



**Antonio Marhuenda**  
Dpt. Técnico INTA-Águilas

*El aporte de fertilizantes mediante el agua de riego es una técnica que arroja muchos beneficios, pero también sumamente compleja*

## **Fertirrigación en los cultivos protegidos**

*Numerosos aspectos, tales como composición del agua de riego, tipo de cultivo, estadio fenológico del mismo y distintos factores medioambientales influyen en los cálculos necesarios para administrar este procedimiento de forma correcta*



Fertirrigación es un término empleado para referirse a la aplicación de fertilizantes disueltos en el agua de riego por medio de un sistema de riego localizado que lo hace llegar directamente a las raíces de la planta.

El término máximo rendimiento económico procede del inglés MEY (Maximum Economic Yield) que fue definido como el punto más próximo al máximo rendimiento con el que se obtienen los máximos ingresos.

En condiciones de cultivo áridas o semiáridas los dos factores controlables al aire libre que influyen más en la producción de un cultivo de tomates son el aporte de agua y el aporte de fertilizante.

En nuestros cultivos, incluso en ocasiones el hecho de encontrarse dentro de un invernadero supone soportar condiciones ambientales más adversas que en el exterior. En cualquier caso los factores que determinan la pro-

ductividad de una planta se pueden agrupar en los siguientes tipos:

- Genéticos.
- Ambientales (Luz, CO<sub>2</sub>, Humedad y Temperatura).
- Agua disponible.
- Nutrientes disponibles.
- Culturales.

***En semilleros se tiende a los carros de riego móviles y a instalaciones de microaspersión muy eficientes. En los últimos años las técnicas de fertirrigación han evolucionado enormemente situándonos en la vanguardia de los países más avanzados en esta tecnología.***

**Cultivo de tomates "sin suelo".**

**En este tipo de cultivo de plantas en invernaderos, se utiliza la fertirrigación automatizada e incluso puede diseñarse la recirculación de las soluciones nutritivas.**

***Las técnicas de fertirrigación han evolucionado enormemente en los últimos años, colocando a España entre los países más avanzados del Mundo en el uso de la misma***

Debemos centrar nuestra atención en los siguientes puntos:  
*Agua disponible.* Origen, composición, evaluación de la calidad.

*Nutrición.* Soluciones nutritivas, su aplicación en la práctica.

*Sistemas de fertirrigación según cultivos.* Aplicaciones específicas.

Siempre hay un sistema de fertirrigación óptimo para cada cultivo. Los cultivos de hortalizas evolucionan hacia sistemas hidropónicos con recirculación de la solución nutritiva. Los ornamentales siguiendo las pautas de los países del norte de Europa se establecen sistemas por subirrigación en mesas móviles o banquetas en el suelo.

**Agua. Origen, composición y evaluación de la calidad**

La procedencia del agua que disponemos, subterránea o superficial, si es estable o cambiante y su composición son características indispensables para determinar la instalación y plan de fertirrigación adecuados.

El agua es alimento y soporte para la aplicación del resto de elementos esenciales, por lo que el primer paso es conocer la composición del agua disponible para



**Cuadro 1:**  
Clasificación del agua por su conductividad eléctrica

Clase	CE a 25 °C	SALINIDAD	COMENTARIOS
C1	<0,25	Baja	Este agua puede emplearse para riego sin peligro de salinización.
C2	0,25-0,75	Media	Pueden cultivarse plantas tolerantes a estas concentraciones sin necesidad de tomar precauciones especiales. En el resto de los casos un drenaje moderado del suelo permite alcanzar los máximos rendimientos de los cultivos
C3	0,75-2,25	Fuerte	Agua no apta para riego en suelos sin drenaje o con drenaje defectuoso. Con drenaje puede emplearse en cultivos tolerantes a este contenido
C4	2,25-5	Muy alta	Agua no recomendable para el riego. Salvo cuando se trate de suelos muy permeables o con muy buenos sistemas de drenaje y cultivos que toleren este contenido en sales
C5	5-20	Excesiva	Solo se puede emplear para el riego en suelos totalmente arenosos muy bien drenados y con cultivos excepcionalmente tolerantes.
C6	>20	-	Agua salobre

Fuente: Ayers y Wescott 1997

ajustar la solución nutritiva óptima. Si el agua de que disponemos es cambiante y de diversas fuentes resulta indispensable la construcción de un embalse regulador que permita mantener una mezcla lo más uniforme posible.

En el caso de que proceda de

un pantano o venga a través de canalización abierta y por lo tanto con un contenido en algas elevado debe tratarse previamente a su empleo en el embalse regulador para evitar problemas de obstrucción de filtros y emisores.

Si las dimensiones del em-

balse lo permite se debe cubrir para evitar la luz y la consiguiente proliferación de algas. Las aplicaciones de sulfato de cobre a 5 ppm o permanganato potásico de 3 a 7 ppm son habituales y eficaces, aunque producen acumulación de fangos en el fondo. Han surgido algunos alguicidas de origen biológico que mantienen limpia el agua embalsada durante un largo periodo de tiempo y además movilizan los fangos acumulados, que acaban por desaparecer, son de efecto lento 7 a 8 semanas pero más duradero que los anteriormente mencionados.

En primer lugar hay que disponer de un análisis fiable de agua para conocer la calidad de la misma y planificar la fertirrigación de nuestros cultivos.

Salinidad o sales disueltas totales estimados como un valor

**Cuadro 2:**  
Cálculo del contenido en [Ca]<sup>2+</sup> en relación con HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y CE

HCO <sub>3</sub> /Ca	Salinidad del agua de riego , dS/m											
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1	1,5	2	3	4	6	8
0,05	13,2	13,61	13,91	14,4	14,79	15,26	15,91	16,43	17,28	17,97	19,07	19,94
0,1	8,31	8,57	8,77	9,07	9,31	9,62	10,02	10,35	10,89	11,32	12,01	12,56
0,15	6,34	6,54	6,69	6,92	7,11	7,34	7,65	7,9	8,31	8,64	9,17	9,58
0,2	5,24	5,4	5,52	5,71	5,87	6,06	6,31	6,52	6,86	7,13	7,57	7,91
0,25	4,51	4,56	4,76	4,92	5,06	5,22	5,44	5,62	5,91	6,15	6,52	6,82
0,3	4	4,12	4,21	4,36	4,48	4,62	4,82	4,98	5,24	5,44	5,77	6,04
0,35	3,61	3,72	3,8	3,94	4,04	4,17	4,35	4,49	4,72	4,91	5,21	5,45
0,4	3,3	3,4	3,48	3,6	3,7	3,82	3,98	4,11	4,32	4,49	4,77	4,98
0,45	3,05	3,14	3,22	3,33	3,42	3,53	3,68	3,8	4	4,15	4,41	4,61
0,5	2,84	2,93	3	3,1	3,19	3,29	3,43	3,54	3,72	3,87	4,11	4,3
1	1,79	1,85	1,89	1,96	2,01	2,09	2,16	2,23	2,35	2,44	2,59	2,71
1,25	1,54	1,59	1,63	1,68	1,73	1,78	1,86	1,92	2,02	2,1	2,23	2,33
1,5	1,37	1,41	1,44	1,49	1,53	1,58	1,65	1,7	1,79	1,86	1,97	2,07
1,75	1,13	1,16	1,19	1,23	1,26	1,31	1,36	1,4	1,48	1,54	1,63	1,7
2,25	1,04	1,08	1,1	1,14	1,17	1,21	1,26	1,3	1,37	1,42	1,51	1,58
2,5	0,97	1	1,02	1,06	1,09	1,12	1,17	1,21	1,27	1,32	1,4	1,47
3	0,85	0,89	0,91	0,94	0,96	1	1,04	1,07	1,13	1,17	1,24	1,3
3,5	0,78	0,8	0,82	0,85	0,87	0,9	0,94	0,97	1,02	1,06	1,12	1,17
4	0,71	0,73	0,75	0,78	0,8	0,82	0,86	0,88	0,93	0,97	1,02	1,07
4,5	0,66	0,68	0,69	0,72	0,74	0,76	0,79	0,82	0,86	0,9	0,95	0,99
5	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,74	0,76	0,8	0,83	0,88	0,93
7	0,49	0,5	0,52	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,64	0,67	0,71	0,74
10	0,39	0,4	0,41	0,42	0,43	0,45	0,47	0,8	0,51	0,53	0,56	0,58
20	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,3	0,32	0,33	0,35	0,37

Fuente: Adaptado de Suárez (1981)



de la CE a una determinada temperatura, generalmente la referencia es 25 °C. Parámetros relacionados por la expresión  $STD(mg/litro) = 640 \text{ CE}(dS/m)$ . Según las normas americanas de Riverside las aguas se clasifican por su conductividad a 25 °C. En las zonas del litoral donde se agrupa la mayor parte de los cultivos protegidos parece una utopía disponer de agua de nivel C2 ó C1 salvo que se disponga de una planta de tratamiento por ósmosis inversa. La mayor parte de las aguas empleadas en nuestros cultivos se encuadran en la clasificación C3. Hay algunos cultivos y variedades como tomate asurcado en Almería que tradicionalmente ha sido regado con agua del grupo C4, incluso C5, consiguiendo un nivel de calidad muy elevado.

