ 35.46 x 1	0.80
Suma de aniones			4.19
SODIO (Na ⁺)	40.00	/ 23 x 1	1.74
POTASIO (K ⁺)	17.00	/ 39 x 1	0.44
CALCIO (Ca ⁺⁺)	30.00	/ 40 x 2	1.50
MAGNESIO (Mg ⁺⁺)	4.00	/ 24 x 2	0.33
Suma de cationes			4.01
FIERRO (Fe)	0.01		0.00
ZINC (Zn)	0.01		0.00
COBRE (Cu)	0.00		0.00
MANGANESO (Mn)	0.01		0.00
BORO (B)	0.01		0.00

elemento	Pesos atomico	Valencia
Ca	40.078	++
Mg	24.305	++
Na	22.990	+
K	39.098	+
Cl	35.453	-
S-SO ₄	32.066	--
HCO ₃	61.01	-
P-PO ₄	30.974	-
N	14.007	
O	15.999	
C	12.011	

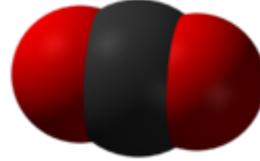
DE DONDE VIENEN LOS BICARBONATOS?



H₂O

+

dióxido de carbono



CO₂



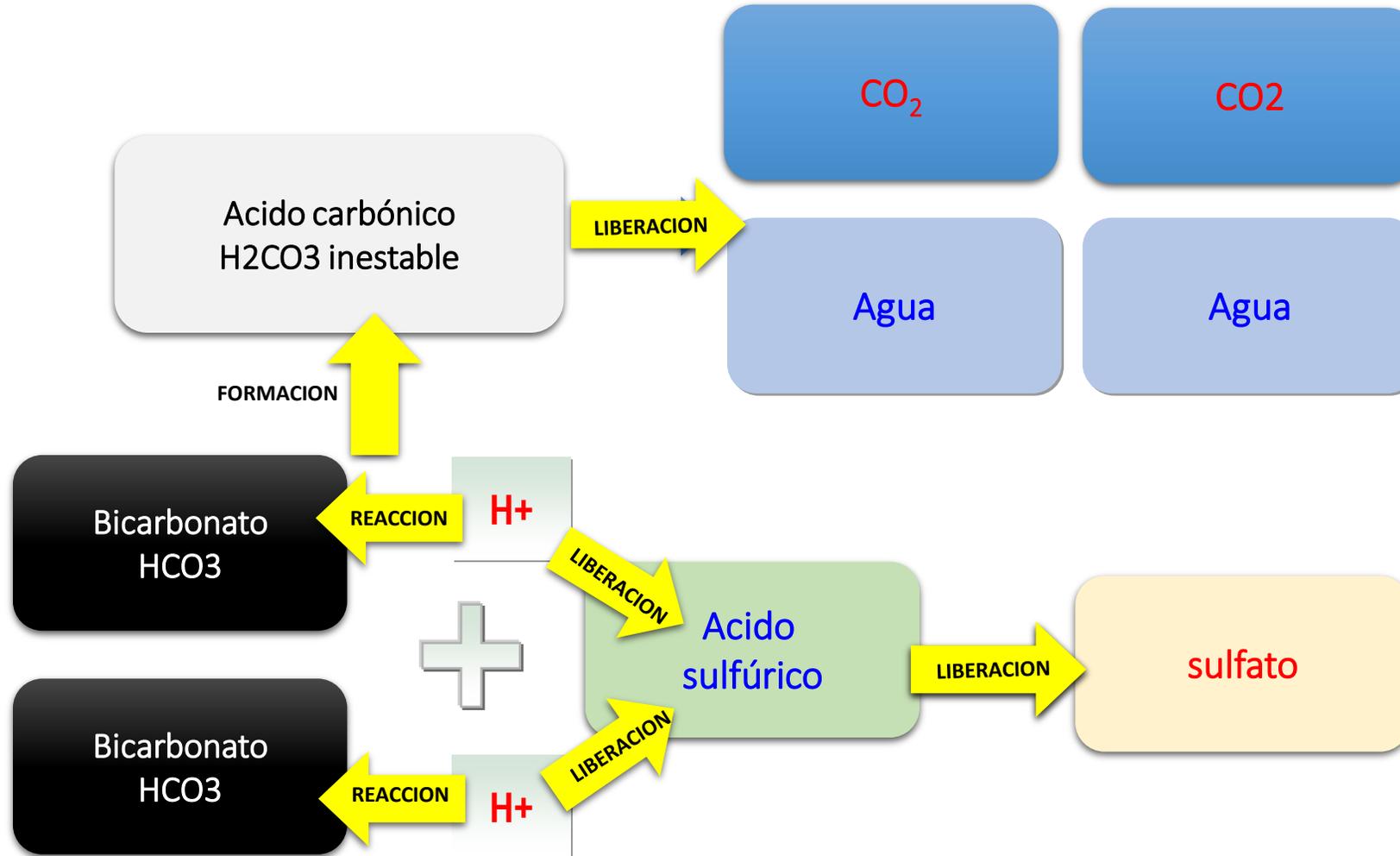
H₂CO₃(aq).
Acido carbónico



Calcio Bicarbonato
 $Ca_{(aq)}^{+2} + 2HCO_{3(aq)}^{-}$

$CaCO_{3(s)}$

REACCION QUIMICA :ACIDO - BICARBONATO



LA DOSIS DEL ACIDO

Para bajar el pH a 5.5 -6.0 hay que dejar en el agua 0.5-1.0 meq/l de Bicarbonato (HCO_3)

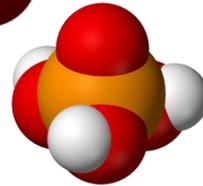
Para neutralizar un meq/l de HCO_3 se requiere :

■ Acido sulfúrico, H_2SO_4 ,



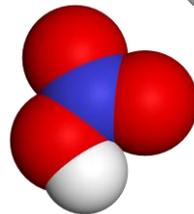
27 ml/m³

■ Acido Fosfórico H_3PO_4



68 ml/m³

■ Acido Nítrico HNO_3



78 ml/m³

EJERCICIO

Para neutralizar un meq/l de HCO_3 se requiere :

- Acido sulfúrico, H_2SO_4 27 ml/m³
- Acido Fosfórico H_3PO_4 68 ml/m³
- Acido Nítrico HNO_3 78 ml/m³



Si el agua contiene 4.5 meq/l de bicarbonato

Cuantos ml/m³ hay que aplicar de acido sulfúrico para dejar 0.5 meq/l?

PREPARACION DEL TANQUE DE ACIDO



COMO SE TIENEN QUE USAR LOS ACIDOS?

