

Limitación del agua como factor productivo

I Simposio sobre Riego y Eficiencia en el uso del Agua en la 40ª edición de la Feria de Sant Miquel, en Lleida, el pasado mes de septiembre

CARME PIÑOL

Racionalizar el uso del agua se ha convertido en una necesidad y el sector agrícola, principal consumidor en volumen, ha sido el primero en notar los graves efectos de la sequía. Haciendo un análisis de como se gasta el agua de riego en España, se detecta que cada día más se utilizan los sistemas de riego localizados, a pesar de que todavía son demasiado numerosos aquellos que emplean los riegos por superficie o inundación. La más moderna tecnología del riego localizado está disponible en España; numerosos fabricantes, importadores, distribuidores e instaladores los tienen a punto. Ahora sólo falta que los agricultores acudan a ellos. En la fotografía, inferior el nuevo modelo WAI de contador para el riego, y en la imagen superior esquema de un ejemplo de cómo distribuir los contadores dentro de una comunidad de regantes. Cuando el precio del agua se dispare al alza, los que riegan por inundación pagarán mucho más dinero por el agua empleada. Imágenes de Copersa.

Llegado el momento en que el balance entre la disponibilidad de agua para usos agrícolas y la demanda existente está descompensada, estamos ante una situación de alarma en la que deberán tomarse serias medidas.

Durante la última edición de la Feria de Sant Miquel, celebrada el pasado mes de septiembre en Lleida, se desarrolló paralelamente el primer Simposio sobre Riego y Eficiencia en el uso del agua, un

Cuadro 1:
Distribución de los recursos hídricos en el mundo

Aguas movilizadas en superficie	4.150 Km ³ (100)
Destinos:	
Riego	2.680 Km ³ (65)
Urbano	300 Km ³ (7)
Industrial	1.000 Km ³ (24)
Pérdidas en pantanos	170 km ³ (4)
Aguas subterráneas alumbradas	650 Km ³
Desalinización agua marina	7 Km ³

Fuente: Unesco (1991). Publicado en «El País», 11 junio 1992.

Cuadro 2:
Distribución de los recursos hídricos en España

Lluvia	340 Km ³
- evaporación	226 Km ³
Recursos brutos	114 Km ³
- escorrentía	67 Km ³
Recursos movilizables	47 Km ³
- pérdidas en reservas y transporte	16 Km ³
Recursos útiles	31 Km ³ (100)
Destinos: - riego	24 Km ³ (78)
- urbano	5 Km ³ (16)
- industrial	2 Km ³ (6)

Fuente: MOPU (1991)

encuentro en el que algunos de los más destacados expertos en el uso racional del agua de riego expusieron las siguientes ponencias: «Agricultura y distribución de los recursos hídricos», de **Santiago Planas**; «Necesidades hídricas de los cultivos anuales», de José M^a Faci; «Necesidades hídricas de los árboles frutales», de **Joan Girona**; «Cálculo de la evapotranspiración y su empleo en la decisión de riego», de **Josep M^a Villar** y **Jaume Boixadera**; «Nuevos elementos de automatización de instalaciones y su contribución a la mejora de la eficiencia de riego», de **John Copes-take**; «Manejo de sistemas de riego por gravedad» de **Javier Barragán**; «Ultimos avances en el riego por aspersión», de **José M^a Tarjuelo**; «Evolución de las técnicas y de los sistemas de información del riego en el Estado de California» de **Richard Snyder**.

