

Riego en sustratos de cultivo

VALENTIN TERES
vteres@lapton.com

Mediciones objetivas del agua disponible en el sustrato son indispensables para controlar el riego. Se dispone de instrumental fiable para ello.



Introducción

El cultivo en sustrato presenta unas características propias que lo diferencian claramente del cultivo en suelo. La reducción de la capacidad tampón aumenta la sensibilidad del cultivo a la incidencia de factores externos. Esto aumenta tanto las posibilidades de control como la vulnerabilidad del cultivo a factores no controlados.

Los criterios de riego deben tener en cuenta los medios de control disponibles en la explotación, la incidencia en el cultivo de factores no controlados por el agricultor y la variabilidad existente dentro de un sector de riego.

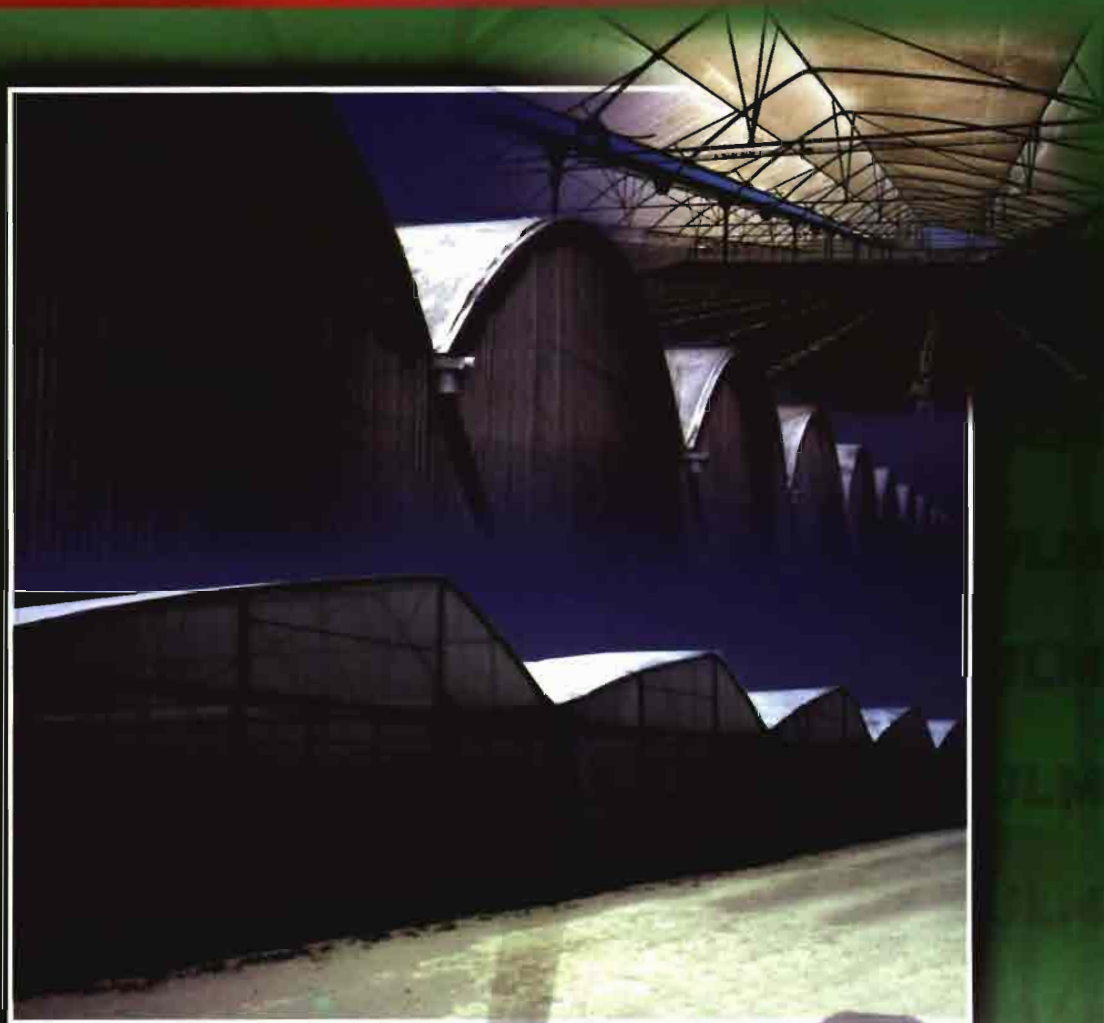
En artículos anteriores se hemos tratado aspectos relacionados con el riego, los conceptos básicos a considerar en riego en sustratos (Terés et al. 1997a), la interpretación de las propiedades físicas del sustrato y su aplicación al riego (Terés et al. 1997b) y las características de los diferentes sistemas de riego empleado en los sustratos (Terés et al. 1997a; Artetxe et al. 1998).

En este artículo se presenta de forma resumida un análisis de los factores que inciden en el riego. Partiendo de este análisis, se han desarrollado herramientas de trabajo que proporcionan unos criterios de riego claros y seguros y un sensor que proporciona una elevada eficacia para su aplicación en campo.

En cultivo hidropónico se dispone de una gran capacidad de control. La escasa incidencia de factores no controlados reduce la vulnerabilidad del cultivo. Esto permite emplear sustratos de baja capacidad tampón que potencian la eficacia de los elementos de control.