1. Cerrar la válvula de succión y la de llenado del tanque.
2. Llenar el tanque con agua hasta la mitad.
3. Con la protección adecuada y con mucho cuidado agregar el acido despacio al tanque alejando la cara.
Siempre se agrega el acido al agua y nunca al revés.
4. Completar con agua hasta llegar al volumen final
5. No concentrar el tanque con mas de 10% de ácido (100 litros de acido /1000 litros volumen final)
6. Es muy importante agitar el ácido en el tanque antes del riego, porque es más pesado que el agua y se concentra en el fondo. (acido sulfúrico :1.84 kilos/ litro)

AGITACION DE LOS TANQUES

Los valores comunes de programación:

	Arranque	Parada mm:ss
Fertilización activa	01:00	10:00
Fertilización Inactiva	02:00	60:00





CALIBRACION ROTAMETROS

4.3 Capacidad y tasa máxima de inyección

La tasa máxima de inyección, usada para el cálculo de las ppm, tiene que ser el 80 % de la capacidad máxima de inyección del equipo.

$$\text{Tasa máxima de inyección Litros/m}^3 = \frac{\text{Capacidad del venturi l/h}}{\text{Caudal de la operación de riego m}^3/\text{h}} \times 0.8$$

Ejemplo:

Venturi de 1000 l/h y caudal de 80 m³/h

Tasa máxima de inyección = 1000/80 x 0.8 = 10 litros/m³

Se multiplica por 0.8 para inyectar al 80 % del tiempo.

Esto para:

- 1- Que el equipo pueda aumentar la inyección y lograr los valores deseados de CE/pH.
- 2- Lograr alta estabilidad en la CE y en el pH

4.4 Ajuste de la capacidad de inyección del venturi

No es necesario inyectar usando la tasa máxima calculada anteriormente. Si se requiere utilizar una tasa de inyección menor, es posible, pero hay que reducir la capacidad del venturi para asegurar una inyección al 80%.

Para calcular la capacidad nueva del venturi, que asegura inyección al 80 % se usa la siguiente formula:

$$\text{Capacidad nueva del venturi l/h} = \frac{\text{Inyección deseada L/m}^3 \times \text{Caudal de la operación de riego m}^3/\text{h}}{0.8}$$

Ejemplo:

Venturi de 1000 l/h, caudal de 80 m³/h e inyección deseada de 5 l/m³

Capacidad nueva del venturi = [5 x 80] / 0.8 = 500 litros/hora

Para realizar el cambio en la capacidad del venturi hay que:

1. Entrar a “Configuración” (7) y luego a canal de fertilizante (6) y configurar el canal con la capacidad nueva.
2. Mover la válvula del canal (cuando esté inyectando) hasta que el flotador del rotámetro suba a la capacidad nueva.

***** Siempre hay que asegurar que la capacidad real del Venturi (el nivel del flotador) coincida con su capacidad Configurada en el controlador.**

Válvula de ajuste del canal de inyección



NETAJET



FERTIKIT





Fertilización cuantitativa	Fertilización proporcional
Se aplican los kg de cada nutriente de acuerdo al cultivo, a la etapa fenológica y a la superficie, sin importar el volumen de agua en el cual se aplican, mientras la conductividad eléctrica no suba demasiado.	Se aplica el fertilizante para lograr una concentración requerida de cada nutriente en el agua.
kg/ha/ día, semana, etapa	ppm (gramos/m ³), mmol/litro, meq/litro

Métodos de fertilización- Programación

FERTILIZACION POR CANTIDAD

FERTILIZACION PROPORCIONAL

PROGRAMA FERTILIZANTE			
Programa:	1	Pre-Control CE:	INA
UNIDAD POR CANAL DOSIFICACION			
1	2	3	4
CE	CE	CE	ACIDO
100.00	120.00	80.00	5.00
CE Deseado	1.20		
pH Deseado	5.50		
Mét.de dosific. de CE	CANT.		
Mét.de dosific. de PH	P/CANT.		

PROGRAMA FERTILIZANTE			
Programa:	5	Pre-Control CE:	INA
UNIDAD POR CANAL DOSIFICACION			
1	2	3	4
CE	CE	CE	ACIDO
5.00	5.00	5.00	3.00
CE Deseado	1.80		
pH Deseado	5.70		
Mét.de dosific. de CE	P/CANT.		
Mét.de dosific. de PH	P/CANT.		

Fertilización proporcional y por cantidad

- **Cuál es la diferencia?**
- **¿Cuándo usar cada tipo?**
- **¿Cómo se calcula**
- **¿Como se aplica?**

Fertilización cuantitativa

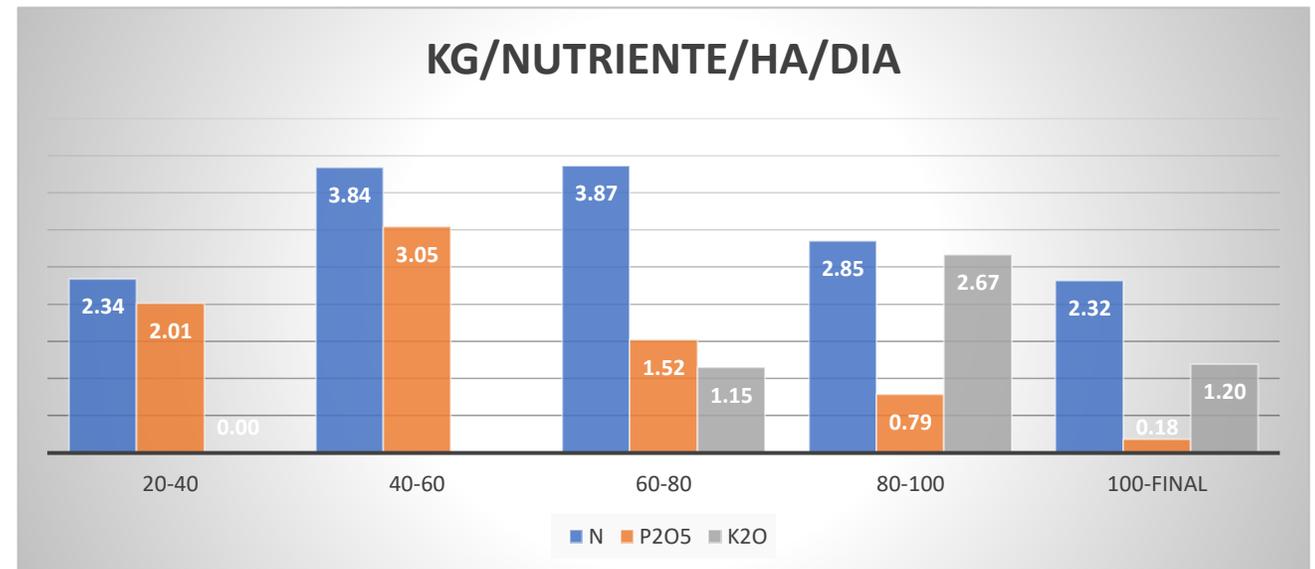
- La fertilización cuantitativa busca aplicar una determinada cantidad (kg) de nutrientes por hectárea en un determinado periodo de tiempo que puede ser día, semana o etapa fenológica.
- Los kilogramos de los nutrientes por hectárea se denominan comúnmente “unidades”.
- La fertilización cuantitativa puede ser aplicada en la base, antes de sembrar o plantar, usando fertilizantes granulados. O en el fertirriego, aplicando fertilizantes solubles por el sistema de riego.
- Cuando el fertilizante se aplica en el fertirriego, no importa tanto el volumen de agua en el que se aplica el fertilizante. Lo importante es asegurar que se aplica la cantidad deseada de los nutrientes.