Es importante conocer la composición salina para determinar que elementos pueden suponer restricciones serias a la producción. En el caso de cultivos en suelo debemos tener en cuenta el riesgo de sodificación y la alteración de la permeabilidad del suelo. Para estudiar el efecto del sodio se emplea la relación de absorción de sodio corregida:

$$\text{corregida SAR}^\circ = \frac{[Na]}{\sqrt{\frac{[Ca]^\circ + [Mg]}{2}}}$$

(Suarez 1981). El valor de  $[Ca]^\circ$  se obtiene de una tabla que relaciona la CE con el contenido de  $CO_3Ca$ . Teniendo en cuenta el valor del  $SAR^\circ$  hay una clasificación con respecto al suelo. Hay diversas clasificaciones que relacionan la calidad del agua con el SAR y la CE, una son más restrictivas que otras y en cualquier caso sirven de orientación para evaluar el riesgo de impermeabilización del suelo. Algunas aguas con muy baja salinidad y con bajo contenido en Ca y Mg suponen un riesgo de impermeabilización del suelo por destrucción de la estructura del mismo.

Los cultivos hidropónicos con o sin reciclaje de solución nutritiva son más exigentes en la calidad del agua y hay que prestar especial atención aquellos elementos que están en concentraciones mayores de lo conveniente y que pueden acumularse en la solución recuperada o en el substrato, especialmente cuando la evaporación es muy alta, es el caso de cloruros, sodio, boro etc.

Dependiendo de la tolerancia de los distintos cultivos hemos de establecer pautas que eviten acumulación en el substrato. Según Grower Digest contenidos en el agua de sulfatos, cloruros y sodio inferiores a 30 ppm no representan peligro, entre 50 y 90 ppm hay que mantener un control estricto y a partir de 120 ppm hay que planificar drenajes muy elevados que laven el substrato y en el caso de soluciones recicladas se debe renovar un porcentaje para compensar la acumulación de los mismos.

**Cultivo de planta de vivero en mesas móviles.**

**La mesa se desplaza por todo el invernadero siguiendo secuencias programadas según las ventas.**

**En este caso, la foto es de plantas de viña, de olivos y otros frutales realizada en el vivero Agromillora Catalana.**

**Las instalaciones estuvieron diseñadas y construidas por ININSA.**



Cada día es mas frecuente el empleo de sistemas de tratamiento de aguas por osmosis inversa u otros con la finalidad de obtener agua de calidad. Hay que tener en cuenta que los sistemas de filtración por nanofiltración, osmosis, etc. son selectivos respecto a los diferentes iones, los más peque-




Poligono Industrial Oeste  
 Avda. de las Americas P. 6/6  
 30169 SAN GINES  
 MURCIA - SPAIN  
 Tel.: +34 968 808402  
 Fax: +34 968 808302  
 E-mail: azud@azud.com  
 http://www.azud.com



ños pasan, como es el caso de boro y en aguas con alto contenido en boro al final queda un nivel tal que limita considerablemente la calidad del agua tratada. Aguas aparentemente limpias pero que contienen más de 1 ppm de boro suponen un riesgo considerable para los cultivos.

#### Soluciones nutritivas

En otro tiempo se pensó que el agua era el único nutriente esencial para el crecimiento de las plantas pero posteriormente se descubrieron otros elementos esenciales. Se fijará la atención en los elementos que podemos controlar, es decir, nitrógeno, fós-

foro, potasio, calcio, magnesio, azufre.

Por otra parte tenemos en cuenta las concentraciones de cloruro, sodio como posibles factores de riesgo y por supuesto los microelementos como aporte fundamental en la solución nutritiva para conseguir rendimientos máximos. También mencionaremos la aplicación de CO<sub>2</sub>.

Los factores a considerar para determinar una solución nutritiva son:

- Cultivo/ variedad.
- Estado fenológico.
- Periodo/ estación.
- Sistema de fertirrigación .
- Características del suelo o sustrato.

Relativo a cada cultivo podemos disponer de las curvas de extracción de nutrientes.

En el caso del tomate (cuadro 6), podemos ver la similitud de los resultados obtenidos por distintos investigadores. En el verano el ciclo del cultivo es mucho más rápido, por lo tanto asimila mayores cantidades de nutrientes por día.

Hay que observar como el ratio K/N se incrementa a medida que se desarrollan los frutos.

Dependiendo del sistema de cultivo y la época o estación que se lleve a cabo estas cantidades se aportarán con una mayor o menor proporción de agua, aunque se

BUENA COSECHA CON MERISTEM

# ALILEX

CON BUEN EFECTO  
INSECTICIDA - BACTERICIDA

#### GAMA COMPLETA EN:

- QUELATOS
- AMINOACIDOS
- POLIFLAVONOIDES
- ESTIMULANTES
- BORO
- ABONOS CRISTALINOS



Ctra Moncada - Naquera Km 1 700  
Tel: 961394511 • Fax: 961395331  
www.ediho.es/meristem  
E-mai: meristem@ediho.es



mantiene siempre una proporción relativa o ratio que se traduce en fórmulas recomendadas de soluciones nutritivas para cultivos sin suelo. Como se ve en el cuadro 8, éstas son muy similares y a partir de esta base hay que tener en cuenta el estado fenológico tal como se ha diferenciado en la tabla anterior, donde hemos distinguido 5 estadios diferentes. Mientras que el fósforo se mantiene prácticamente constante, el nitrógeno se va reduciendo ligeramente cuando estamos en plena producción y la actividad vegetativa se ve desplazada por el desarrollo de los frutos y entonces se requiere una mayor proporción de potasio.

En cualquier caso la composición de la solución nutritiva a lo largo del cultivo se ajustará en ba-

**Cuadro 3:**  
Clasificación del riesgo de alcalinización

Clase	SAR <sup>º</sup>	Riesgo de alcalinización
S1	<10	Bajo
S2	10-18	Medio
S3	18-26	Alto
S4	>26	Muy alto

**Cuadro 4:**  
Grado de restricción de uso según SAR<sup>º</sup> y CE

	Grado de restricción de uso		
	Ninguno	Ligero a moderado	Elevado
SAR <sup>º</sup>	CE (dS/m)		
0-3	>0,7	0,7-0,2	<0,2
3-6	>1,2	0,7-0,2	<0,3
6-12	>1,9	1,2-0,3	<0,3
12-20	>2,9	2,9-1,3	<1,3
20-40	>5	5-2,9	<2,9

Fuente Ayers y Wescot(1987)

se a los análisis de solución aportada, solución en medio radicular y solución drenada. No es aconsejable hacerlo en base a criterios arbitrarios o simple análisis visual que servirá simplemente de com-

probación como un dato más a tener en cuenta.

Los factores ambientales como luz, temperatura y humedad ejercen una influencia decisiva en la asimilación de nutrientes por las plantas. Niveles bajos de luz, bajas temperaturas y elevada humedad llegan a paralizar completamente el crecimiento de las plantas produciendo graves desequilibrios que pueden conducir al colapso de las mismas.

El caso de cultivos en suelo tiene un tratamiento similar pero como el suelo no es un medio inerte se deben tener en cuenta las características del mismo y su posible influencia para adaptar la solución nutritiva. Se equilibrará la solución según evolucione la analítica del suelo, tomando como referencia los análisis del extracto saturado. Suelos arenosos con un buen drenaje que permiten lavar las sales aportadas en el riego permiten un mejor control y se aproximan mucho al cultivo hidropónico.

Es fundamental tener en

# KOALA

## UNIDAD COMPLETA DE FERTILIZACIÓN

**Todo el sistema de fertirrigación en reducidas dimensiones**

- 24 estaciones de riego control de bomba de agua, limpieza de filtros
- 2 sistemas de fertilización incluidos 400 l/h por tiempo/proporcional/ por C.E. 1 sistema de inyección de ácido incluido 10 l/h
- Comunicaciones incluidas
- Alarmas (antiheladas, etc...)





**FABRICACIÓN DE AUTOMATISMOS**

**AMGI, S.A.**  
 BENAVENT, 18  
 08028 BARCELONA (SPAIN)  
 TEL. +34-93 411 17 84  
 FAX: +34-93 411 14 04

E-mail: [amgi@amgisa.com](mailto:amgi@amgisa.com)

WEB: <http://www.amgisa.com>



# agrar

Plantas del Sur, S.A.