Invernaderos a medida

● Soluciones rentables,
capaces y eficaces
de ULMA Agrícola



Diseñados para satisfacer cualquier necesidad de instalación bajo cubierta en los sectores de la Agricultura y Ganadería, los invernaderos de ULMA posibilitan un control medioambiental mediante una amplia gama de equipamientos y sistemas.

ULMA Agrícola apuesta por la potenciación de una ingeniería de respuesta integral con soluciones "llave en mano". Por ello, además de integrar las tecnologías de mecanización y robotización más avanzadas del sector, ofrece proyectos personalizados y servicios de montaje a la medida de necesidades.



Cultivo en sustrato

La planta cultivada en sustrato desarrolla su sistema radical en un medio poroso diferente del suelo agrícola, contenido en un recipiente limitado por unas barreras físicas que impiden el desarrollo de raíces fuera del mismo. Esto proporciona al cultivo en sustrato unas características singulares que le diferencian claramente de cultivo en suelo.

La reducción del volumen del sistema radical tiene como consecuencia la necesidad de aumentar la disponibilidad relativa de agua y nutrientes si se pretende alimentar adecuadamente a la planta. El medio poroso empleado como sustrato debe proporcionar además el aire necesario para la respiración de las raíces. Para cumplir estos objetivos, es necesario recurrir a materiales con unas características del espacio poroso muy diferentes a las que se dan en cultivo en suelo. Consecuencia de la reducción de volumen y de las características de los medios porosos empleados, es la reducción de la capaci-

dad tampón y en consecuencia una gran sensibilidad del cultivo frente a variaciones de los factores que afectan al entorno radical, como disponibilidad de aire, agua y nutrientes, pH, C.E., etc.

La reducción de la capacidad tampón es a la vez la gran ventaja y el gran inconveniente de la producción en sustrato de cultivo. Es una gran ventaja cuando las variaciones se deben al control realizado por el agricultor.

Los criterios de riego deben tener en cuenta los medios de control disponibles en la explotación, la incidencia sobre el cultivo de factores no controlados por el agricultor y la variabilidad existente dentro de un sector de riego



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 Príncipes de España, 116 • Venta del Olivo (Paraje Simón Ación)
04700 EL EJIDO • Tel. 950 485758 - Fax 950 572242



En el cultivo de champiñón intervienen dos materiales porosos de características muy diferentes. Se establecen además unas condiciones muy estrictas en cuanto a la variación del contenido hídrico en el compost. La simulación permite elegir la combinación compost-tierra de cobertura que facilite el manejo y determinar los criterios de riego más adecuados para respetar las restricciones establecidas.

Es un gran inconveniente cuando las variaciones se deben a la incidencia de factores no controlados por el agricultor. La variación controlada de los parámetros del entorno radical proporciona una herramienta muy potente y eficaz para el control del desarrollo del cultivo. La sensibilidad del cultivo a los parámetros del entorno radical, le hacen vulnerable frente a la incidencia de factores no controlados, disminuyen el control del agricultor sobre el desarrollo del cultivo y pueden llegar a poner en peligro la propia supervivencia de la planta.

La capacidad de control y la vulnerabilidad del cultivo, son mayores cuanto menor sea la capacidad tampón del medio, que presenta variaciones muy importantes entre unos sustratos y otros. Las características de la explotación y los medios de control disponibles, condicionan la características del sustratos a utilizar. La comparación entre el cultivo hidropónico y el cultivo de planta ornamental al aire libre puede ayudar a entender esta relación.

Los equipamientos empleados en cultivo hidropónico proporcionan una gran capacidad de control de los factores de producción, tanto de los que afectan a la parte aérea de la planta mediante el control de clima, como de los que afectan al entorno radical mediante el control del riego y de las características de la solución nutritiva aportada. El empleo de un sustrato con una capacidad tampón mínima aumenta la eficacia de los elementos de control. La vulnerabilidad del cultivo es muy baja debido a la escasa incidencia de factores no controlados.

TALLERES FERNANDEZ y TRIGO, S.L.

CONSTRUCCIONES METALICAS



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

Estructuras para sombreros de tipo plano o curvo.

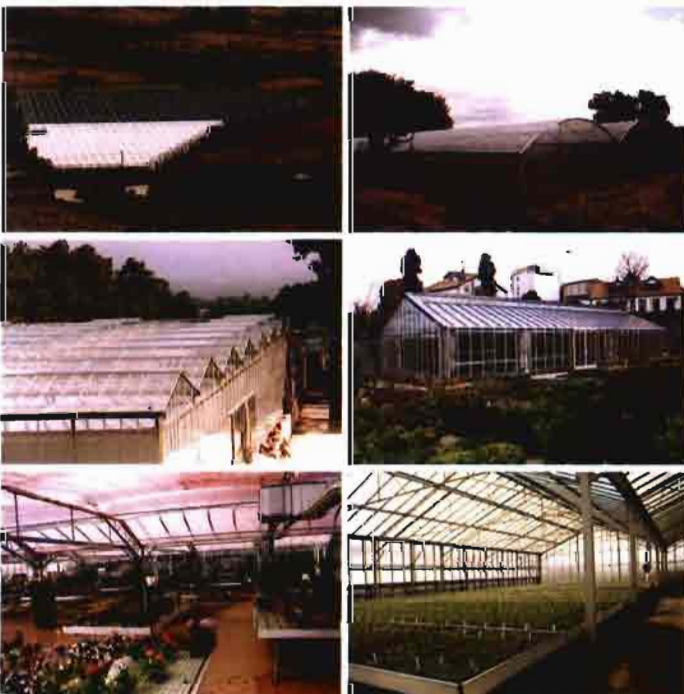
Respetamos el espacio interior de su invernadero, ofreciendo mesas de cultivo fijas y desplazables, con sistema incorporado para riego por inundación.