PLAN DE FERTILIZACION BROCOLI

FOSFONITRATO	33-03-00
MULTI K	13-00-46
MAP	12-61-00

0-20	no se fertiliza			
20-40	KG/HA/DIA	N	P2O5	K2O
FOSFONITRATO	6	1.98	0.18	
MULTI K	0	0.00		0.00
MAP	3	0.36	1.83	
TOTAL		2.34	2.01	0.00
40-60	KG/HA/DIA	N	P2O5	K2O
FOSFONITRATO	10	3.30	0.30	
MULTI K	0	0.00		0.00
MAP	4.5	0.54	2.75	
TOTAL		3.84	3.05	0.00
60-80	KG/HA/DIA	N	P2O5	K2O
FOSFONITRATO	10	3.30	0.30	
MULTI K	2.5	0.33		1.15
MAP	2	0.24	1.22	
TOTAL		3.87	1.52	1.15
80-100	KG/HA/DIA	N	P2O5	K2O
FOSFONITRATO	6	1.98	0.18	
MULTI K	5.8	0.75		2.67
MAP	1	0.12	0.61	
TOTAL		2.85	0.79	2.67
100 Y ADELANTE	KG/HA/DIA	N	P2O5	K2O
FOSFONITRATO	6	1.98	0.18	
MULTI K	2.6	0.34		1.20
MAP	0	0.00	0.00	
TOTAL		2.32	0.18	1.20
Total		304.34	150.9	100.28

	N	P2O5	K2O
20-40	2.34	2.01	0.00
40-60	3.84	3.05	0.00
60-80	3.87	1.52	1.15
80-100	2.85	0.79	2.67
100-final	2.32	0.18	1.20



¿Cómo se calcula la fertilización cuantitativa?

- Paso 1. ¿Cuántos kg por sector de riego?

$$\frac{\text{UNIDADES requeridas del nutriente}}{\text{PORCENTAJE del nutriente}} \times \text{HECTAREAS del sector} = \text{KILOGRAMOS de fertilizante por sector}$$

Por ejemplo:

- Para aplicar **5 unidades de N** a un sector de riego de **2 ha**, usando nitrato de potasio con **12 % N**
- $5 \text{ unidades} \times 2 \text{ ha} / 0.12 = 83.3 \text{ kg de nitrato de potasio}$



•Paso 2. ¿En cuántos litros como mínimo hay que disolver el fertilizante?

•

•Kg de fertilizante por sector / % de solubilidad = litros de solución

•Por ejemplo:

•83.3 kg de nitrato de potasio / 20 % = 416.5 litros



• Paso 3. ¿En cuánto tiempo como mínimo se aplica la solución?

• Depende de la capacidad de inyección de fertilizante.

• Por ejemplo:

• Capacidad de inyección es de 1000 litros /hora

• Lts mínimo a aplicar = 416 litros

• 1000 lt/hr 60 min

• 416lt/hr x?

$$X = 416 \times 60 / 1000 = 25 \text{ minutos}$$

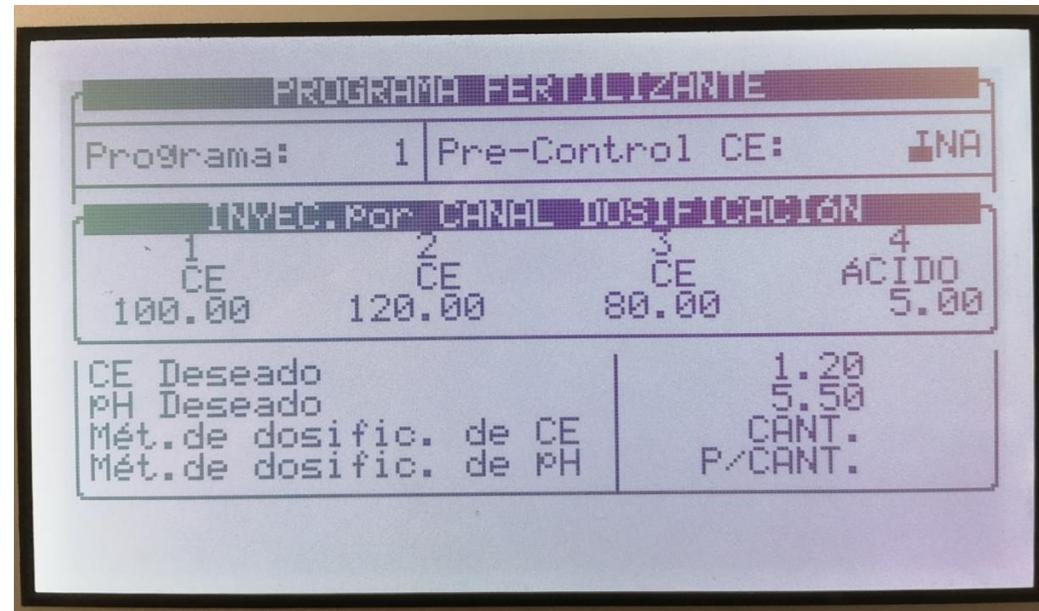


Tanque 1

Tanque 2

Tanque 3

ACIDO



FERTILIZACION POR CANTIDAD "CANT"

Factor 80%		m3/ha		riegos/mes		FERTILIZACION POR CANTIDAD "CANT"												
NETAFIM MEXICO		90		11														
		kg en tanque																
venturi l/h	tanque	Fertilizante	kg/mes	kg/ha/riego	kg total /riego	volumen tanque/dia	% fert en tanque	prog.1	prog.2	prog.3	prog.4	prog.5	prog.6	prog.7	prog.8	prog.9	prog.10	litros total
500	1	fosfonitrato	200	18.18	455	2500	18.2%	210	180	250	220	230	290	310	280	260	270	2500
		map	150	13.64	341		13.6%											
				0.00	0		0.0%											
500	2	SOP 52	250	22.73	568	2500	22.7%	210	180	250	220	230	290	310	280	260	270	2500
				0.00	0		0.0%											
				0.00	0		0.0%											
500	3	nitrate de calcio	150	13.64	341	2500	13.6%	210	180	250	220	230	290	310	280	260	270	2500
				0.00	0		0.0%											
				0.00	0		0.0%											
500	4	sulfato de amonio	100	9.09	227	2500	9.1%	210	180	250	220	230	290	310	280	260	270	2500
				0.00	0		0.0%											
				0.00	0		0.0%											
						calculo l/m3 para titulacion	minutos fertilizacion	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
							m3/riego	94.5	81.0	112.5	99.0	103.5	130.5	139.5	126.0	117.0	121.5	
							l/m3	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	

¿Cómo se aplica?