## Fuente de energía para sus cultivos

- ENMIENDAS NÚMICAS
- ESTIMULANTES
- CORRECTORES DE CARENCIAS
- ABONOS LÍQUIDOS
- MATERIA ORGÁNICA SÓLIDA
- AMINOÁCIDOS
- ABONOS CRISTALINOS
- ABONOS FOLIARES
- CORRECTORES SALINOS
- ABONOS ORGANOMINERALES



Creciendo con experiencia

Paraje «La Cumbre», s/n  
 Tel. 950 60 77 45 • Fax 950 60 78 38  
 04700 EL EJIDO (Almería)  
 e-mail: [agrar-sur@encomix.es](mailto:agrar-sur@encomix.es)



**Cuadro 5:**  
Elementos esenciales para el crecimiento de las plantas.

Macro-nutrientes	Símbolo químico	Forma asimilable	Micro-nutrientes	Símbolo químico	Forma asimilable
Carbón	C	CO <sub>2</sub>	Hierro	Fe	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>
Hidrogeno	H	H <sub>2</sub> O	Zinc	Zn	Zn=
Oxígeno	O	H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub>	Manganeso	Mn	Mn <sup>2+</sup>
Nitrógeno	N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cobre	Cu	Cu <sup>2+</sup>
Fósforo	P	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Boro	B	B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> =
Potasio	K	K <sup>+</sup>	Molibdeno	Mo	MoO <sub>4</sub> =
Calcio	Ca	Ca <sup>2+</sup>	Cloro	Cl	Cl <sup>-</sup>
Magnesio	Mg	Mg <sup>2+</sup>	Silicio	Si	Si(OH) <sub>4</sub>
Azufre	S	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Sodio	Na	Na <sup>+</sup>
			Cobalto	Co	Co <sup>2+</sup>
			Vanadio	V	V <sup>+</sup>

Fuente Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. William Bennett

cuenta la interacción entre iones, cuando se presenta una carencia hay que pensar qué elemento esta inhibiendo la absorción de otro, no tanto en su falta en el medio de cultivo. Está demostrado (Don Massey y otros en Grower 1986) que el incremento de conductividad en la solución de riego disminuye la absorción de calcio, incluso cuando se incrementa la concentración del mismo gradual-

mente en la solución. En determinadas circunstancias se han detectado incidencias en cultivos con un nivel bajo de oxígeno en la solución de riego, niveles por debajo de 5 ppm pueden producir problemas en el desarrollo de las plantas.

Por último, conviene mencionar la rentabilidad de la aplicación de CO<sub>2</sub> en invernaderos. El contenido habitual en el aire exte-

rior es de 350 ppm aproximadamente. Durante el día el nivel se reduce considerablemente por el consumo propio del cultivo, pudiendo alcanzar niveles mínimos que lo convierten en un factor limitante del crecimiento de las plantas. Está demostrado que niveles de 800 a 1000 ppm en las horas de luz y temperatura incrementan la producción considerablemente. A veces es un problema coordinar la ventilación con la aportación de CO<sub>2</sub> en nuestras latitudes.

No resulta coherente ni rentable aplicar CO<sub>2</sub> en invernaderos tipo parral donde se pierde la mayor parte del que apliquemos, además que por su nivel de renovación siempre se mantiene una cantidad próxima a la del aire exterior.

**"Un profesional para los profesionales"**

- Líneas de siembra
- Repicadoras automáticas
- Lavadoras de bandejas de viveros hortícolas LB-TEC
- Barras de riego
- Equipos de tratamiento ULV eléctricos y a gasolina NEI-TEC
- Mezcladoras de sustratos MIX-TEC
- Llenadoras de macetas

**TECTRAPLANT, S.L.**  
Ronda Sur, 1 - 46250 L'ALCUDIA (Valencia) ESPAÑA  
Tel.: 34 962 99 62 91 • Fax: 34 962 99 73 74

## Invernaderos y Climatización

No nos preocupan las estaciones  
Nos ocupan las cosechas

Estructuras de invernadero

Calefacción por agua

Pantallas térmicas

**J. HUETE**

Pol. Ind. Oeste • C/. Ecuador, parc. 4/10  
30820 ALCANTARILLA • MURCIA  
Tel.: 968 807 368 • Fax: 968 807 533  
email: huete@serconet.com



## LA INDUSTRIA DEL INVERNADERO

### Cálculo de soluciones nutritivas

Los valores de CE (Conductividad eléctrica) proceden de análisis realizados en las distintas aguas que habitualmente disponemos en la zona, disolviendo diferentes cantidades de cada fertilizante y obteniendo un valor promedio razonablemente aproximado.

Los que habitualmente trabajan en ppm pueden calcular directamente a través de los porcentajes las ppm que aporta una determinada cantidad de cada uno de los fertilizantes mencionados.

Ejemplo: 1 g/litro de Nitrato potásico aporta 130 ppm de  $N-NO_3^-$  y 383 ppm de  $K^+$ . Además produce un incremento de CE de 1,26 mS/cm. Si trabajamos en meq/l necesitamos conocer cuan-



Plantas en macetas. El cultivo tiene una función de riego por burbujización. La foto es de un invernadero norteyuropeo; las mismas instalaciones pueden instalarse en los modelos de invernadero tradicionales de plástico e incluso en fincas con instalaciones de protección mediante estructuras cubiertas de mallas buscando, en estos casos, un clima de condiciones iguales a los del aire libre.

almirante.com

el **BUSCADOR**  
Temático

Especializado  
en Horticultura

[www.almirante.com](http://www.almirante.com)

inscriba su Web

Fabricamos el plástico líder  
en un campo líder.

MACRESUR



tos meq/l aportamos con cada gramo de fertilizante.

Una simple regla de tres nos permite conocer el fertilizante que se ha de aportar para obtener un determinado número de meq/litro. Del mismo modo obtenemos los mMol/litro que aporta cada gramo por litro de los fertilizantes considerados. Para el grupo de usuarios de mMol/litro.

Tomando como referencia una solución nutritiva teórica determinada y un agua de calidad habitual que sirva de ejemplo para explicar el sistema de cálculo. El cuadro 12 muestra los fertilizantes aportados al agua disponible para conseguir la solución nutritiva requerida y en el cuadro 13 se aprecia el cálculo de los fertilizantes en la solución nutritiva.

Aportaremos la cantidad de ácido necesaria para neutralizar los bicarbonatos hasta que quede entre 0,5 a 1 mMol libre en la solución, es decir que ajustaremos a un pH entre 5,5 a 6 que es el óptimo para la asimilación de nutrientes. Algunos cultivos re-

quieran un tratamiento del pH específico y diferente de la mayoría. Al aportar ácido nítrico restamos el equivalente de bicarbonato  $\text{HCO}_3^-$ , en el ejemplo 1,66 meq. por neutralización del mismo. Puede darse el caso en zonas donde el agua carece de bicarbonatos y el pH es bajo y además con la adición de algunos fertilizantes con efecto acidificante como el fosfato monoamónico nos vemos en la necesidad de hacer un control de pH alcalino a tra-

vés de una base como el hidróxido potásico. Esto también ocurre con agua osmotizada. Por el contrario hemos encontrado aguas con un contenido en bicarbonatos muy elevado que requieren del aporte de ácido sulfúrico ya que

**Cuadro 6:**  
Consumo medio de un cultivo de tomate en mg por planta y día.

Estudio	N	P	K	K/N
Wilcox 1984, solo periodo fructificación	97	31	202	2,1
Schippers 1980, USA	78	32	143	1,8
Cocper 1977 UK	80	31	128	1,6
Bar-Yosef 1977	81	35	107	1,3
Adams & Windsor 1979 UK	115	24	219	1,9
Adams 1984, UK				
Verano	49	8	57	1,16
Invierno	116	22	144	1,24
Media	88	22	142	1,76