Tratamos de complacer todas las necesidades para su jardín con nuestros pequeños invernaderos que mejor se adapten a sus exigencias.

Realizamos e instalamos invernaderos de cristal y centros de jardinería a su medida.

Ivernaderos **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



En el caso de producción de planta ornamental al aire libre la capacidad de control es muy baja para los factores que afectan a la parte aérea de la planta. La vulnerabilidad de la planta se disminuye en este caso, empleando un sustrato con una capacidad tampón más elevada, que reduce la capacidad de respuesta del cultivo a los factores controlados.

Control de los factores de cultivo

El control de los factores de cultivo depende de la forma en que inciden en la planta. Desde este punto de vista los podemos clasificar en dos grandes grupos: los que afectan a la parte aérea de la planta y los que afectan al entorno radical.

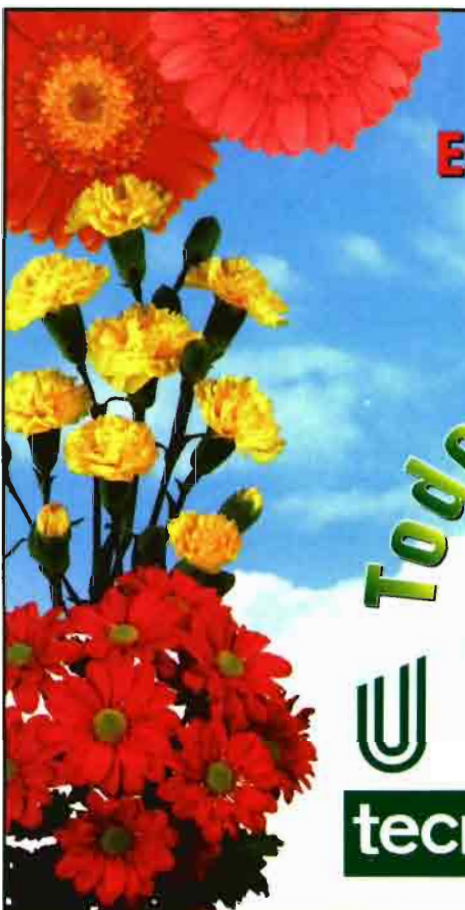
El control de los factores que afectan a la parte aérea de la planta, se consigue mediante las estructuras de protección de cultivos. Se presentan un amplio abanico de posibilidades, desde un minitúnel plástico para cada línea de cultivo, con un bajo nivel de control, hasta el control riguroso del clima en

La heterogeneidad de cada sector de riego se debe reducir al mínimo posible. La heterogeneidad resultante varía en un intervalo muy amplio en función de diversos factores. Los criterios de riego y el sistema de control deben considerarla, asumirla y gestionarla, adaptándose a las características de propias de la explotación.

un invernadero de cristal. La elección en cada caso de la estructura de protección adecuada depende de las condiciones climáticas de la zona y las condiciones deseadas para el cultivo. Su rentabilidad depende de la relación entre el coste de la estructura y el beneficio obtenido por el aumento de la cantidad y/o precio del cultivo.

Los factores que afectan al entorno radical de la planta los podemos clasificar en dos grandes grupos: factores físicos y factores químicos. El control de los factores químicos se aborda mediante la variación de las característi-





Esquejes de clavel •
Esquejes de crisantemo •
Plantas de gerbera •
Verdes •

Todo el año

Crisantemos •

Sabemos:
Que variedades aguantan el frío
y que variedades resisten el calor.

Suministramos:
Variedades que aguantan el frío
y variedades que resisten el calor

programamos:
Para invierno y para verano,
o sea todo el año

tecniplant

Tel.: 94-477 317 318 - Fax.: 94-477 317 456
e-mail: tecniplant@ediho.es

ASTURIAS Y CANTABRIA


AGRICOLA CUELI, S.A.
San Francisco del Humedal, 5
33207 Gijón - Tel.: 985 35 80 20

GALICIA


semillas Lage, S.L.
Pol. Ind. Bergondo
C/. Padre Cortián, parcela 22 D
15640 BERGONDO (La Coruña)
Tel.: 981 79 55 33 - Fax.: 981 79 55 35

En Pontevedra:

BACEO, S.L.
C/. Carrejal, 70
Tel.: 986 63 34 09 - Fax.: 986 63 34 90
TOMIÑO (Pontevedra)

CÁDIZ - SEVILLA

**FRANCISCO
GUERRERO ODERO**
Tel. Móvil. 609 86 79 07

MURCIA Y ALICANTE

BULBO IMPORT S.L.

Antonio Belmonte Mula
Av. Andalucía, 19
04640 PULPI (Almería)
Tel.: 950 46 44 68 - Fax.: 950 46 40 13



cas químicas de la solución de riego, pH, C.E., relaciones entre nutrientes, etc. El control de los factores de tipo físico se consigue mediante el manejo del agua de riego, para ello hay que determinar el momento de aplicación del agua de riego y la cantidad de agua a aplicar, es decir ¿cuándo hay que regar? ¿cuánto hay que regar?.