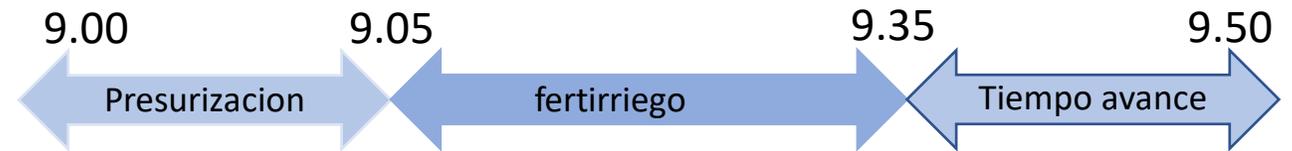
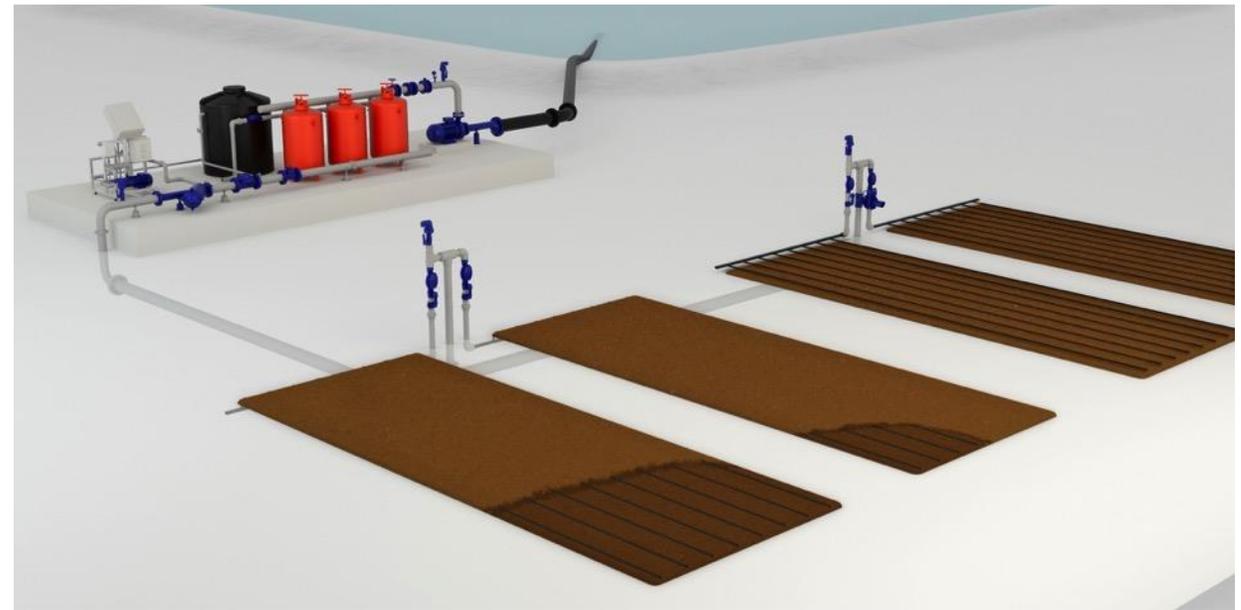
•El fertirriego cuantitativo tiene tres fases:

1. Llenado y presurización

•2. Inyección de fertilizante

• (singular o múltiple)

•3. Lavado - Tiempo de avance



PROG. TIEMP. MARCHA AGUA				
#	Método	Agua	Antes	Después
1	TIEMP	00:01:00	00:00:00	00:00:00
2	TIEMP	00:02:00	00:00:00	00:00:00
3	TIEMP	00:03:00	00:00:00	00:00:00
4	TIEMP	00:04:00	00:00:00	00:00:00
5	TIEMP	00:05:00	00:00:00	00:00:00
6	TIEMP	00:06:00	00:00:00	00:00:00
7	TIEMP	00:01:20	00:00:00	00:00:00
8	TIEMP	00:01:30	00:00:00	00:00:00
9	TIEMP	00:01:40	00:00:00	00:00:00
10	TIEMP	00:01:50	00:00:00	00:00:00
11	TIEMP	00:02:10	00:00:00	00:00:00

Aplicación cuantitativa manual de multicanal

- Se ajusta la inyección del venturi con la válvula del rotámetro para inyectar más rápido o más despacio.
- ej. Si se quiere aplicar 400 litros en dos horas, se ajusta el venturi con la válvula para que el flotador suba a 200 litros por hora.
- El flotador siempre se queda arriba y la inyección es continua.

Válvula de ajuste del canal de inyección



Fertilización proporcional

- La fertilización proporcional busca preparar una solución nutritiva que incluye a todos los nutrientes en el nivel deseado y en la proporción adecuada con al volumen del agua.
- La concentración de los nutrientes en el agua se expresa en varias formas:
 - - mmol/L (cantidad de átomos en un litro de agua)
 - - meq/L (la carga total del ion en un litro de agua) resulta en una conductividad eléctrica.
 - - ppm, gramos/m³, mg/L (el peso total del ion en un litro o un m³ de agua).

Aplicación proporcional lt/m³

- Tanque 1
- Tanque 2
- Acido



Fertilización proporcional

Las formas para expresar la concentración del ion:

- mmol/L 1 mol = $6,022 \times 10^{23}$
- Cantidad o número de iones

**Multiplicar por
la valencia**



Ca⁺⁺
2 mmol/L



**Multiplicar por
el peso atómico**

Meq/L

Carga total del ion +/-

ppm g/m³

Peso total del ion



2 x 2
4 meq/L



2 x 40.078
80.16 ppm

Elemento	Peso atómico	Valencia
Ca	40.078	++
Mg	24.305	++
Na	22.990	+
K	39.098	+
Cl	35.453	-
S-SO ₄	32.066	--
HCO ₃	61.01	-
P-PO ₄	30.974	-
N	14.007	
O	15.999	
C	12.011	

ANALISIS DE AGUA

FOLIO DE RECEPCION	NR00011695
FOLIO	31656
FECHA	15/05/2010

A G R I C O L A
NETAFIM MEXICO S.A DE C.V.

NO. DE IDENTIFICADOR	AN00052315			pH	6.5-8.0
Muestra	CILO			CE	0.7-2.0
pH	6.45	RAS			
C.E. (mmhos/cm)	0.40	PSI			
	ppm	Meq/L	ppm	Meq/L	NIVEL
NITRATOS (NO ₃ ⁻)	0.71	0.01			
FOSFORO (P-PO ₄ ⁻)	21.60	0.68			
SULFATOS (SO ₄ ⁼)	14.41	0.30			
CARBONATOS (CO ₃ ⁻)	0.00	0.00			< 0.1
BICARBONATOS (HCO ₃ ⁻)	146.40	2.40			0.5 - 3.0
CLORUROS (Cl ⁻)	28.37	0.80			< 5.0
Suma de aniones		4.19			
SODIO (Na ⁺)	40.00	1.74			< 5.0
POTASIO (K ⁺)	17.00	0.44			0.2
CALCIO (Ca ⁺⁺)	30.00	1.50			5.0
MAGNESIO (Mg ⁺⁺)	4.00	0.33			4.0
Suma de cationes		4.01			
FIERRO (Fe)	0.01	0.00			0.5
ZINC (Zn)	0.01	0.00			1.0
COBRE (Cu)	0.00	0.00			0.2
MANGANESO (Mn)	0.01	0.00			0.2
BORO (B)	0.01	0.00			1.0

suma / 10 (9 a 11 es aceptable)