Fuente Dr. Lynette Morgan, *Hydroponics and Greenhouses*

# FERTIRRIGACIÓN

**Equipos Completos de Fertirrigación.**

**Para todos los Sistemas de Riego**



Dosificadores hidráulicos  
FERTIC y ECOFERTIC



Dosificadores eléctricos  
MULTIFERTIC y ELECTROFERTIC



Controlador de Ph y conductividad  
CONTROLLER 1000  
inyección proporcional

Caudales de inyección

de 5 a 2.000 l/h

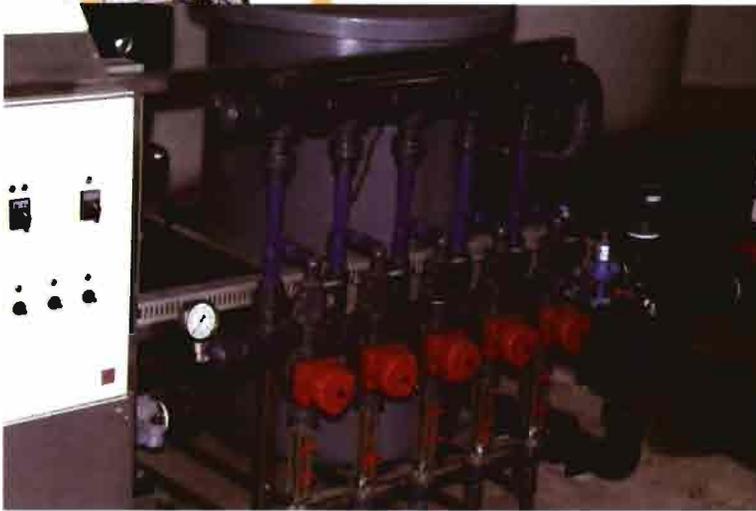
Presión de inyección

de 1 a 15 Atm

Resistente a los productos agroquímicos



Maresme, s/n - Pol. Ind. Urvasa / P. O. Box 60  
Tel. (93) 560 64 50 (International + 34-3-560 64 50)  
Fax (93) 560 63 12 (International + 34-3-560 63 12)  
08130 SANTA PERPETUA DE MOGODA  
(Barcelona) SPAIN  
e-mail: itc@bcn.servicom.es  
WEB PAGE: <http://www.itc.es>



**Cuadro 7:**  
Asimilación de nutrientes de un cultivo de tomate (Carpena, et al 1988)

Estadio del cultivo	N	P	K	K/N
0 a 4 semanas Inicio vegetación	0,22	0,13	0,21	1
4 a 7 semanas Floración	0,55	0,26	0,64	1,2
7 a 11 semanas Fructificación	0,93	0,46	0,96	1
11 a 15 semanas Inicio producción	4,06	2,07	6,02	1,5
15 a 18 semanas Plena producción	3,55	2,70	6,23	1,6

**Cuadro 8:**  
Soluciones nutritivas recomendadas para cultivo hidropónico de tomate

Fuente	Macroelementos en meq/l					Microelementos en ppm					
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Grower Digest, 1991	15,36	1,29	7,69	7,5	2,92	2	0,75	0,5	0,4	0,1	0,05
Cooper 1976	14,29	1,94	7,7	12,5	4,17	12	2	-	0,3	0,1	0,2
M. Edward Muckle	13,7	1,48	7	7,2	2,67	1,5	0,5	0,1	0,5	0,05	0,05



La fertirrigación automática permite aprovechar el potencial productivo de las plantas. A la izquierda, cabezal de riego e instrumentos de medición en un cultivo "en saco".

con nítrico superamos los niveles máximos aconsejables de nitrógeno. En la última columna podemos ver la conductividad que aporta cada fertilizante que se puede deducir de la tabla anterior por simple regla de tres. Consideramos que los ácidos no contribuyen al incremento de CE mientras no están neutralizados todos los bicarbonatos.

Los microelementos tienen un tratamiento diferente en cada caso. En el caso de cultivos en suelo, cuando hay aportes de materia orgánica de forma continua, cada vez menos habitual en cultivos protegidos, se requieren aportaciones de microelementos a baja dosis en relación con los cultivos hidropónicos. Suelos alcalinos requieren quelatos que sean estables a pH alto, aunque realizando aportaciones continuas en la solución nutritiva se observan buenos resultados con quelatos EDTA.

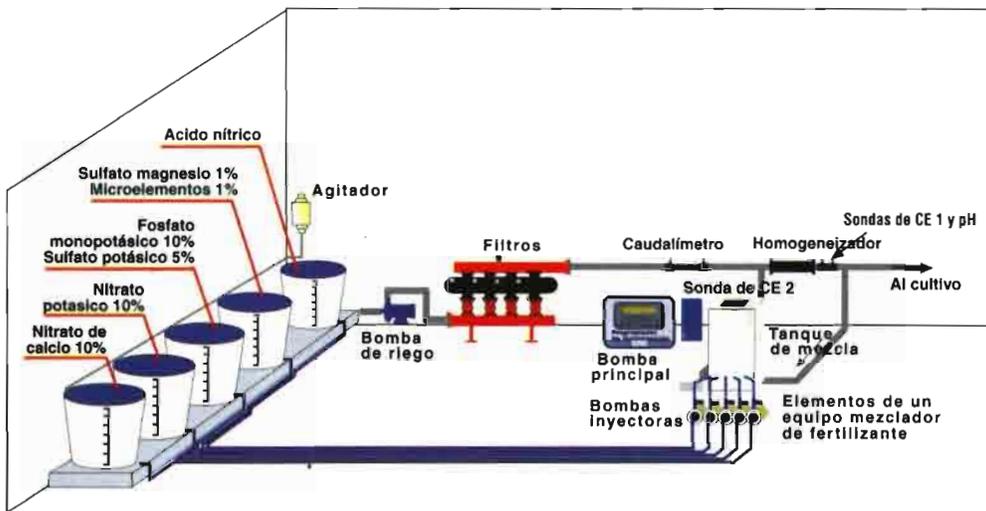
En cultivo hidropónico habitualmente se emplean mezclas comerciales de microelementos en los que parte de ellos están quelatados, generalmente hierro, manganeso, cinc y cobre, mientras que molibdeno viene como molibdato sódico y boro (en el caso de necesitarlo) viene como ácido bórico o tetraborato sódico.

**Cuadro 9:**  
Composición en porcentaje de los fertilizantes más habituales

Fertilizantes	CE(mS/cm) 1 g/litro	Contenido de los fertilizantes en porcentaje						
		N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	K	Mg	Ca	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Nitrato de calcio	1,02	14,4	1,1				18,5	
Nitrato potásico	1,26	13,0			38,3			
Nitrato amónico	1,56	16,8	16,7					
Nitrato de magnesio	1,00	11,0				9,5		
Fosf. monoamónico	0,68		12,0	26,1				
Fosf. monopotásico	0,65			22,6	28,3			
Sulfato potásico	1,41				45,0			53,9
Sulfato de magnesio	0,60					10,0		39,0
Acido nítrico 59%		13,1						
Acido fosfórico 75%				23,7				



Figura 1:  
Esquema de cabezal de riego



### Sistemas de aplicación de las soluciones nutritivas

El objetivo consiste en incorporar en el agua de riego los fertilizantes requeridos para conseguir la solución nutritiva prevista, y además hacerlo de una forma continua y uniforme. La solución resultante debe tener

teóricamente una conductividad eléctrica de 2,59 mS/cm y un pH de 5,5 a 5,8. A partir de los datos sobre las cantidades de fertilizante que debemos aportar, la mayoría de autores hablan de calcular la solución 100 veces concentrada y distribuir en dos tanques los fertilizantes y en otro el ácido o base

para el control del pH, es decir, esquemáticamente en tanques de 1000 litros de capacidad. (Ver Cuadro A composición de nutrientes en el tanque A, B y control de pH).

Con éste sistema se tiene la ventaja de ver bajar los niveles de los tanques uniformemente y esta es una comprobación de la precisión en la dosificación, pero solo podemos formular una solución nutritiva desde dos tanques, si tenemos más cultivos hemos de disponer de más tanques, dos por cada cultivo.

La mayor parte de los fertilizantes solubles se pueden disolver en los tanques de fertilizante a razón de 100 Kg por 1000 litros, es decir al 10%. En ocasiones, cuando los caudales son muy grandes o las concentraciones re-

## El único sustrato de estructura compacta.

# grodan®

## Lo tienes fácil.



Una fácil decisión. La gran alternativa de futuro frente al cultivo tradicional en suelo, que le permite máxima producción, precocidad y una gran calidad de fruto. Grodan es el sustrato de lana de roca líder en eficacia y

rentabilidad, para obtener siempre, los mejores precios de mercado.

**grodan®**  
La base de su éxito.

Avda. de los Principes de España, 116 • Venta del Olivo (Paraje Simón Acien)  
04700 EL EJIDO • Tel. 950 485758 - Fax 950 572242



queridas por el cultivo también y no hay suficiente capacidad de inyección de abono se puede disolver al 15 %, aunque algunos fertilizantes como el sulfato de potasa presentan dificultades a esta concentración, sobre todo en invierno. Para los microelementos se puede instalar un tanque adicional o incorporar los en cualquiera de los tanques excepto el del ácido nítrico y es conveniente disolverlos a la concentración requerida previamente a la adición del otro fertilizante. También es conveniente acidular el contenido del tanque a pH 6 con el fin de alargar la vida de los quelatos. Hay que evitar mezclar el nitrato de calcio con los sulfatos o los fosfatos en el mismo tanque.

Una vez disueltos los fertilizantes y llenos los tanques, no es recomendable agitar continuamente cuando se esta regando, ya que removemos los posos del fondo del tanque y corremos el riesgo de obstruir filtros y emisores. (Ver Cuadro B. Composición de nutrientes en el tanque A, B, C, D y control de pH).