Control de riego: cuándo y cuánto hay que regar

El control de riego tiene por objeto mantener la disponibilidad de agua, aire y nutrientes dentro de unos intervalos adecuados para el desarrollo de la planta. Nos ocuparemos en este caso del control de los factores de tipo físico que afectan a la disponibilidad de aire y agua y de los criterios a considerar en la determinación del momento de riego y de la cantidad de agua a aplicar.

El momento de aplicación del riego está determinado por el momento en el que la disponibilidad de agua alcanza un mínimo fijado previamente para la disponibilidad de agua. Para un

La vanguardia en goteros autocompensantes



ADI
Integral

- Máxima uniformidad (Categoría A).
- Autolimpieza.
- Flujo turbulento.
- Paso crítico 10 veces mayor que otros.

ADI: Tuberías con gotero integrado autocompensante*



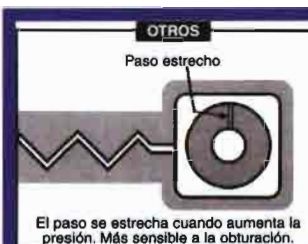
ADO: Gotero autocompensante para pinchar.

ADO
On line



- Mayor superficie de filtración.
- Operativo en altas presiones.
- Rápida entrada en modo de autocompensación.

GRAN AHORRO DE AGUA. Máxima resistencia a la obturación



Agro-Systems Consorcios s.a.

Barcelona:
Prol. Av. Arraóna,
Pla. 41-43. P. I. Santiga
08210 Barberà del Vallès (Barcelona)
Tel.: 93 729 44 47
Fax: 93 729 26 89

Madrid:
C/ Chile, 10.
Oficina N° 34-35.
28290-LAS MATAS (Madrid)
Tel.: 91 630 06 53
Fax: 91 630 37 83

Valencia:
N-III, Km. 328.
P. I. El Oliveral. Nave A-4
46190-RIBARROJA (Valencia)
Tel.: 96 166 89 23
Fax: 96 166 89 70

Sevilla:
P. I. PISA, C/ Brújula, 3
41927-Mairena del Aljarafe
(Sevilla)
Tel.: 95 418 52 50
Fax: 95 418 52 42

(*)Fabricado por:

AGROMETZER S.A.
P. I. Manzanares. Calle "D", pla. R-188
13200 Manzanares. Ciudad Real.



sustrato determinado, la disponibilidad de aire y agua son complementarios como ya se vio en Terés et al. 1997b. Por ello la aplicación de un riego aumenta la disponibilidad de agua y disminuye la de aire. Una vez finalizado el riego se alcanza la mínima disponibilidad de aire para la raíz. Si esta es menor que el mínimo necesario para las necesidades de la planta, podemos decir que el sustrato empleado es poco adecuado para la planta cultivada. La solución para el cultivo ya instalado no es fácil, para los siguientes cultivos la solución pasa por sustituir el sustrato por otro más aireante.

La cantidad de agua que se debe aportar en cada riego está determinada por la diferencia entre el contenido hídrico en el momento de aplicar el riego y el deseado para después del riego. En cultivo hidropónico, en maceta y en multiplicación de planta, el objetivo del riego es normalmente, reponer la

reserva máxima de agua y aportar un excedente para drenaje. En otros casos, como el cultivo de champiñón, las condiciones son más restrictivas y se deben tener en cuenta en el cálculo de la cantidad de agua a aportar para conseguir los objetivos deseados.

Problemas que se plantean

En la situación real de campo la disponibilidad de agua presenta variaciones entre las distintas macetas o sacos de cultivo. Si aplicamos los criterios anteriores cada maceta o saco habría que regarlo en un momento diferente.

Son muchos los factores que afectan a estas variaciones. La heterogeneidad del sustrato, las diferencias de llenado entre las macetas, la diferente presión que ejercen los diferentes operarios, la necesidad que se presenta en muchas explotaciones de incluir en un sector de riego planta de diferentes especies o en diferente estado de desarrollo, la orientación de la parcela, las di-

En cultivos al aire libre hay una elevada incidencia de factores no controlados. La vulnerabilidad del cultivo se reduce, en este caso, empleando sustratos con una capacidad tampón más elevada.

ferencias de aporte entre los diferentes goteros o aspersores, etc. Ante esta situación es necesario adoptar una solución de compromiso que permita manejar adecuadamente el agua de riego asumiendo y gestionando esta diversidad.

Clasificación de los factores de cultivo en función de su incidencia en el control de riego

Desde el punto de vista del control de riego, los factores de cultivo los podemos clasificar en tres grandes grupos: los que afectan a la reserva de agua y al reparto aire – agua en el entorno radical, los que afectan al consumo de agua y los que afectan a la reposición del agua consumida.

Efectos especiales, ventajas especiales.

Celloclim 4S® es un plástico térmico tricapa de larga duración a base de burbujas para todo tipo de cultivos bajo invernadero. Desarrollado a partir de una alta tecnología, **Celloclim 4S®** asegura para sus cultivos:

- una productividad y calidad excepcionales.
- rápida rentabilidad para su inversión, gracias a sus efectos especiales:

CELLOCLIM 4S



Efecto climatizador

DURANTE EL DÍA



Celloclim 4S® consigue temperaturas estivales inferiores de 6°C a 10°C con respecto a otros plásticos térmicos tradicionales.