Parecidos con 5 % variación

elemento	Pesos atomico	Valencia
Ca	40.078	++
Mg	24.305	++
Na	22.990	+
K	39.098	+
Cl	35.453	-
S-SO ₄	32.066	--
HCO ₃	61.01	-
P-PO ₄	30.974	-
N	14.007	
O	15.999	
C	12.011	

Calculo de PPM

$$\text{ppm gr/m}^3 = \frac{\text{Porcentaje del nutriente En el fertilizante} \times \text{Inyección Litros/m}^3 \times \text{Kg del fertilizante en el tanque} \times 10}{\text{Volumen de agua en el tanque en litros}}$$

Ejemplo:

Cuantos kg de sulfato de magnesio (9.7 % Mg) hay que poner en un tanque de 1000 litros con una inyección de 5 l/m³ para lograr 40 ppm?

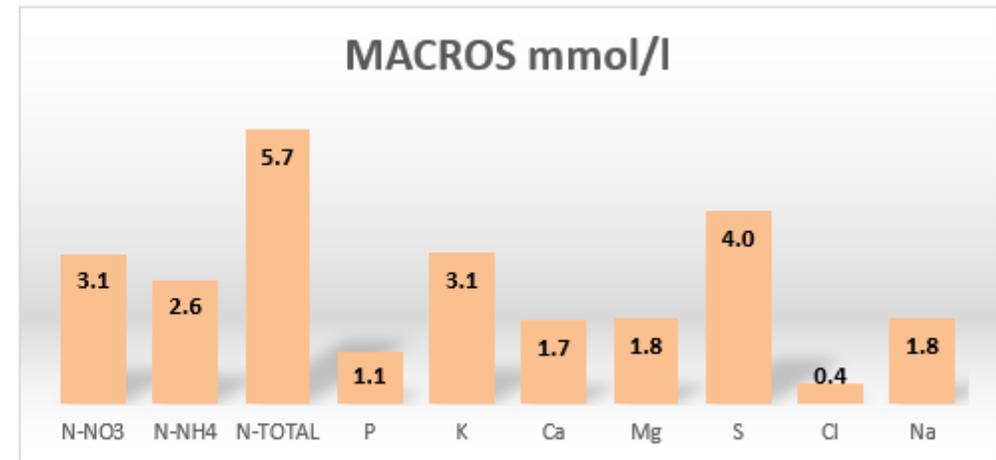
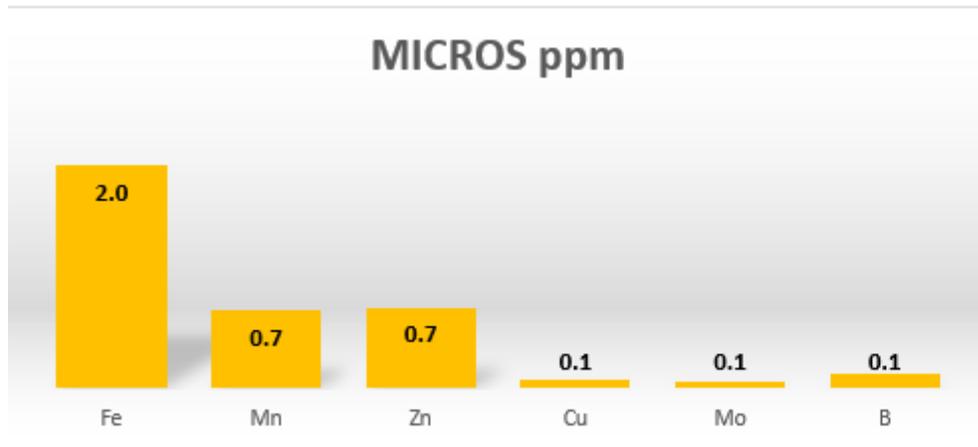
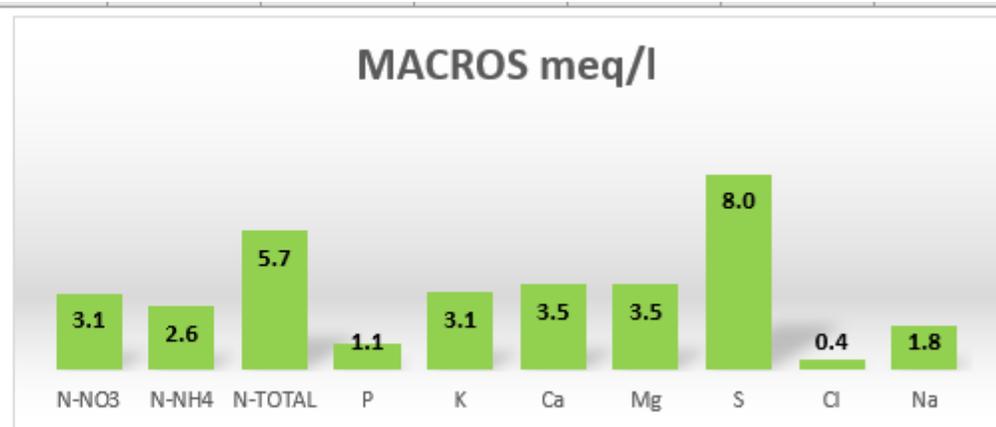
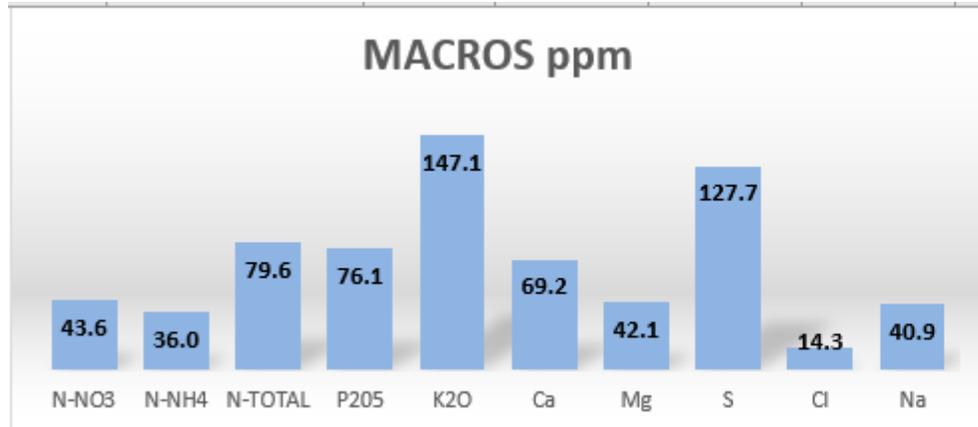
$$40 = [9.7 \times 5 \times \text{kg} \times 10] / 1000 \quad 40 \times 1000 / [9.7 \times 5 \times 10] = \text{kg} \quad 82.47 \text{ kg de sulfato de magnesio.}$$

*** Es importante poner el volumen de agua en el tanque y no el volumen total del tanque en caso que no se aproveche todo el volumen del tanque.