En el tanque D, debido a las pequeñas cantidades que hay que dosificar de ambos, solo hemos concentrado al 1 % el sulfato de magnesio y proporcionalmente los microelementos requeridos.

Desde los tanques de fertilizante se dosificarán proporcionalmente las diferentes soluciones madre, tal como habíamos previsto podemos hacerlo a través de elementos inyectoros (bomba o venturi) que pueden introducir las soluciones madre en un tanque de mezcla o directamente a la aspiración de la bomba principal del equipo de riego.

Las proporciones se pueden programar como porcentaje o en algunos equipos como proporciones relativas entre tanques cuya concentración final en la solución nutritiva vendrá determinada por la conductividad eléctrica programada.



Las mallas en climas cálidos y en regiones áridas tienen un número creciente de aplicaciones para intensificar la horticultura. Esta es una estructura para una cubierta de malla en un cultivo de tomates utilizando fertirrigación automatizada. La foto es en las instalaciones de Dole en Murcia. A la derecha, Vicente Peris, director de las ferias Iberflora y Euroagro, con Isidoro Sánchez, ex director técnico de Pascual Hermanos.

**Cuadro 10:**  
Meq/litro aportados al disolver 1 g/litro de fertilizante.

Cada g./litro aporta los siguientes meq/litro							
Fertilizantes/iones	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Nitrato de Calcio	10,29	0,78				9,48	
Nitrato potásico	9,29			9,29			
Nitrato amónico	11,96	11,96					
Nitrato de magnesio	7,86				7,86		
Fosf. monoamónico		8,57	8,57				
Fosf. monopotásico			7,26	7,26			
Sulfato potásico				11,54			11,54
Sulfato de magnesio					8,33		8,33
Acido nítrico 59%	9,37						
Acido fosfórico 75%			7,65				

**Cuadro 11:**  
mMol/litro aportados al disolver 1 g/litro de fertilizante

Cada g./litro aporta los siguientes mMol/litro							
Fertilizantes/iones	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Nitrato de Calcio	10,29	0,78				4,74	
Nitrato potásico	9,29			9,3			
Nitrato amónico	11,96	11,96					
Nitrato de magnesio	7,86				3,93		
Fosf. monoamónico		8,57	8,57				
Fosf. monopotásico			7,26	7,26			
Sulfato potásico				11,54			5,77
Sulfato de magnesio					4,17		4,17
Acido nítrico 59%	9,35						
Acido fosfórico 75%			7,65				

Cuadro A:

**Tanque A**

- N. de calcio 55 kg.
- N. de potasio 66,6 kg.
- Microelem. 2,5 kg.

**Tanque B**

- F. monopot. 20 kg.
- S. potásico 10 kg.
- S. magnesio 3 kg.

**Control de pH**

- Ácido nítrico 50 kg.
- (No guarda relación porque se dosifica con respecto al pH).

Cuadro B:

**Tanque A**

- N. de calcio 100 kg.

**Tanque B**

- N. potásico 100 kg.

**Tanque C**

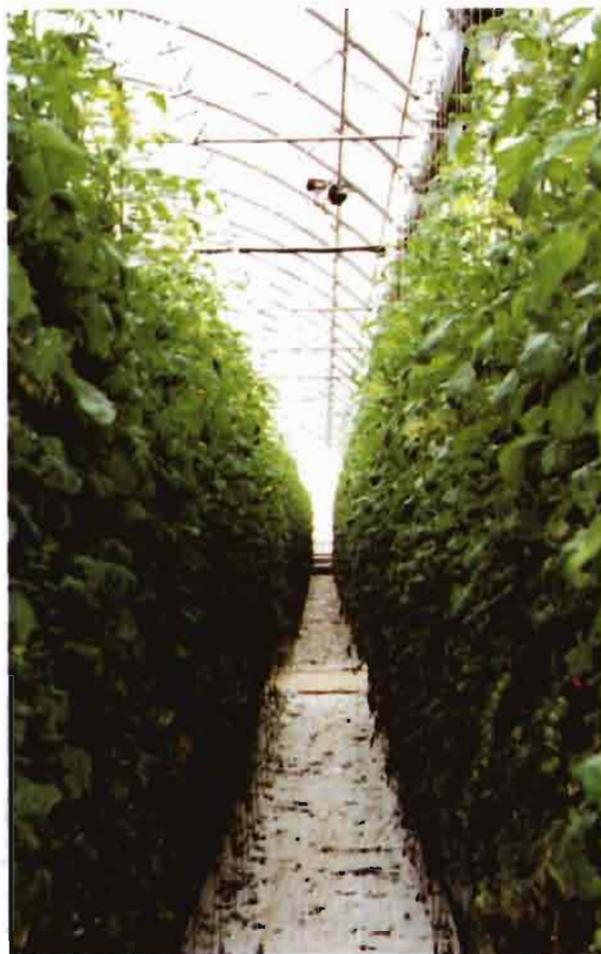
- F. monopot. 100 kg.
- S. potásico 50 kg.

**Tanque D**

- S. Magnesio 10 kg.
- Microelementos 8 kg.

**Control de pH**

- Ácido nítrico 50 kg.



Aspecto de un cultivo de tomate en época de recolección bajo un invernadero de plástico. En la foto, puede observarse el sistema de apertura cenital del invernadero

Este sistema tiene el inconveniente de que no podemos comprobar la precisión en la dosificación con el descenso del nivel de los tanques ya que el nivel de cada tanque bajara según las proporciones programadas y puede haber varias soluciones nutritivas programadas en la misma finca. En cualquier caso siempre se pueden instalar caudalímetros que midan el consumo de fertilizante en cada tanque, algo que es más común cada día. Es muy importante conocer los consumos de fertilizante por cultivo.

A continuación una representación esquemática de los componentes de un cabezal de riego.

*Tanques de fertilizante.* Generalmente de polietileno entre 1000 y 3000 de capacidad los más comunes. Algunas instalaciones de gran capacidad instalan tanques de 5000 litros, sobre todo cuando el cabezal es doble, controlando dos fincas, con dos equipos desde los mismos tanques.

*Sistema de agitación.* Puede ser por bomba de aire (soplante) con tuberías perforadas en el fondo de los tanques. Es más económico que los agitadores mecánicos, aunque los agitadores mecánicos hacen una agitación más

Cuadro 12:  
Composición solución nutritiva

Macroelementos en meq/litro	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	CE mS/cm
Agua clara disponible	0	0	3,58	4,20	2,16	0,15	2,70	2,75	0	4,00	0.89
Solución nutritiva	14,0	1,0	7,5			8,8	8,0	4,0	1		
Aporte requerido	14,0	1,0	3,92			8,65	5,3	1,25	1		

Cuadro 13:

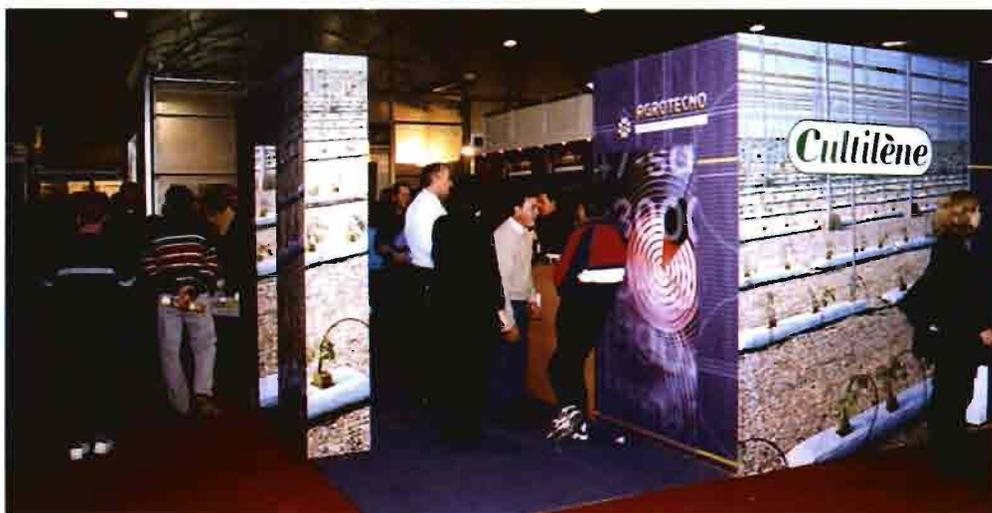
Calculo de los fertilizantes en la solución nutritiva

Fertilizantes	g./litro	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	CE
N. de Calcio	0,550	5,66						5,21		0,43		0,56
N. potásico	0,666	6,19					6,19					0,84
N. amónico		0,00								0,00		0,00
N. magnesio		0,00										0,00
F. monoamónico			0,00							0,00		0,00
F. monopotásico	0,206		1,50				1,50					0,13
Sulf. potásico	0,101			1,17			1,17					0,14
S. magnesio	0,031			0,26					0,26			0,02
A. nítrico 50	0,177	1,66				-1,66						
A. fosfórico 75			0,00									
Solución final		13,51	1,50	5,00	4,20	0,50	9,00	7,91	3,01	0,43	4,00	2,59
		Suma de aniones				24,71	Suma de cationes					24,35



perfecta en tanques grandes. Una vez disuelto el fertilizante en los tanques, no es aconsejable agitar durante el riego, corremos el riesgo de introducir partículas del fondo del tanque en los inyectores y sistema de riego.