Efecto difusor de la luz



Las burbujas de **Celloclim 4S®** dividen la luz dentro del invernadero en multitud de rayos, repartiéndose perfectamente en todas las direcciones y evitando las zonas de sombra.



Efecto térmico

DURANTE LA NOCHE



Con **Celloclim 4S®** las temperaturas nocturnas son superiores entre 2°C y 4°C a las de otros plásticos térmicos tradicionales.

Celloclim 4S®. Alta tecnología al servicio de la agricultura

prosyn polyane

Distribuidor para España:

RIVIERA BLUMEN
FLORES SELECCIONADAS DEL SURESTE PLÁSTICOS PARA LA AGRICULTURA

RIVIERA BLUMEN HISPANIA S.L.
AUTOVÍA MURCIA-ALMERÍA, SALIDA 574, FINCA LOS ÁNGELES APTDO. CORREOS: 59 · 30890 PUERTO LUMBRERAS, MURCIA (SPAIN)
TELF.: 968 402226 · 402350 FAX: 968 402229

a) Factores que afectan a la reserva de agua y a las relaciones aire – agua

La reserva de agua en el sustrato puede variar de una maceta, saco o contenedor, a otro en función de la homogeneidad del sustrato, de la homogeneidad del llenado, de la sensibilidad del sustrato a la compactación por presión durante el llenado, de si el sector de riego tiene un solo tamaño de maceta o contenedor o si por el contrario hay más de un tamaño.

La consecuencia de esto es que unas macetas pueden estar en condiciones de asfixia radical mientras que en otras la aireación de raíces es adecuada. La reserva de agua es superior en las primeras, cuando estas todavía tienen agua disponible para la planta las segundas ya han agotado toda su reserva.

b) Factores que afectan al consumo de agua

El consumo de agua va reduciendo su reserva y disponibilidad en el sustrato, cuando esta llega a un mínimo es el momento de aplicar el riego.

El problema se plantea cuando el

Desde el punto de vista del control de riego, los factores de cultivo pueden clasificarse en los que afectan la reserva de agua y al reparto de aire-agua en el entorno radical, los que afectan el consumo de agua y los que afectan la reposición del agua consumida

consumo no es el mismo para todas las plantas del sector de riego. En este caso la disminución de la reserva en el sustrato no es uniforme, y el momento en el que se alcanza el mínimo fijado no es único, sino un intervalo de tiempo más o menos amplio. Si las diferencias son elevadas, en un momento de-

terminado una maceta puede estar lejos de alcanzar el mínimo mientras que otra pueden haberlo sobrepasado.

Son muchos los factores que pueden afectar al consumo de agua. La orientación del invernadero o de la parcela al aire libre, con una parte que recibe más radiación que otra, la exposición a los vientos dominantes y a los vientos secos y cálidos, la inclusión en un mismo sector de riego de plantas de diferentes especies o con distinto grado de desarrollo, son factores que afectan de forma clara a las necesidades de la planta. Las diferencias en la incidencia de estos factores en las plantas de un mismo sector de riego, provocan diferencias en el consumo y por lo tanto en el momento de aplicación del riego.

c) Factores que afectan a la reposición de la reserva de agua

Una vez que la disponibilidad de agua alcanza en valor mínimo prefijado, el sistema de riego es el encargado de reponer la reserva de agua alcanzando nuevamente su máxima disponibilidad.



PROTEGEMOS SUS CULTIVOS

INDUSTRIAS ELS MOLINS, S.A. ofrece una amplia gama de productos al servicio de la agricultura y horticultura:

- **Mallas protección lluvias, escarcha y heladas:** cítricos
- **Mallas sombreo:** agrotexiles de protección solar. Gama que ofrece protección a partir del 30% hasta el 90%
- **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.
- **Mallas antigranizo**

**INDUSTRIAS
ELS MOLINS S.A.**

Polígono Industrial, s/n - 46869 ADZANETA
DE ALBAIDA (Valencia) - Spain
Tels.: +34-96 290 15 78
290 11 21
290 70 17
290 70 57
Fax: +34-96 290 09 82



Al igual que en los casos anteriores hay factores que afectan a la uniformidad de la reposición de la reserva. En el caso de riego por goteo, los factores a considerar son la uniformidad entre goteros, la relación presión caudal del gotero, y las diferencias de presión debidas a las pérdidas de carga de la tubería. En el caso de riego por aspersión, además de los factores anteriores hay que considerar las diferencias provocadas por la heterogeneidad espacial propia del aspersor, las zonas de solape, y la incidencia del viento.

La incidencia de estos factores da lugar a diferencia en la cantidad de agua recogida en cada maceta, que en unos casos puede sobrepasar el porcentaje de drenaje deseado, en otros casos ser inferior o ni siquiera llegar al drenar.

Incidencia en el control de riego

El control de riego será mejor cuanto más homogéneas sean la reserva, el consumo y la reposición de la reserva de agua, dentro del sector de riego. Ni que decir tiene que la situación

Los criterios de riego se establecen teniendo en cuenta la heterogeneidad que se presenta dentro del sector. El control de riego es mejor cuanto más homogéneas sean la reserva, el consumo y la reposición de la reserva de agua, y el margen de maniobra es menor cuanto mayor sea la heterogeneidad

de homogeneidad absoluta es inalcanzable. La heterogeneidad dentro de un sector de riego se debe reducir al mínimo posible, pero no se puede eliminar completamente. El control de riego debe considerarla, asumirla y gestionarla.