Fertilización proporcional

12	TANQUE	VOLUMEN	VENTURI	CAUDAL	INYECCION MAX	INYECCION	AJUSTE VENTURI	FACTOR						
13	#	litros	l/h	m3/h	l/m3	l/m3	l/h	%						
14	1	2,000	1,000	120.00	8.33	5.00	732	82%						
15	2	2,000	1,000		8.33	7.00	1,024							
16	3	2,000	1,000		8.33	6.00	878							
17	4	2,000	1,000		8.33	6.00	878							
18	5	2,000	1,000		8.33	6.00	878							
19	6	2,000	600		5.00	0.00	0							
20														
22	TANQUE 1	KG O LTR	Kg MAX	N-NO3	N-NH4	P2O5	K2O	CaO	MgO	S	Cl	Na	H	F
23	HAIFA: NITRATO DE CALCIO	150	4400	14.4	1.1	0	0	26.5	0	0	0	0	0	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	CE - CATIONES	0.38	PPM	54.0	4.1	0.0	0.0	71.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53	CE - ANIONES	0.39	MEQ/L	3.9	0.3	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
54	TANQUE 2	KG O LTR	Kg MAX	N-NO3	N-NH4	P2O5	K2O	CaO	MgO	S	Cl	Na	H	F
55	GREENHOW : MKP	120	462	0	0	52	34	0	0	0	0	0	0	0
61	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	CE - CATIONES	0.30	PPM	0.0	0.0	95.2	118.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
85	CE - ANIONES	0.31	MEQ/L	0.0	0.0	3.1	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
86	TANQUE 3	KG O LTR	Kg MAX	N-NO3	N-NH4	P2O5	K2O	CaO	MgO	S	Cl	Na	H	F
87	SOLUB 21	450	1500	0	21	0	0	0	0	24	0	0	0	0
93	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Aplicación proporcional



¿Cómo convertir de fertilización proporcional a cuantitativa?

Proporcional

ppm o g/m³ del nutriente
en la solución nutritiva

x

m³ de agua/
hectárea/día

=

Cuantitativa
kg de nutriente/
hectárea/día
o unidades

N- 120 g/m³ o ppm

x

30 m³/ha/día

=

3600 g N/ha/día

¿Cuándo usar cada tipo de fertilización?

Caso	fertilizacion recomendada
cultivo en sustrato	siempre fertilizacion proporcional
Hortalizas en suelo arenoso y franco	preferible proporcional cuantitativa de multi canal
Hortalizas en suelo arcilloso	cuantitativa de multi canal proporcional, pero calcular las unidades
frutales en suelo arenoso y franco	proporcional cuantitativa de multi canal
frutales en suelo arcillosos	cuantitativa de multi canal
Maiz. Caña, alfalfa, algodon	cuantitativa de multi canal



❖ Uso de sensores para determinar cuándo y cuánto regar en suelo



Nadie está dudando la necesidad del indicador de combustible....

Nadie está dudando la necesidad del reloj para llegar a tiempo



Por qué está en duda la necesidad del Monitoreo de humedad para regar bien?

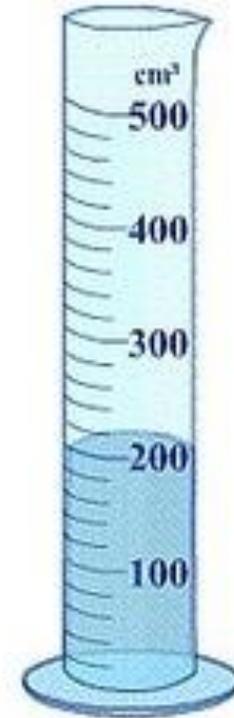


- El sistema de monitoreo rNet permite monitorear y visualizar en forma continua el estado de humedad en el suelo con la finalidad de determinar con mayor precisión:

Quando regar?

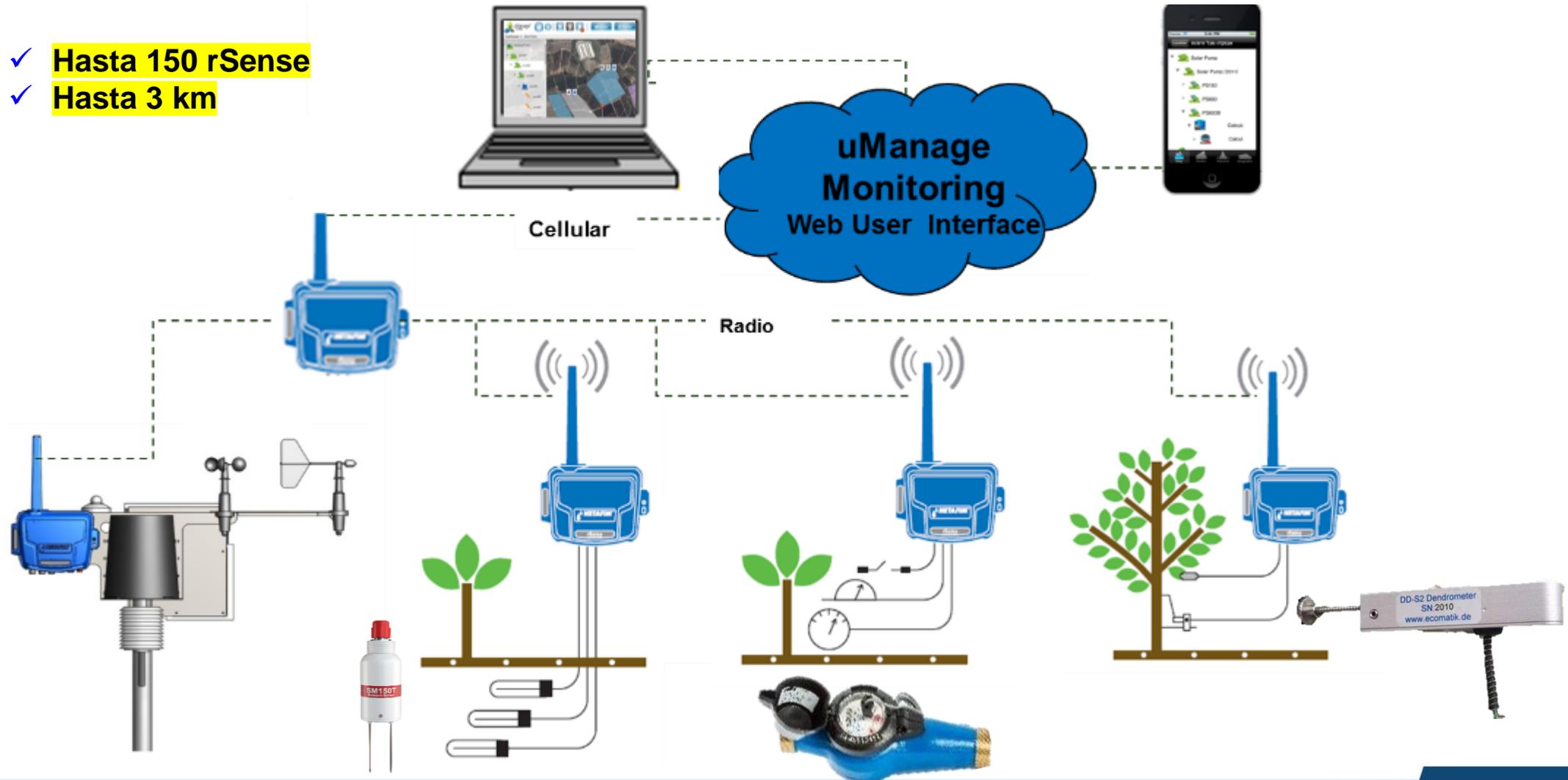


Cuanto regar?