**Filtros de fertilizante.** Generalmente son filtros de malla de 1". Indispensables para mantener limpios los elementos inyectores y garantizar una dosificación precisa. Tuberías de conexión de los tanques con los inyectores. Generalmente de PVC de 32mm. Hay que evitar resistencia en la aspiración de los inyectores. Cuando instalamos bombas magnéticas con válvula dosificadora de tres vías, es necesario instalar tuberías de retorno, esto tiene la ventaja de recircular el contenido del tanque y uniformar la solución madre.



**Inyectores.** Pueden ser del tipo ventury, muy común por su bajo coste, incluso hay muchos de fabricación casera. Requieren de la instalación de una válvula de aguja y un caudalímetro para su regulación. Son sensibles a las diferencias de nivel de los tanques y aunque su nivel de precisión no es muy alto, son económicos y no dan problemas mecánicos. Las bombas magnéticas con válvula

La empresa  
Agrotechno en Expo  
Agro Almería

de tres vías son una opción bastante razonable siempre que se instalen correctamente para garantizar una dosificación precisa. Hay otras bombas inyectoras del tipo de membrana con mayor presión de dosificación pero más caras y requieren mantenimiento.

**Tanque de mezcla.** Siempre aconsejable para conseguir una mezcla uniforme y una dosificación estable. En algunos países

SEMILLEROS VIVEROS

PLANTELES

**PLANTELES**  
Vilarnau, Anna & González, Jerónimo, coord.  
Visión conjunta de los semilleros hortícolas. Actualmente existen diferencias en técnicas culturales, especies, estructuras productivas, etc., dependiendo de las zonas de cultivo, país, microclima, demandas de mercado y tecnificación.

**MAESTROS**  
Volumen II  
Fernando Cuenca Romero  
Francisco Javier Dolz Latur

**MAESTROS**  
Fernando Cuenca Romero  
Francisco Javier Dolz Latur

**Oferta**  
Maestros I +  
Maestros II  
Ref: 891 6.000 Pts.

Solicite su ejemplar en el boletín de pedidos.



donde el agua procede de la red de suministro urbano, es obligatorio y toda el agua de riego debe pasar por el tanque de mezcla. Hay instaladores que lo evitan porque supone incremento de coste y puede ocasionar algunos problemas por rebosamiento del mismo por fallo del dispositivo de llenado.

**Bomba principal de fertilizante.** Cuando todo el agua de riego pasa por el tanque de mezcla, constituye la bomba de riego, pero en fincas con caudales a partir de 30 m<sup>3</sup>/h es aconsejable instalar el equipo en derivación y el fertilizante se dosifica en solución concentrada tal como aparece en el esquema. Como máximo 10 veces concentrada y entonces la bomba debe ser de acero inoxidable completamente y resistente a ácidos.

**Sondas de pH y CE.** Elementos fundamentales de la instalación y en su fiabilidad se basa el funcionamiento del sistema. No es aconsejable escatimar en estos componentes, al final lo pagare-

mos con creces. Es aconsejable que resistan la presión de trabajo. Se deben verificar frecuentemente con los líquidos de control para garantizar su precisión.

**Caudalímetros.** En la tubería general para conocer e incluso controlar el consumo de agua (modalidad de riego por volumen) y en los tanques de fertilizante para conocer los volúmenes empleados por sector.

Hay equipos que incorporan la posibilidad de dosificación proporcional al caudal de riego, es decir, podemos programar los litros de solución madre de cada tanque inyectados por m<sup>3</sup> de riego. Cuando esto se hace como un proceso continuo no tiene diferencias con la dosificación por CE e incluso en ocasiones presenta ventajas, como en el caso de dosificar pequeñas concentraciones de fertilizante, semilleros, frutales de hueso. Con incrementos de conductividad de 0,1 ó incluso 0,15 mS/cm es difícil garantizar la precisión del equipo de fertirrigación por aproximarse a

los márgenes de error de las sondas.

**Programador de fertirrigación y accesorios.** Es el cerebro que controla el sistema y no debemos conformarnos con un controlador poco fiable. Hay que elegir aquellos que cubran nuestros requerimientos con aplicaciones específicamente pensadas y desarrolladas para nuestro cultivo.

Capacidad para cubrir las funciones y prestaciones requeridas. Fácil programación. Mejor un menú descriptivo que códigos para cada función. Protección contra el medio. Debe resistir en un cabezal de riego junto con agua y fertilizantes. Protección contra interferencias.

Cumpliendo la normativa sobre inmunidad a radiación electromagnética y otras agresiones

## Con vocación de servir



PLAST-TEXTIL, S.L. ofrece una amplia gama de productos al servicio de la agricultura y horticultura:

- Mallas sombra: agrotexiles de protección solar.
- Gama que ofrece protección a partir del 30% hasta el 90%
- Mallas antigranizo
- Mallas protección lluvias, escarcha y heladas
- Mallas antitrip: agrotexiles de protección frente a insectos
- Malla suelo: agrotexiles para el revestimiento del suelo
- Mallas cortavientos: agrotexiles protección viento y salinidad
- Mantones: agrotexiles para la recolección de frutos -almendra, aceituna, etc.-, con una extensa gama de tamaños.



CONFECCION DE MALLAS AGRICOLAS

PLAST - TEXTIL, S.L.

Polligono Industrial, s/n - 46869 ADZANETA DE ALBAIDA (Valencia) - Spain  
Tels.: +34-(9)16-290 15 78 / 239 11 21 / 235 70 17 / 235 70 57  
Fax: +34-(9)16-290 09 82  
e-mail: info@plastextil.com - <http://www.plastextil.com>





de tipo eléctrico, evitaremos bloques y errores que fastidian nuestros planes de riego. Sobre todo los fines de semana.

Versiones actualizables conforme se desarrollen. No renuncie a tener las últimas versiones de programa.

Comunicación entre equipos y con un ordenador PC para facilitar la gestión de la finca.

Las aplicaciones específicas desarrolladas para nuestro sistema de cultivo facilitan la gestión de la fertirrigación y suelen mejorar los eficacia del sistema.

### Sistemas de cultivo. Gestión del riego

Podemos hacer una clasificación por sistemas de cultivo teniendo en cuenta el método de fertirrigación empleado.

#### - Cultivos en suelo:

Riego localizado por go-teo superficial y subterráneo.

- *Cultivo de planta en semilleros. Riego por microaspersión:*

Cobertura total

Carros móviles.

- *Cultivos hidropónicos en diferentes substratos:*

Con reciclaje de solución nutritiva

Solución excedente perdida

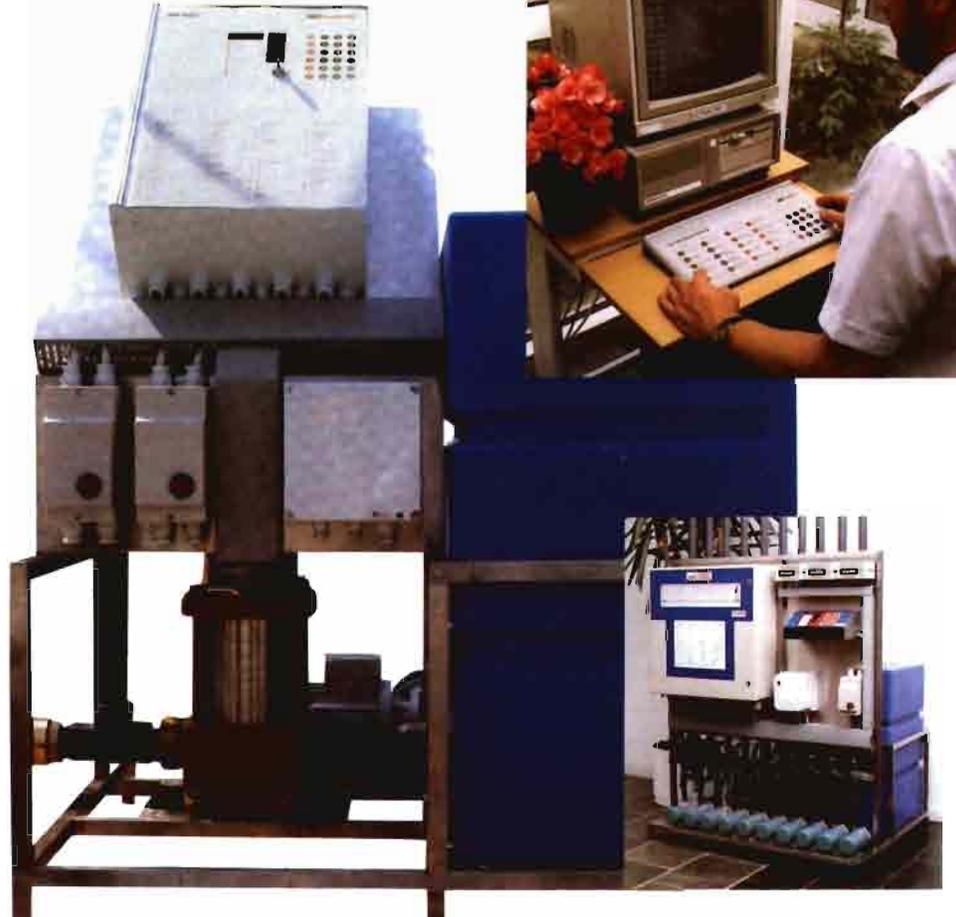
- *Cultivo hidropónico sin substrato. NFT y sus variantes.*