La forma de reducir la heterogeneidad depende lógicamente del factor

de que se trate y en cada caso se debe hacer un análisis detallado de sus causas. La homogeneidad de un sector de riego pasa por el control de los factores que inciden en cada caso, algunos de los cuales ya se han analizado. La posibilidad de control varía de unos factores a otros. La elección del sustrato, la inclusión en sector de tamaños de maceta, especies vegetales o plantas en distinto grado de desarrollo, son factores fácilmente controlables. Para otros factores el control es más difícil, es el caso de los factores naturales como vientos, temperaturas o lluvias.

Los criterios de riego se deben establecer teniendo en cuenta la heterogeneidad que se presenta dentro del sector, sea esta debida a factores controlables o incontrolables. El margen de maniobra será menor cuanto mayor sea la heterogeneidad. Se puede llegar a una situación con una heterogeneidad tal que el margen de maniobra sea muy pequeño, incluso impida la aplicación de unos criterios razonables. En este caso la solución pasa por redistribuir el

RQ-Flex

MERCK

Sistema portátil **ideal para análisis de aguas de riego**: Nitritos, Amonio, Cloro, pH, Hierro, Potasio, Fosfato y hasta un total de 25 parámetros químicos diferentes.

**P.V.P.
82.000 pts.**



Solicite más información a:
MERCK Farma y Química, S.A.
Polígono Merck - 08100 Mollet del Vallès (Barcelona)
Teléfono: 93 565 55 00 - Fax: 93 544 02 87

Bandejas de plástico para plantones jóvenes

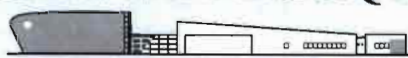


75 alveolos (para fresas)	600x400x115 mm.
96 alveolos	600x400x70 mm.
150 alveolos	600x400x50 mm.
240 alveolos vers. baja	600x400x36 mm.
240 alveolos vers. alta	600x400x50 mm.
285 alveolos	600x400x53 mm.
315 alveolos	615x415x55 mm.
504 alveolos	600x400x50 mm.
600 alveolos	600x400x50 mm.

Soporte de cultivo, clips para tomates y tutores para geranios

VARIOS MODELOS

SOLUTIONS PLÂSTIQUES



Fabricación de moldes - Inyección plástica

Rue Blaise Pascal - 22300 LANNION - France
Tel.: 33 (0) 296 48 23 67 • Fax: 33 (0) 296 48 44 44
E-mail: rannou@solutionsplastiques.com



La metodología de laboratorio y el modelo de simulación son las herramientas empleadas para determinar el momento de aplicación del riego y la cantidad de agua a aplicar. Así se obtienen criterios de riego adecuados para una explotación o grupo de explotaciones

sector de riego en dos o más mas homogéneos en función de los factores controlables.

Solución propuesta

Actualmente se dispone de unas herramientas de trabajo de alta fiabilidad y eficacia para la determinación de los criterios de riego y para su aplicación en campo, evaluando, asumiendo y gestionando la heterogeneidad de la reserva, del consumo y de la reposición de agua, dentro del sector de riego. Entre ellas se cuenta la de la firma Laption

Control de Riego, que se describe en los siguientes apartados.

Criterios de riego: cuanto y cuando regar. Herramientas utilizadas

La metodología de laboratorio y el modelo de simulación son las herramientas empleadas para determinar el momento de aplicación del riego y la cantidad de agua a aplicar en cada caso. El modelo de simulación da entrada a la variabilidad de la reserva de agua, del consumo y de la reposición. Esto permite obtener los criterios de riego adecuados para una explotación o un grupo de explotaciones.

a) Metodología de laboratorio

La metodología de laboratorio empleada para el estudio de las propiedades físicas, se ha desarrollado con el doble objetivo de medir parámetros útiles en el control de riego y de controlar y disminuir los errores de medida. El resultado ha sido una metodología con desarrollos propios para la saturación de las muestras de sustrato y para la medida del volumen ocupado por el material sólido, que proporciona una información más acorde para el control de riego, un mayor control de los errores de medida y una evaluación de estos, tanto de la exactitud como de la precisión.

El reducido volumen del sustrato determina una reducida capacidad tampón en multiplicación de planta. Para reducir la vulnerabilidad de la planta es necesario aumentar el control de los factores de producción

b) Simulación del comportamiento hídrico

El modelo matemático empleado para simular el comportamiento hídrico del sustrato, es totalmente conceptual, a diferencia de los actualmente disponibles que son de tipo polinómico o solo parcialmente conceptuales.