Sistema de Monitoreo en tiempo real

- ✓ Hasta 150 rSense
- ✓ Hasta 3 km



rLink



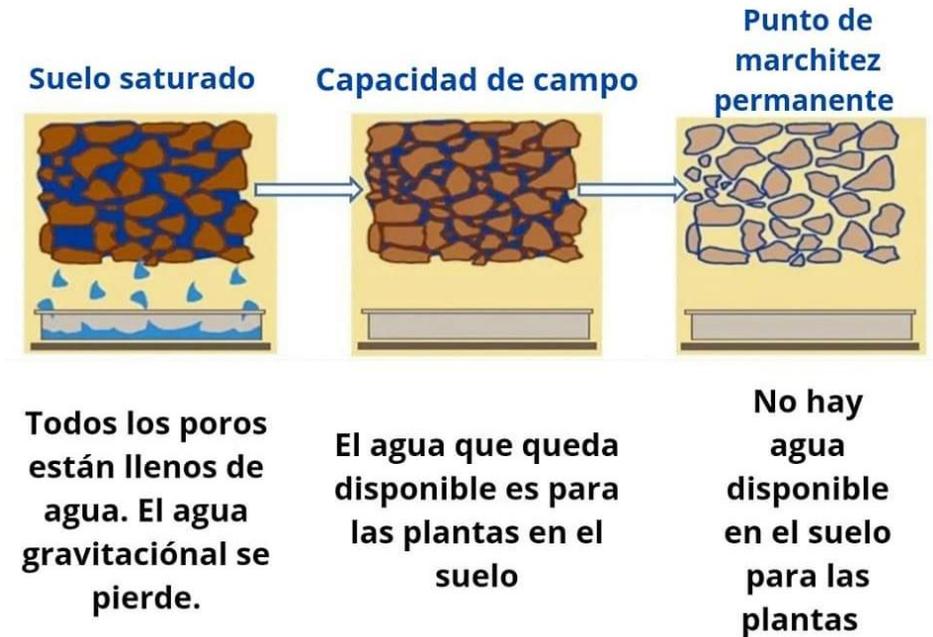
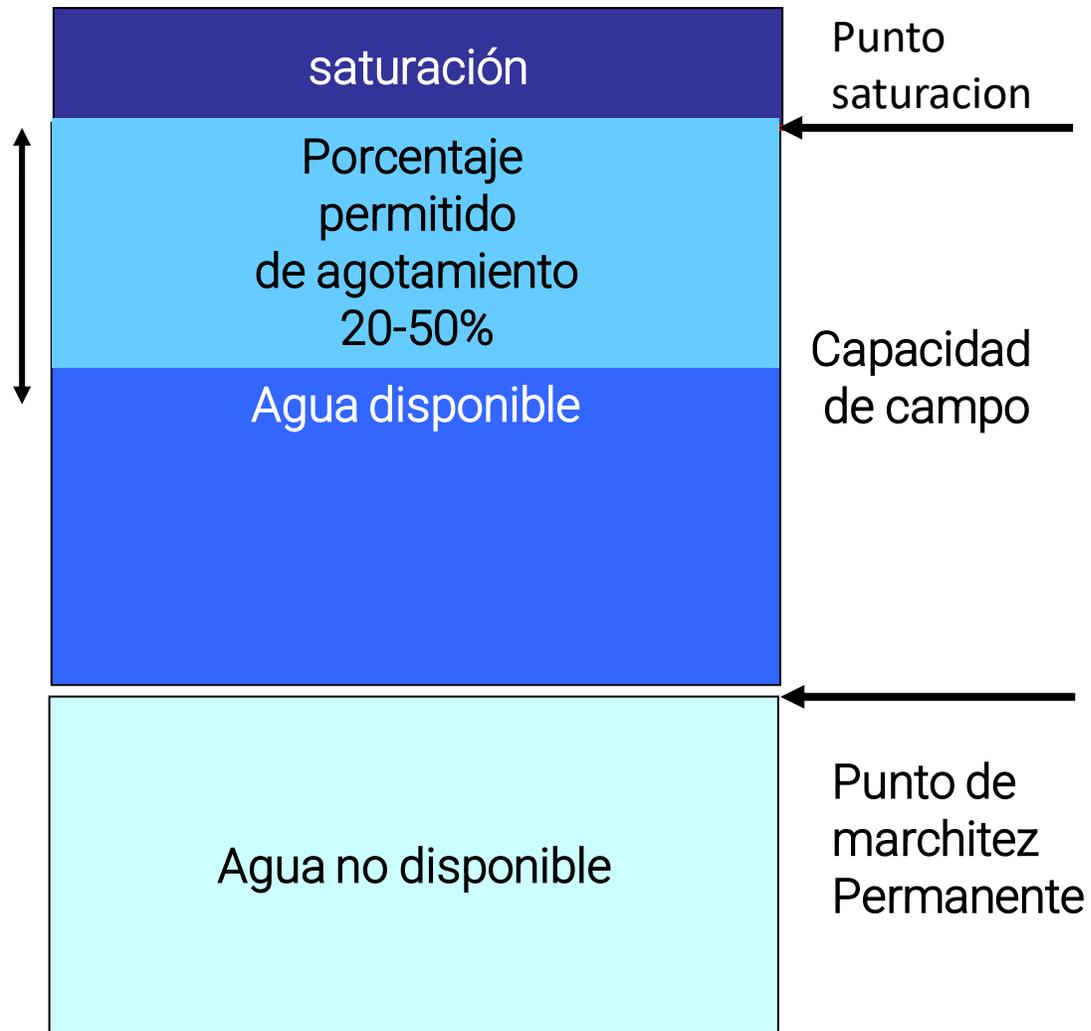
rSense