En la presentación del encuentro participaron **Adrián Baltanas**, Director General de Obras Hidráulicas del MOPT-MA; **Xavier Coll**, Presidente de las Comunidades de Regan-

Algunas consecuencias derivadas de la actual falta de agua para los regantes serán:
la adopción de estrictas medidas para la reducción del consumo de agua, mediante la construcción de instalaciones de elevada eficiencia, y el abandono de aquellas zonas de regadío y orientaciones productivas con menor rentabilidad económica.

tes del Canal d' Urgell; **Antoni Ciurana**, alcalde de Lleida; y **Joan Girona**, del centro UdL-IRTA. El acto de clausura del Simposio corrió a cargo de **Francesc Xavier Mari-món**, Conseller de Agricultura de la Generalitat de Cataluña

Agricultura y distribución de los recursos hídricos

Santiago Planas, integrante del Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca (DARP) de la Generalitat de Cataluña, centró su ponencia en explicar que el incremento de las actividades económicas y el consecuente desarrollo demográfico comportará la búsqueda de nuevos escenarios en los que el agua no constituya un factor limitante. En consecuencia, se espera el traslado de las actividades agrícolas y el asentamiento de poblaciones hacia nuevas zonas.

El primer paso sería reforzar la valorización de los recursos hídricos, junto con la racionalización de las operaciones en la explotación. Se trata de una «nueva forma de regar», en la que las cantidades de agua aplicadas no se determinan en función de las necesidades de la producción sino del rendimiento económico del riego.

La forma de resolver el dilema de regar o producir bienes industriales o suministrar agua potable a las grandes concentraciones humanas, mediante la «venta» de volúmenes pactados en acuerdos a largo plazo, debe realizarse bajo las consideraciones económicas ligadas al coste de movilización de los recursos hídricos.

En este sentido de actuación se puede plantear la introducción de un modelo de transferencia al estilo del implantado en California. Cabe considerar ciertos aspectos afines a nuestra situación: la agricultura californiana continúa teniendo un elevado peso económico (su producción representa el 50% de la del conjunto de EE.UU) y aproximadamente el 80% de los recursos hídricos son destinados al riego.

El segundo gran tema a solucionar es el de la financiación de las nuevas obras de captación y transporte de agua. Las grandes obras serán abordables bajo esquemas de consumo compartido entre sectores económicos (agricultura, industria y servicios) y con una mayor contribución financiera por parte de los beneficiarios, a través de la incorporación de los costes de explotación y construcción de las infraestructuras al precio del agua.

Las consecuencias finales para los regantes serán: la adopción de estrictas medidas para la reducción del consumo de agua mediante la construcción de instalaciones de elevada eficiencia y el abandono de aquellas zonas de regadío y orientaciones productivas con menor rentabilidad económica.

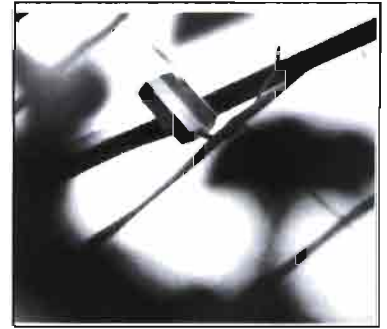
Necesidades hídricas de los árboles frutales

De la ponencia de **Joan Girona**, del centro UdL-IRTA, destaca que la agricultura mediterránea se caracteriza por unas demandas hídricas muy elevadas que frecuentemente no se pueden satisfacer por no disponer de suficiente agua para riego. Las estadísticas muestran que en España de las 16.247.700 ha dedicadas a la agricultura tan sólo un 16% son de regadío.

Dado que el agua es un recurso limitado y escaso que la agricultura debe compartir con otros sectores, se prevé que la competencia para su uso será cada vez mayor y su valor (económico, social, político, etc) crecerá.

El agua es, no obstante, el factor de producción más importante en agricultura (las frutas y hortalizas están compuestas por agua en porcentajes superiores al 90%) y un factor básico para obtener producciones satisfactorias y disponer de explotaciones agrícolas rentables.

Es necesario disponer de una buena y amplia información



A través de los registros climáticos (temperatura, insolación, velocidad del viento, humedad relativa...), y necesidades hídricas de los cultivos, utilizando las fórmulas correspondientes, es fácil conocer el agua a emplear para obtener la producción esperada y no desaprovechar el agua de riego. En la fotografía inferior, estación metereológica, en la fotografía superior dcha., sensor de infrarrojos para medir la temperatura de las hojas, y en la fotografía superior izq., un modelo de ordenador que entre otras funciones puede regular el clima en un invernadero, riegos y fertilización. Fotografías de DGT-Volmatic.



sobre las necesidades de agua de riego por parte de los cultivos y cómo debe realizarse su aportación para obtener los resultados productivos deseados.