Este carácter conceptual, le proporciona una gran potencia de simulación aplicable no solo a la determinación de los criterios de riego sino también a la formulación y control de calidad de los sustratos.

c) Control de la heterogeneidad mediante la formación de sectores de riego

El modelo empleado da entrada a la heterogeneidad de los distintos factores que inciden en el riego. Con ello se evalúa la incidencia de estas variaciones en el comportamiento hídrico del sustrato. Si estas variaciones son

AGROCOMPONENTES DEL INVERNADERO

<http://www.agrocomponentes.es>

**SISTEMAS DE VENTILACION
AUTOMATISMOS
PANTALLAS TÉRMICAS Y MALLAS**



agrocomponentes

Ctra. Los Alcázares, Km. 2
30700 TORRE PACHECO (Murcia)
Tels.: 968 58 57 76 / 58 55 52 - Fax: 968 58 57 70
e-mail: info@agrocomponentes.es
e-mail: exportdivision@agrocomponentes.es
e-mail: admon@agrocomponentes.es



asumibles se mantiene el sector de riego, si no lo son, es necesario fraccionar o reestructurar los sectores de riego.

d) *Criterios de riego: cuánto y cuándo regar*

La metodología aplicada nos permite obtener unos valores del momento de riego y de la cantidad de agua a aplicar fiables y adaptados a las características de la explotación considerada.

La fiabilidad se basa en el control de los errores de medida en la determinación de las propiedades físicas y en la potencia de simulación del modelo empleado. La adaptación a las características de la explotación se obtiene dando entrada en el modelo a la heterogeneidad de los factores que inciden en el riego.

Aplicación de los criterios mediante instrumentos

El momento de aplicar el riego viene dado por un valor del estado hídrico del sustrato. La heterogeneidad del sector de riego hace necesario tener un conocimiento preciso del estado hídrico medio y de su variabilidad den-

La utilización de criterios de riego objetivos tiene una fuerte incidencia en la eficiencia del uso del agua. El resultado es un ahorro de la cantidad de agua empleada y una reducción del impacto ambiental del cultivo debido a un mejor uso de la misma

tro del sector. Para conocer el estado hídrico medio es necesario obtener una medida fiable del mismo en un punto representativo del sector. La variabilidad la estimamos mediante la simulación dando entrada a las características de la explotación.

El Laptómetro, instrumento desarrollado por la firma Lapton, es un sensor que proporciona una lectura cuantitativa, rápida, fiable y segura del

estado hídrico del sustrato. Ha sido desarrollado específicamente para el cultivo en sustrato. Su diseño, escala de lectura, el calibrado individualizado de cada uno de ellos, y la calidad de los materiales empleados, proporciona una respuesta segura, rápida y con un error muy bajo. La instalación es sencilla y solo son necesarias labores de mantenimiento en casos excepcionales, como incidencia de heladas. Dispone de un display de lectura y de una salida normalizada para su conexión a equipos automáticos de control de riego.

Consecuencias en el cultivo y en el medio ambiente

El sistema expuesto proporciona un control eficaz sobre el estado hídrico del sustrato. Este control tiene dos consecuencias importantes en el cultivo, la homogeneidad y el control del desarrollo mediante el control del estrés hídrico. Este sistema tiene además una incidencia muy importante en el aumento de la eficiencia del uso del agua.

La homogeneidad del cultivo es consecuencia de los criterios de riego



ODETTE



PHILIPPE



todo en artículos de embalaje

Bolsas para cebollas,
patatas, zanahorias

Malla tubular

Malla para palets

Mallas protectoras

Mallas agrícolas



2, IMPASSE DE L'ANCRE
67000 STRASBOURG
TEL. 03 88 37 37 41
FAX 03 88 35 68 65
GSM 06 85 10 59 84





Jiffy
JIFFY-7

JIFFY-7 Pellet-Pack




Ideal para:

- Aromáticas, Fuchsia, Dimorphotheca, Impatiens Nueva Guinea...

Características:

- Sistema listo para su utilización.
- Fácil de manipular y cultivo uniforme.
- Ahorro de espacio tanto en el transporte como en el cultivo. Fácil de almacenar.
- Excelente capacidad de drenaje



**clause
semences**

CLAUDE IBERICA, S.A.
Ctra. de la Cañada, Km. 11,5 Pla del Pou
Apdo. de correos 162 - 46980 PATERNA (Valencia)
Tel.: 96 132 27 05 - Fax: 96 132 34 11

obtenidos de la simulación. Estos criterios se establecen para permanecer en una zona segura, en la que las variaciones esperadas para los factores externos tengan como consecuencia unas variaciones mínimas en el desarrollo de la planta.

El control del desarrollo mediante el control del estrés hídrico tiene aplicación en la producción de planta forestal y de planta ornamental, por citar algunos casos. En el caso de la planta forestal este control permite obtener un desarrollo equilibrado de parte aérea y raíz y un endurecimiento de la planta que aumente las posibilidades de implantación en el terreno definitivo. En el caso de planta ornamental, el uso adecuado del estrés hídrico permite obtener plantas con un desarrollo más equilibrado, reduciendo el empleo de reguladores de crecimiento.

La utilización de criterios de riego objetivos y fiables tiene una fuerte incidencia en el aumento de la eficiencia del uso del agua. Esto significa que para obtener el mismo producto las ne-

cesidades de agua son menores o bien con una determinada dotación de agua las posibilidades de producción son mayores. El resultado es un ahorro en el agua empleada y una reducción del impacto ambiental del cultivo debido al uso del agua.

Campos de aplicación

La solución propuesta para el control de riego es aplicable a todo tipo de cultivo en sustrato. A modo de ejemplo consideraremos cuatro casos, cultivo hidropónico, cultivo en maceta, multiplicación de planta y cultivo de champiñón.

a) Cultivo hidropónico

Los métodos más empleados para el control de riego en cultivo hidropónico son la bandeja de demanda y el cálculo de consumo a partir de la radiación solar recibida. El primero se basa en una medida cualitativa del estado hídrico del sustrato y el segundo en una medida indirecta.