- *Cultivos de planta ornamental en contenedor por subirrigación.*

Mesas móviles

Banquetas de hormigón en el suelo

Cuando se decide llevar a cabo estructuras de invernadero e instalaciones que permitan controlar las condiciones ambientales en las que se van a desarrollar los cultivos se trata de aprovechar al máximo el potencial productivo de la explotación agrícola y por lo tanto los cultivos en suelo se ven desplazados por otras técnicas que permiten un mayor control del medio. En cualquier caso, en la producción de hortalizas sigue



siendo muy importante la superficie de cultivo en suelo con riego localizado y en muchos casos con resultados tan buenos como cualquier sistema hidropónico. Fundamentalmente suelos con buen drenaje, con aguas de excelente calidad y modalidad enarenado.

Los semilleros de plantas hortícolas han evolucionado mucho en los últimos años y podemos encontrar fundamentalmente dos modalidades de riego. Riego por microaspersión fija. Es la más extendida y para obtener buenos resultados hay que tener en cuenta los siguientes parámetros.

Porcentaje de uniformidad del riego. Los marcos de instalación de aspersores más densos no son los más uniformes. Siempre hay un diseño que da la uniformidad óptima por encima del 95 %. Pedir la información al fabricante o empresa comercializadora. Precipitación resultante del marco y la boquilla empleada. Las más habituales entre 15 y 30 litros/m<sup>2</sup>.h.

La instalación de la red de distribución puede ser con PE enterrado y los aspersores se sitúan sobre los soportes de las bande-

**Actualmente, los ordenadores son capaces de reducir la concentración de fertilizantes cuando la radiación solar es muy intensa y aseguran el control del clima, agua y abono en una correlación eficaz para la producción de plantas y frutos hortícolas.**

**Las ventajas de este uso inteligente no es sólo para los invernaderos, sino también para la intensificación de otros cultivos herbáceos y frutales al aire libre.**

jas, en cuyo caso no son necesarias las válvulas antigoteo. También puede ser empleando tuberías rígidas de aluminio recubiertas interiormente de PVC o con tubería interior de PE. Esta es una opción que se está implantando progresivamente. Es indispensable emplear un microaspersor con válvula antigoteo y resulta algo más cara que la anterior.

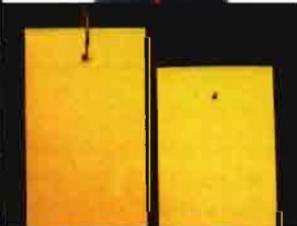
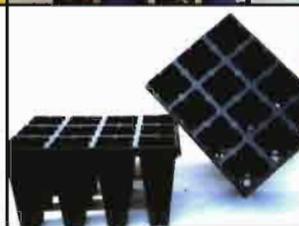
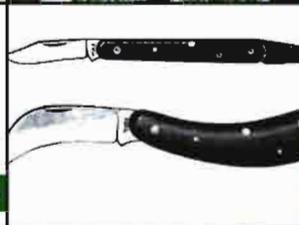
Buscando la máxima uniformidad se han implantado los carros de riego móviles. Supone una inversión considerable y no siempre justificada, dependiendo del nivel de exigencia del cultivo en cuestión. Actualmente se han desarrollado versiones de carros móviles muy eficientes y a un coste asequible.

Los condicionantes de estos cultivos son el número elevado de válvulas de riego, en ocasiones más de 100. Tiempos cortos de riego, minutos y segundos. Diversidad de soluciones nutritivas, algunos emplean los 8 tanques de fertilizante posibles. Activación de riego remota desde el invernadero. Los cultivos hidropónicos han evolucionado mucho en los

**SUSTRATOS**  
**Klasmann**  
**& Deilmann**  
 mezclas con coco más  
 cerca de Vd.



Turba rubia especial semilleros



*Todo esto y mucho más  
 lo encontrará en*

**PROJAR, S.A.**

PROJAR VALENCIA: Tel. 961 59 74 80 • Fax. 961 92 02 50  
 PROJAR MADRID: Tel. 916 20 36 40 • Fax. 916 20 13 57  
 PROJAR MURCIA: Tel. 968 53 72 07 • Fax. 968 43 72 60  
 PROJAR ALMERIA: Tel. 950 57 07 26 • Fax. 950 48 07 08

*PROJAR, S.A. es una central de suministros agrícolas  
 que además le informa y le da si Vd. quiere soporte técnico.*

e-mail: [projar@projar.es](mailto:projar@projar.es) <http://www.projar.es>

Colección Compendios  
de Horticultura Nº 14

## «Recirculación en Cultivos Sin Suelo»

es el nuevo libro de la colección Compendios de Horticultura, el número 14, coordinado por el Dr. Oriol Marfà .



En las modernas explotaciones horticolas actualmente existen problemas limitantes de la producción como son por ejemplo: falta de agua, disponibilidad de aguas de riego salinas que deben limpiarse, problemas de contaminación por nitratos y otros elementos, etc. De la necesidad de solventar este tipo de problemas surgió el acuerdo con los autores para la publicación de este libro.

**Publicación:**

Noviembre de 1999 - © Ediciones de Horticultura, S.L.

**Coordinado por:**

Oriol Marfà

**Producción, edición y distribución:**

Ediciones de Horticultura, S.L.  
Pso. Misericordia, 16, 1º - 43205 Reus- Tarragona  
Tel.: +34-977 75 04 02 - Fax: +34-977 75 30 56

e-mail: [horticom@ediho.es](mailto:horticom@ediho.es)  
<http://www.horticom.com/recirculacion/>

**Cuadro 14:  
Fertilizantes aportados**

Fertilizantes	g./litro	Lo que equivale	g./m3
N. de calcio	0,550		550
N. potásico	0,666	en gr/m³ a	666
F. monopotásico	0,206		206
Sulf. potásico	0,101		101
S. magnesio	0,031		31
A. nítrico 59	0,177		177
Microelementos			25

últimos años permitiendo el cultivo de hortalizas en fincas donde no hay suelo e incluso mejorando rendimientos y calidad en fincas donde tradicionalmente se ha cultivado en suelo. Una parte importante de este éxito se debe al desarrollo e implantación de técnicas de fertirrigación avanzadas. Los modernos equipos de fertirrigación, cabezales de filtrado autolimpiantes, goteros autocompensantes y antidrenantes, etc. son instrumentos indispensables para conseguir los mejores resultados. La evolución de estos sistemas de cultivo hacia el reciclado de la solución nutritiva es imparable por múltiples razones, económicas y medioambientales.

En la gestión del riego en cultivos hidropónicos, es

---

*Los sistemas de fertirrigación por subirrigación implantados en los cultivos de ornamentales en maceta han sufrido en los últimos años un impulso considerable en su implantación*

---

decir, cuando y cuanto hay que regar para optimizar el desarrollo del cultivo se han desarrollado técnicas que tienen en cuenta el porcentaje de drenaje de cada riego para conseguir ajustar el mismo al valor deseado y como consecuencia mantener el estado de saturación del sustrato uniforme.

Es un sistema que nos permite controlar automáticamente el riego en cualquier sustrato.

Hay otros sistemas que se basan en sondas que miden el nivel de saturación del sustrato en varios puntos y sobre esta medida organizan en riego.

También hay desarrollados estudios para calcular algoritmos de control del riego en relación con la radiación solar recibida por la planta y el déficit de presión de vapor (P. Lorenzo, E. Medrano, M.C. Sanchez-Guerrero, C.I.D.H. Almería) con resultados muy prometedores y la ventaja de ser medidas que son de ámbito general y no puntual.