Recientes investigaciones en cuanto a riegos deficitario, muestran que existen nuevos enfoques orientados a aumentar la eficiencia en el uso de agua. En unos primeros ensayos se estimaron las necesidades máximas de agua para algunos cultivos, más tarde, las investigaciones se encaminaron a caracterizar el ratio definida como eficiencia en el

El uso correcto del agua o su derroche depende únicamente de los conocimientos del agricultor, su experiencia y su interpretación de las condiciones climatológicas.

Cuadro 3:
Superficies cultivadas y superficies de regadío en la UE (1991)

	Sup. cultivada 10 ³ ha	Sup. regada 10 ³ ha	Consumo (*) mm/año
Bélgica + Luxemburgo	818	1 (0%)	
Dinamarca	2.558	435 (17%)	
Alemania	12.002	482 (4%)	
Grecia	3.912	1.200 (30%)	
España	20.069	3.388 (17%)	730 (1)
Francia	19.234	1.180 (6%)	250 (2)
Irlanda	933	0 (0%)	
Italia	11.975	3.140 (26%)	
Holanda	911	557 (61%)	
Portugal	3.173	631 (19%)	
Gran Bretaña	6.600	164 (2%)	
UE	82.205	11.178 (13%)	

Fuente: An. FAO de la producción agr. citado por C. Castillo (1994)

(*) Sociéte Hydrotechnique de France (1992)

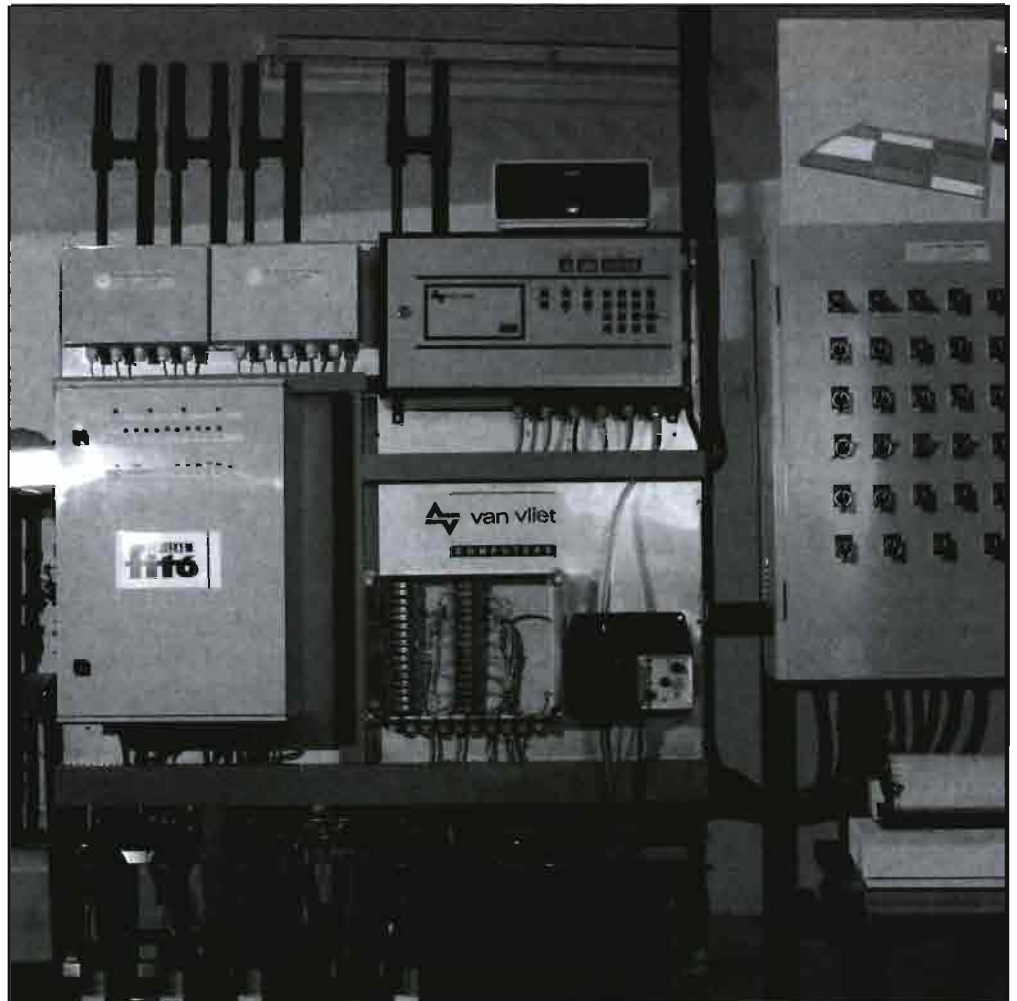
(1) Sup. asp. + loc.<10% de la sup. regada