El instrumento descrito proporciona una media cuantitativa, directa, fiable y en tiempo real del estado hídrico

del sustrato con ventajas importante respecto a los otros dos métodos mencionados.

La disponibilidad de una medida cuantitativa en tiempo real frente a la cualitativa de la bandeja de demanda, aumenta considerablemente la capacidad de control, con la posibilidad de utilizar consignas variables día/noche o en función del desarrollo del cultivo por citar algunos ejemplos.

La disponibilidad de una medida directa frente a la indirecta proporcionada por la medida de la radiación solar, aumenta considerablemente su fiabilidad. En el caso del control por radiación solar, la fiabilidad depende del ajuste del modelo a las condiciones locales, al sustrato empleado y a la planta cultivada. La consecuencia es una imprecisión, a veces muy importante de los valores calculados. Una solución adoptada frecuentemente consiste en complementarlo con una bandeja de riego a la demanda.

La simulación del comportamiento hídrico permite tener una información



Generador de aire caliente Giordano

12 Modelos para agricultura
6 Opciones de potencia
Combustión indirecta a gas y a gasoil

Plàstics Tècnics i Agrotecnologia, s.l.
 Camí del Mig, s/n • Pol. Ind. Pla d'en Boet
 Apartado de correos nº 120 • 08300 MATARÓ (Barcelona)
 Tel. 937 573 025 • Fax 937 572 183
 E-mail: plastics@arrakis.es



Los instrumentos de medición proporcionan una medida cuantitativa, en tiempo real, rápida, fiable y segura del estado hídrico del sustrato con unas necesidades mínimas de mantenimiento.

El tamaño del sensor debe adecuarse al tamaño del envase empleado para el sustrato. En la foto, el instrumento denominado "Laptómetro".

fiable sobre la variabilidad del estado hídrico del sustrato, que no se obtiene con los otros métodos comentados.

El Laptómetro proporciona un medio de control rápido, seguro, fiable y de muy bajo mantenimiento para el control de riego en cultivo hidropónico, que sustituye con ventaja al sistema de control por radiación, a la bandeja de riego a la demanda y a la combinación de ambos.

b) Cultivo en maceta

Los medios empleados actualmente para el control de riego en maceta son muy escasos. Es frecuente seguir un calendario de riegos previamente establecido que se puede variar en función de las apreciaciones del agricultor. Esto suele dar lugar a muchos casos de incertidumbre en los que no se tiene claro si es mejor regar o esperar un poco más.

Para reducir al mínimo estas situaciones, es frecuente recurrir a sustratos cada vez más gruesos, que facilitan el drenaje, en los que un exceso del agua aportada no tiene mayor importancia para el cultivo porque se evacua. La consecuencia es la reducción de la capacidad de retención de agua, la necesidad de mayor frecuencia de riego y una mayor evacuación de agua al drenaje.

La utilización de instrumentos como el descrito proporciona una medida segura y fiable del estado hídrico del sustrato, eliminado la incertidumbre. Esto permite ajustar más las características del sustrato a las necesidades de la planta y planificar mejor los momentos y las dosis de riego



La utilización de medidores proporciona una medida segura y fiable del estado hídrico del sustrato, elimina completamente la incertidumbre, como consecuencia hace innecesario recurrir a sustratos más gruesos. Esto permite ajustar más las características del sustrato a las necesidades de la planta, ajustar los momentos y dosis de riego y en consecuencia un ahorro de agua.

La conexión del medidor a un equipo automático de control de riego aumenta las ventajas anteriores, permite la utilización de consignas variables con una gran eficacia que se manifiesta en la calidad de la planta obtenida.

c) Multiplicación de planta

La situación de control de riego en multiplicación de planta es similar la de planta de maceta. En ambos casos se aplican criterios de visu para el control de riego. Las ventajas mencionadas allí para el Laptómetro son aquí superiores por la sensibilidad de las plantas a la incidencia de factores externos no controlados.

d) Cultivo de champiñón

El cultivo de champiñón presenta unas características propias respecto a otros cultivo en sustrato. Intervienen dos medios porosos, compost y tierra de cobertura, con características físicas claramente diferenciadas. Se estable-

cen además unas condiciones muy estrictas en cuanto a las variaciones del contenido hídrico del compost.

La metodología empleada por Laption Control de Riego permite simular el comportamiento hídrico de los dos medios porosos, elegir la tierra de cobertura adecuada, establecer unos criterios de riego que permitan respetar las estrictas condiciones hídricas impuestas para el compost y aplicarlas de forma fiable mediante la utilización del Laptómetro.

Bibliografía

- TERÉS, V.; BEUNZA, A.I.; ARTETXE, A. 1997a. Riego en sustratos. Revista Horticultura Nº 120 Abril 1997. p. 49-52.
- TERÉS, V.; ARTETXE, A.; BEUNZA, A.I. 1997b. Caracterización física de los sustratos de cultivo. Revista Horticultura Nº 125 Diciembre 1997. p. 38-41.
- ARTETXE, A.; BEUNZA, A.I.; TERÉS, V. 1998. Subirrigación de cultivos en sustratos. Revista Horticultura Nº 127 Marzo 1998. p. 38-40.