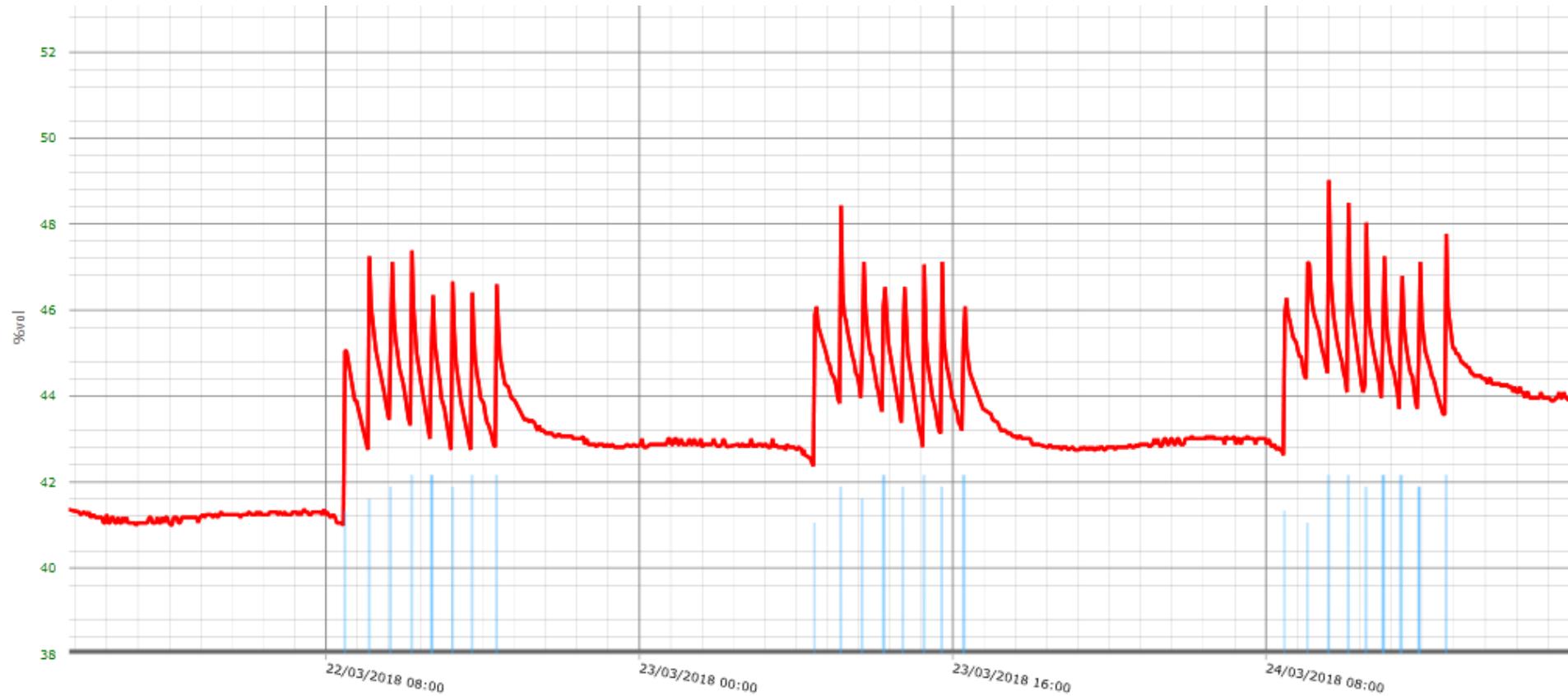
Sensor & medidor



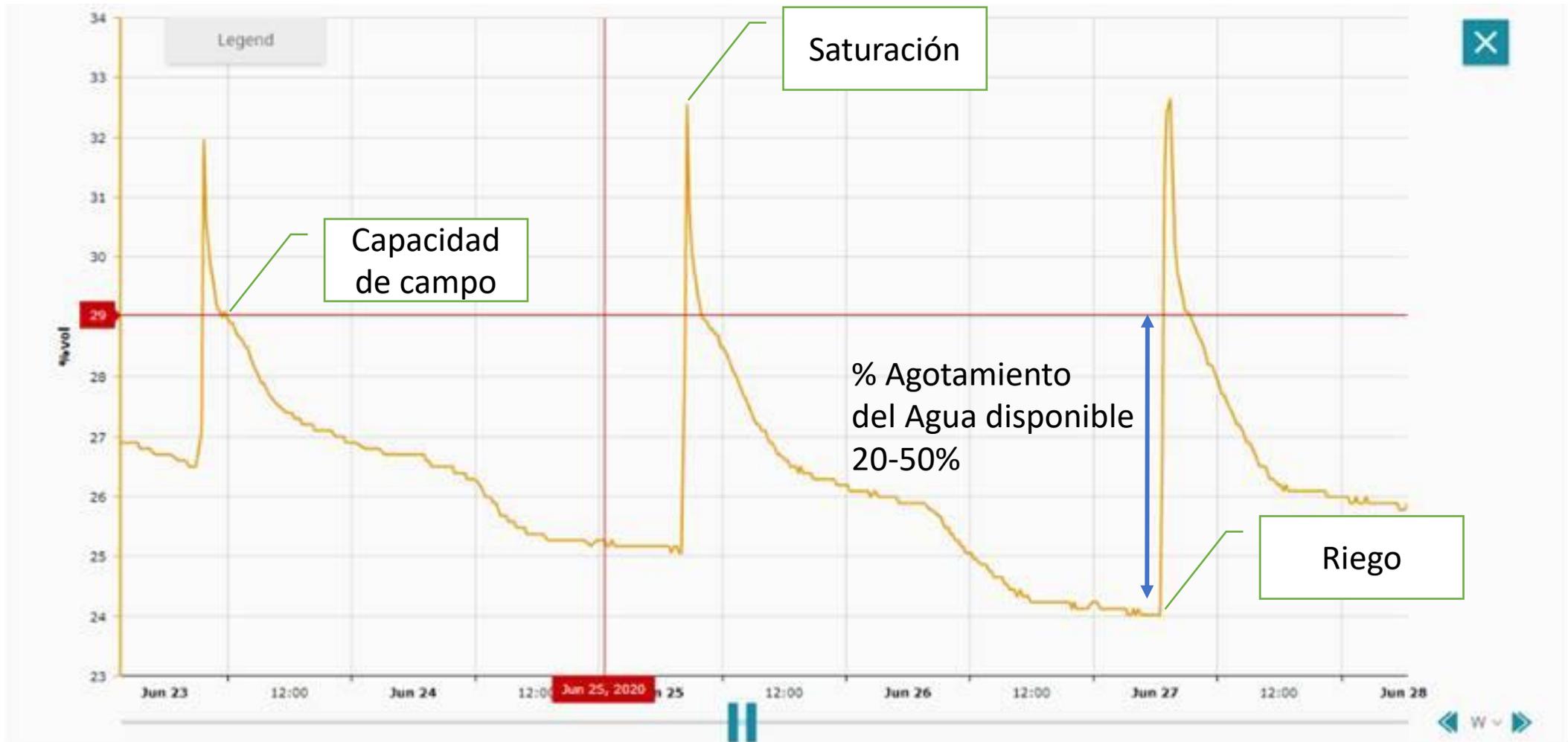
Conceptos básicos de riego



Monitoreo en cultivo en sustrato



Estrategias de riego para suelo - sensores



GRACIAS

César Vázquez

Agronomo Netafim Mexico

Cesar.vazquez@Netafim.com

554-356-3226