(2) Sup. asp. + loc.>70% de la sup. regada

uso del agua (Water Use Efficiency, WUE).

Algunos intentos de mejorar el WUE se basaron en la reducción de agua en porcentajes fijos respecto a los requerimientos máximos a lo largo del ciclo anual. Otros se basaron en regar cuando se obtenían valores de potencial mátrico en el suelo que superaban límites preestablecidos o cuando el agua disponible del suelo se situaba por debajo de unos niveles determinados. En todos estos estudios se observó una reducción de la producción a medida que el total de agua aplicada disminuía por debajo de las necesidades máximas. Estos resultados indican que la respuesta productiva al estrés hídrico puede ser diferente dependiendo de la especie.

Surgieron estrategias de riego deficitario controlado



Cabezal para la automatización del riego y fertilización, de Van Vliet, instalado por Imarcan en la estación experimental de la empresa Semillas Fitó en Almería, para el registro y ensayo de fertirrigación de variedades hortícolas tanto a cultivos en suelo como en hidropónicos. Fotografía de J.M. Pérez González.

(RDC): una nueva estrategia para mejorar el WUE. Estas estrategias se basan en reducir los aportes hídricos en aquellos momentos en que el estrés hídrico no afecta a la producción final. Con este enfoque se han obtenido algunos resultados prometedores, donde reducciones importantes de agua parecen mermar poco o nada la producción. Otra manera de mejorar el WUE es limitando exclusivamente el agua después de la cosecha.

Nuevos elementos de automatización de instalaciones y su contribución a la mejora de la eficiencia de riego

John Copestake, de Coper-sa, reflexionó sobre el hecho de que el agua tiene un valor y un coste. Por eso, es lógico que el regante que se esfuerce al máximo para sacar un buen rendimiento de cada litro que gasta, tendrá sus compensaciones frente a los que parece no importarles el derroche de agua.

Para medir se necesitan contadores, y éstos deben ser precisos, robustos, fáciles de reparar y que tengan pocas averías. Actualmente, en el mercado ya existen nuevos diseños de contadores adaptados especialmente a la medición del agua de riego, un tipo de aparatos con sus pros y sus contras, pero que en definitiva puede contribuir a facilitar el control de consumo deseado.

Se dispone, pues, de sistemas que nos permiten automatizar por completo la distribución del agua, controlar y medir con suficiente exactitud el caudal y el consumo total, tasar al usuario de acuerdo con su consumo con gran flexibilidad de uso, lo que permite a todos los usuarios en una comunidad de regantes utilizar el agua puesta a su disposición sin peligro de discriminación ni de sobre-explotación.

Pero todo esto no tiene en cuenta para nada las necesidades hídricas del cultivo. El

Cuadro 4:
Distribución y eficiencia económica de los recursos hídricos en los regadíos españoles (1990). Desglose por cuencas hidrográficas.