Se está estudiando la posibilidad de adaptar electrodos selectivos de iones (José Mª. Durán y Luis Mª. Navas E.T.S.I.A. Madrid) para la medición directa en soluciones nutritivas del contenido de los elementos nutritivos y desarrollar un sistema para dosificar según esta referencia.

Actualmente es un sistema muy costoso que re-



quiere un nivel técnico alto y unas condiciones de trabajo poco habituales en nuestras fincas.

Pero con el tiempo tendremos los materiales adecuados para medir el contenido en la solución de riego de cada elemento y dosificar exclusivamente aquello que hace falta.

Los sistemas recirculantes se están implantando por motivos económicos y medioambientales, posiblemente pronto también por razones legales.

Los vertidos al suelo, acuíferos y en general al medio de soluciones nutritivas drenadas no

son aconsejables en ningún caso. Todas las variantes del NFT desarrollado por el Dr Allen Cooper en los años 70 tienen ahora un reflejo en todos los cultivos en los que se recicla la solución nutritiva.

Nos remitimos al interés despertado por la última publicación Recirculación en cultivos sin suelo coordinada por Oriol Marfà y editada por E. de Horticultura.

Los sistemas de fertirrigación por subirrigación implantados en cultivos ornamentales en maceta, han sufrido en los últi-

mos años un impulso considerable en su implantación. Procedentes del norte de Europa se pueden encontrar dos modalidades claramente diferenciadas.

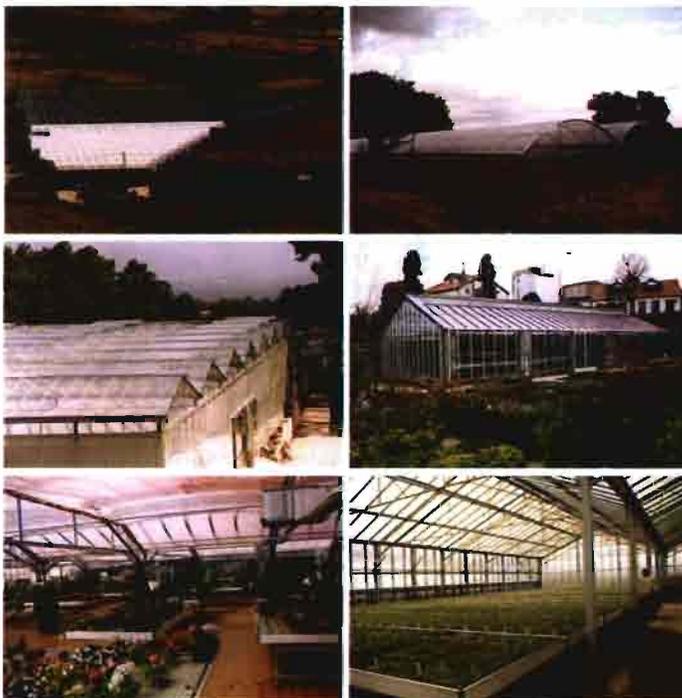
Cultivo en mesas móviles que permite una automatización de las labores culturales de estos cultivos, ya que la mesa se desplaza por todo el invernadero si-

**Cuadro 15:**  
**Proporciones a dosificar de cada tanque.**

Tanque	Fertilizantes	Conc.	Aporte en g./m3	Proporciones a programar		Conductividad eléctrica
A	N. de calcio	10 %	550	55	43%	2,59
B	N. potásico	10 %	666	67	52%	
C	F. monopotásico	10 %	206	21	16%	
Sulf. potásico	5 %	101				Valor de pH
D	S. magnesio	1%	31	31	24 %	
Microelemen.	0,8 %	25				5,5
Acido (pH)		5%	177			

## TALLERES FERNANDEZ y TRIGO, S.L.

CONSTRUCCIONES METALICAS



**F**abricamos todo tipo de túneles, multitúneles rectos y curvos con sistemas opcionales de ventilación, frontales y otros complementos.

**E**structuras para sombreros de tipo plano o curvo.

**R**espetamos el espacio interior de su invernadero, ofreciendo mesas de cultivo fijas y desplazables, con sistema incorporado para riego por inundación.

**T**ratamos de complacer todas las necesidades para su jardín con nuestros pequeños invernaderos que mejor se adaptan a sus exigencias.

**R**ealizamos e instalamos invernaderos de cristal y centros de jardinería a su medida.

**I**nvernaderos **FERTRI**, una industria a su servicio con diseño personalizado, calidad y garantía.

TALLERES Y OFICINAS GENERALES  
CAMPOLONGO - Apartado 34 - 15601 PONTEDEUME  
(La Coruña) España  
Tls. (981) 43 09 78 - 43 08 10 - Fax (981) 43 13 13

## LA INDUSTRIA DEL INVERNADERO



guiendo una secuencia programada desde el llenado automático hasta su preparación para la venta. Puede estar controlado por un robot que mueve las mesas automáticamente.

Es un sistema caro pero que en instalaciones sofisticadas y determinados cultivos resulta muy eficaz. Hay distintos tipos de válvula de llenado de mesas, éste es uno de los elementos fundamentales del sistema.

La instalación debe estar diseñada por un especialista y se han de tener en cuenta fundamentalmente los tiempos de llenado y vaciado de las mesas y el número de soluciones nutritivas requeridas.

Cultivo en bassetas de cemento. Como variante del sistema más rudimentaria para instalacio-

nes al aire libre o invernaderos menos sofisticados pero con resultados muy satisfactorios. La diferencia fundamental es que el cultivo se realiza en bassetas de hormigón perfectamente niveladas. Hay limitaciones en las dimensiones en relación con el tiempo de llenado y vaciado. Se emplean unas válvulas especiales para el llenado y vaciado. Finaliza el riego y un muelle cierra el paso del agua de riego y abre la vía de drenaje hasta la balsa correspondiente.

Esta misma válvula se emplea para el llenado y para el vaciado de las bassetas, por medio de un dispositivo que abre por la presión de agua y permite el paso de la misma a la basseta. Finaliza el riego y un muelle cierra el paso del agua de riego y abre la vía de drenaje hasta la balsa correspondiente.

Son sistemas que se están implantando progresivamente por sus buenos resultados. Suponen un ahorro considerable de agua y fertilizantes y un control muy eficiente del riego en este tipo de cultivo.

### Referencias

- Two hundred tons per Hare of producing tomatoes. Can we reach it? C.J. Phene, R.B. Hutmacher, K.R. Davis. HortTechnology, Jan-Mar 1992.
- Nutrient Deficiencies and toxicities in crop plants. William F. Bennett. APS Press.
- Metodología para la decisión de riego con agua residual en el medio rural. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias.
- Recirculación en cultivos sin suelo. Oriol Marfa. Ediciones de Horticultura.
- Cultivos sin suelo: Hortalizas en clima mediterráneo. Evaristo Martínez. Matías García. Ediciones Horticultura.
- Hydroponic. Nutrients. M. Edward Muckle. Growers Press Inc.
- Nutrient Film Technique of growing crops. Dr. Allen Cooper. Grower books.
- Growing in perlite. Grower Digest 12
- Nutrient ratios and uptake in hydroponic systems. Dr. Lynette Morgan, Hydroponics and Greenhouses.
- Subirrigation with recirculated solutions. John A. Biernbaum, Renee George.

## Más de 15 años cuidando de sus cultivos



Con una gama completa de **Feromonas sexuales** y **trampas**

**Productos biológicos**  
Fuego, Cumar...

**Enraizantes** y **Bioestimulantes**  
Micor, Binat...

y un amplio grupo de **Correctores**, **Materias orgánicas...**



**BIAGRO**  
BIOESTIMULANTES AGRÍCOLAS, S.L.

*Cuida la naturaleza*

C/ Jaime I, 8 · Polígono Industrial del Mediterráneo · 46560 Masalfasar. Valencia  
Tel.: 961 417 069 · Fax: 961 401 059 · E-mail: biagro@ediho.es · http://www.ediho.es/biagro

## Equipo AKBAR-MIKRO

Unidad de riego y fertilización por conductividad y pH..



Fácil Instalación

Sistema de inyección incluido.

Multitanque: 4 fertilizantes + ácido  
Riego: Por volumen o tiempo  
Bombeo: 1 bomba de agua  
Teleasistencia: Convencional y GSM



FABRICACIÓN DE AUTOMATISMOS

AMGI, S.A.  
BENAVENT, 18  
08028 BARCELONA (SPAIN)  
TEL. +34-93 411 17 84  
FAX: +34-93 411 14 04

E-mail: [amgi@amgi.com](mailto:amgi@amgi.com)

WEB: <http://www.amgi.com>