	Consumo hm ³ /año	Sup. regada 10 ³ ha	Consumo mm/año	Produc. agríc. 10 ³ Pts/ha año	Eficiencia Pts/m ³
Galicia	405	63	642	235	36
Norte (I+II+III)	550	88	625	208	33
Duero	3.508	463	757	226	29
Tajo	1.947	231	842	379	45
Guadiana (I+II)	2.231	313	712	432	60
Guadalquivir	2.874	502	572	369	64
Guadalete/Barlatale	223	34	655	518	79
Sur	827	154	537	1.057	196
Segura	1.626	269	604	580	96
Júcar	2.402	413	581	568	97
Ebro	6.820	720	947	314	33
Cataluña (ex. Ebro)	290	77	376	611	162
Baleares	275	25	1.100	615	56
Canarias	267	44	606	1.189	196
Total	24.245	3.403	712	429	60

Fuente: An. Est. Agr. y Memoria del PAN. MAPA. Datos citados por J. E. Verde (1994) y elaboración de Santiago Planas.

uso correcto del agua o su derroche depende todavía únicamente de los conocimientos del agricultor, su experiencia del cultivo y de la tierra y su interpretación de las condiciones climatológicas.

Desde hace muchos años han existido técnicas que nos ayudan a determinar las verdaderas necesidades de las plantas (fórmulas de cálculo de la evapotranspiración potencial, tanque de evaporación, etc). Hace más de treinta años aparecieron los tensiómetros o «raíces artificiales» que utilizados correctamente pueden reflejar al instante la demanda en la zona radicular. Pero presentan una serie de limitaciones: precisan mantenimiento para estar siempre a punto; bajo condiciones climatológicas extremas, una lectura válida a las 9 de la mañana, puede haber sido superada a las 4 de la tarde; no es fácil integrarlos en un sistema de control automático.

Un sistema de reciente aparición que sí se adapta a la automatización es la sonda de hu-

medad, la cual mide la disponibilidad de la humedad del suelo, expresada como una resistencia eléctrica existente entre dos polos o electrodos. La elección adecuada del lugar de colocación de las sondas es un factor de máxima importancia. Han de colocarse en puntos realmente representativos del campo a regar, o sea, puntos que reflejen tanto el efecto secante de la extracción de humedad por las raíces, como la recuperación del nivel de humedad disponible mediante los aportes del agua de riego. La función de las sondas es comandar al ordenador o programador de riego que a la vez controla la apertura o cierre de válvulas automáticas a través de las cuales fluye el agua de riego hacia la red de aspersión, microaspersión o goteo. La economía de uso que puede lograrse con este sistema es importante y con ella se obtendrá también una mejora en el estado fisiológico de la planta al eliminar los períodos de humedad excesiva y falta de oxigenación de las

Flora gard®

Las raíces

del éxito



TKS Instant

Substrato de turba rubia procedente de las turberas supraacuáticas con todos los nutrientes principales y oligonutrientes. Absorción inmediata del agua gracias al mojante „Instant“.

TKS 1: para sembrar y repicar

TKS 2: para plantar y enmacetar

Floratorf

Turba rubia procedente de las turberas supraacuáticas; turba poca descompuesta sin cal ni abonos suplementarios para mejorar el suelo duraderamente tanto para profesionales como para aficionados.

Floradur

Mezcla de turba rubia y negra con nutrientes vegetales y arena de sílice para el uso diversificado.

Floradur A: Substrato para tacos moldeados.

Floradur B: Substrato para sembrar y enmacetar.

Floradur C: Substrato para plantar y enmacetar.

Floradur D: Substrato para contenedores.

Floradur con arcilla:

Es posible añadir a los substratos Floradur B, C y D gránulos de arcilla para aumentar la absorción del substrato.

Floraton

Mezcla de arcilla y de turba rubia con nutrientes principales y oligo-nutrientes.

Floraton 1: Substrato arcilloso para sembrar y repicar.

Floraton 2: Substrato arcilloso para plantar y enmacetar.

Floraton 3: Substrato arcilloso para la multiplicación.

Floraton 4: Substrato con gránulos de arcilla para le-sub-irrigación.

Substratos especiales:

Para ciclamos, poinsettias y primaveras, Humosoil, Humosoil-Substrat: Substrato con textura fina, especial para la siembra en bandejas. TKS 1 – Especial, TKS 2 – Especial.

Flora  gard®

Floragard Vertriebs GmbH
Apartado 48 20 · D-26038 Oldenburg
Republica Federal de Alemania
Tel.: 0749441 / 9715-0 · Telex: 2-5832
Telefax: 0749441 / 7 20 01

Seria un placer poderles presentar nuestro importador perteneciente a su region.

ASESOR TECNICO
Georg Heinz

C/. Real, 29 · Teléf. (958) 57 61 83
18620 · ALHENDIN (Granada)

Imágenes de la Jornada.
En la fotografía de esta página,
 acto de inauguración
 del Simposio.
 De izq. a dcha.,
 Adrián Baltanas,
 Director General de Obras
 Hidráulicas del MOPTMA;
 Antoni Ciurana,
 Alacade de Lleida;
 y, Xavier Coll,
 Presidente
 de las Comunidades
 de Regantes
 del Canal d'Urgell.
En la imagen
de la siguiente página,
 vista general
 de la sala
 de conferencias.



raíces. Probablemente en los próximos años se generalizará como una herramienta de gran utilidad.

En cuanto al riego localizado habrá avances importantes. En el apartado de la microaspersión, se tiende hacia un uso cada vez más generalizado de este sistema para el riego de cultivos industriales de porte bajo, en detrimento de los sistemas de riego por superficie. En el riego por goteo, el avance en la tecnología de las materias plásticas, facilita las mejoras en cuanto a la precisión y regularidad de fabricación de los emisores; también se están comercializando nuevos polímeros que permiten fabricar tuberías ligeras de paredes muy delgadas y que ofrecen una resistencia mecánica superior a la de las tuberías clásicas extrusionadas. Todo este perfeccionamiento técnico, facilita al mismo tiempo la introducción y creciente aceptación por parte de los agricultores, de uno de los sistemas con más futuro, en ciertos sectores de la horticultura: el riego por goteo subterráneo.

La conclusión es que a medida que nos demos cuenta de las ventajas de aplicar el agua a la zona radicular en lugar de

en la superficie, sacaremos más provecho de todas estas nuevas aplicaciones técnicas.

Evolución de las técnicas y de los sistemas de información del riego en el Estado de California

Richard Snyder, de la Universidad de California-Davis, durante el desarrollo del Simposio, describió los resultados de una reciente encuesta acerca de los distintos métodos de riego utilizados por los agricultores en California, comparándolos con anteriores encuestas con el fin de identificar los cambios en la metodología del riego en este Estado americano.

Haciendo un poco de resumen, casi toda la superficie cultivada en California está regada, un 50% del agua es bombeada de pozos y la restante de regulaciones superficiales de agua (embalses, etc). Durante los años secos, cuando las reservas superficiales de agua son insuficientes, la respuesta típica es bombear más agua. Pero esto conduce a una degradación de la calidad del agua y a unos costes de bombeo muy altos. La creciente demanda de agua a causa de una mayor población urbana

también contribuye a las restricciones de agua para el uso agrícola y los conflictos entre los intereses agrícolas, medioambientales y urbanos se ven intensificados. Por todo eso, el Gobierno puso en marcha unos programas para estimular el uso eficiente del agua; los dos principales programas son: el California Irrigation Management Information System (CIMIS), que proporciona información acerca de las necesidades de agua de los distintos cultivos, y los laboratorios móviles para mejorar los sistemas de riego y recomendar mejoras en el manejo de las instalaciones.

En 1992 se realizó una encuesta a partir de una muestra representativa de agricultores californianos con el fin de actualizar la información de los métodos de riego utilizados. Se averiguó que estos métodos correspondían a microaspersores, sistemas de riego por aspersión móviles de propulsión mecánica, métodos de surcos y sistemas de goteo (de superficie y enterrados).

Los laboratorios móviles fueron creados por el Departamento de Recursos Hídricos del Estado de California para ayudar a los agricultores en la evaluación de sus sistemas de



riego y realizar recomendaciones de cómo mejorar la eficiencia de riego. El procedimiento es el de enviar un equipo de técnicos al campo del agricultor para medir y evaluar la distribución, uniformidad y pérdidas por escorrentía del sistema de riego. Entonces usando la información obtenida de la red de requerimientos de riego, el equipo del laboratorio móvil proporciona a los agricultores las estimaciones de la eficiencia de aplicación de riego y recomienda cómo mejorar esa eficiencia.

Los requerimientos de riego netos se utilizan para determinar cuándo regar y cuánta agua aplicar para el caso de un campo con un 100% de uniformidad y ausencia de pérdidas de escorrentía. Sin embargo, la infiltración en condiciones naturales es típicamente heterogénea, por eso, el volumen de agua a aplicar tiene que ser mayor si se quiere asegurar que la parte del campo que reciba menos agua esté suficientemente mojada.

El Sistema de Información y Manejo de Agua de California (California Irrigation Management Information System, CIMIS) es una red de más de 80 estaciones electrónico-climáticas localizadas a lo largo de

**El regante
que se esfuerce
al máximo para sacar
un buen rendimiento
de cada litro que gasta,
muy pronto tendrá
sus compensaciones
frente a los que parece
no importales
el derroche del agua.**

California. Los datos climáticos se recogen cada minuto, se promedian o totalizan por horas y los promedios y totales se transmiten una vez al día, vía telefónica, al ordenador central localizado en Sacramento. Estos datos climáticos (que incluyen precipitación, temperatura del aire y del suelo, dirección y velocidad del viento, radiación solar y humedad relativa) se recogen y utilizan para estimar la evapotranspiración. La evapotranspiración y los datos climáticos se guardan en la base de datos CIMIS para proporcionar la información climática localizada en el momento que el

agricultor lo desee, sólo necesita un ordenador, un modem y un programa de comunicaciones. Además, la información se hace llegar a los agricultores vía radio, periódicos, líneas telefónicas, etc.

El ordenador central de CIMIS calcula una estimación de la cantidad de agua que se puede evaporar a partir de una zona irrigada con vegetación tipo césped localizada en cada estación climática. La citada estimación recibe el nombre de Evapotranspiración de referencia o «ET_o». El agua evaporada desde el suelo y transpirada desde un cultivo concreto se llama Evapotranspiración de cultivo o «ET_c». Los cambios en la «ET_o» constituyen una guía de los cambios en el uso del agua por los cultivos porque la ET está afectada tan sólo por el clima. El coeficiente de cultivo compensa las diferencias del césped con el cultivo en cuestión.

Durante los pasados diez últimos años, ha habido un incremento en la demanda de datos climáticos de CIMIS. Si el índice de crecimiento se mantiene durante los cinco próximos años el número total de usuarios directos de CIMIS sería de 4.000.

El sistema original de CIMIS fue adquirido por el Departamento de Recursos Hídricos (DWR) en 1982 para investigación y desarrollo en cooperación con la Universidad de California en Davis. En 1985, el DWR asumió la responsabilidad total del proyecto. Actualmente se está instalando un nuevo sistema de computación de acuerdo con las necesidades de los usuarios para valorar la conveniencia de cambios en la disseminación de la información. Los resultados de una encuesta pusieron de manifiesto que los agricultores que más tendencia tienen a usar la «ET_o CIMIS» para la programación de riego son aquellos que utilizan sistemas de riego a presión en cultivos de alto valor.

