

# DOSSIERTÈCNIC

FORMACIÓ I ASSESSORAMENT AL SECTOR AGROALIMENTARI

**N 11**

Maig 2006

## GESTIÓ EFICIENT DE L'AIGUA DE REG (II)

**P02** Presentació **P03** Millora de l'eficiència de l'aigua de reg en panís **P07** Reg deficitari controlat en arbres fruiters **P11** Condiciones básicas de riego por aspersión en cultivos extensivos **P14** El reg dels conreus hortícoles **P18** Reg de suport en olivera **P20** L'Entrevista



**ruralCat**

La comunitat virtual agroalimentària  
i del món rural

[www.ruralcat.net](http://www.ruralcat.net)



Generalitat de Catalunya  
**Departament d'Agricultura,  
Ramaderia i Pesca**  
[www.gencat.net/darp](http://www.gencat.net/darp)



# PRESENTACIÓ



**Jordi William Carnes i Ayats**  
Conseller d'Agricultura, Ramaderia i Pesca

Qualsevol reflexió que es vulgui plantejar respecte als aprofitaments de l'aigua com a recurs ha de fonamentar-se, sens dubte, en el fet inqüestionable que l'aigua és un bé necessari però escàs, i que el seu ús s'ha de fer sota criteris de màxima eficiència.

Per això em sembla molt interessant aquest número del DOSSIER TÈCNIC dedicat a la gestió eficient de l'aigua de regadiu en diferents conreus, com ara els extensius, els hortícoles i l'olivera (reg de suport).

Amb la modernització del reg, incorporant processos com la informatització, l'automatització i la gestió de les instal·lacions, podrem aconseguir probablement que Catalunya esdevingui un referent tecnològic i comercial per a les agricultures de tipus mediterrani.

Aquesta modernització del reg, atesa l'actual disponibilitat de noves tecnologies i els efectes d'eficiència i d'estalvi que genera, constitueix una línia directriu del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP), l'administració agrària catalana.

Per això, la política de regadius, com la que desenvolupa el Govern de la Generalitat de Catalunya mitjançant el DARP, s'aplica des de fa temps amb els usos més estalviadors i eficaços que faciliten les modernes tecnologies de reg i de gestió de l'aigua.

Respectant sempre aquests criteris, el DARP porta a terme una decidida política de construcció de nous regadius i de millora dels existents, ja que considera que en el món agrari l'aigua és un dels factors claus per al seu desenvolupament. És l'eina bàsica per treballar el camp, aprofitar les seves riqueses i aconseguir el seu màxim rendiment, tot produint efectes mediambientals molt positius. Al mateix temps, la transformació en regadiu incentiva la millora tecnològica i la introducció de nous cultius; i fomenta l'esperit empresarial en l'àmbit agrari.

La construcció de nous regadius i la millora dels existents serveixen per potenciar el desenvolupament del camp català i del món rural en general, ja que suposen augmentar la competitivitat de les explotacions i dotar de més mà d'obra el camp de Catalunya.

Els regadius diversifiquen notablement la producció agrària i repercuteixen d'una manera clara en el desenvolupament econòmic i social de les zones on es porten a terme. Representen una important alternativa per arrelar poblacions al territori, mantenir l'equilibri territorial, assegurar la continuïtat de l'activitat agrària en el món rural i garantir la renda de les famílies que hi viuen i treballen.

**Dossier Tècnic. Núm. 11**  
**"Gestió eficient de l'aigua de reg (II)"**  
Maig de 2006

## Edició

Direcció General de Producció, Innovació i Indústries agroalimentàries. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya.

## Consell de Redacció

Montserrat Gil de Bernabé Sala, Ramon Lletjós Castells, Ramon Jové Miró, Santiago Planas de Martí, Ester Peña de las Heras, Francesc Reguant Fosas, Margarida Franch Gallés (DG02), Agustí Fonts Cavestany (IRTA), Santiago Riera Lloveras (Premsa) i Joan S. Minguet Pla.

## Coordinació del present número

Joan Salvador Minguet Pla.

## Producció

Teresa Boncompte Ribera i Joan S. Minguet Pla.

## Correcció estilística i lingüística

Teresa Boncompte Ribera.

## Assessorament lingüístic

Joan Ignasi Elias Cruz.

## Grafisme i maquetació

Quin Team!

## Impressió

El Tinter, SAL.

## Dipòsit legal

B-16786-05  
ISSN: 1699-5465

El contingut dels articles és responsabilitat dels autors. DOSSIER TÈCNIC no s'hi identifica necessàriament. S'autoritza la reproducció total o parcial dels articles citant-ne la font i l'autor. DOSSIER TÈCNIC es distribueix gratuïtament. En podeu demanar més exemplars a l'adreça: [dossier@ruralcat.net](mailto:dossier@ruralcat.net)

Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca  
Gran Via de les Corts Catalanes, 612, 4a planta  
08000 - Barcelona  
Tel. 93 304 67 45. Fax. 93 304 67 02  
e-mail: [dossier@ruralcat.net](mailto:dossier@ruralcat.net)

Més recursos, enllaços i versió electrònica a la web de RuralCat: [www.ruralcat.net](http://www.ruralcat.net)

## Foto portada

Demostració de material de reg. Mollerussa. Març 2003.  
Foto: A. Bustos, CEMA-DARP.

# MILLORA DE L'EFICIÈNCIA DE L'AIGUA DE REG EN PANÍS. ESTUDI COMPARATIU DEL REG A PRESSIÓ RESPECTE AL REG A MANTA EN L'ÀREA REGABLE DELS CANALS D'URGELL (LLEIDA)



Vistes del camp de panís amb els diferents tractaments de reg. Foto de la esquerra: 50 dies després de la sembra (campanya 2002), foto de la dreta: 60 dies després de la sembra (campanya 2002). Fotos: J. Ruñat.

## 01 Introducció

L'objectiu final del procés productiu agrari és incrementar la productivitat mitjançant la millora conjunta de la producció i la qualitat del producte final, sense oblidar el respecte al medi ambient.

Amb aquest objectiu s'engegà la present activitat, emmarcada en el Pla Pilot per a la millora i modernització dels regadius. Hi han participat REGSA (empresa pública de la Generalitat de Catalunya encarregada de fer les obres de transformació i millora dels regadius), el Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya, la Comunitat General dels Canals d'Urgell i l'IRTA, com a executora del projecte titulat "Millora de l'eficiència de l'ús de l'aigua de reg: aplicació de diferents sistemes de reg en panís en la zona d'influència de les Col·lectivitats de Regants núm. 5 i 20 en el terme municipal de Linyola (Pla d'Urgell)". Aquest projecte va lligat a un procés de concentració parcel·lària, que suposa un canvi del sistema de reg a manta per un sistema de reg a pressió, més eficient i a la demanda de l'agricultor.

Després de cinc anys de realització de l'estudi comparatiu dels diferents sistemes de reg en panís, se'n desprèn que amb el reg a pressió es millora la producció i s'aplica una menor quantitat d'aigua de reg, fet que suposa una major eficiència productiva o relació entre la producció obtinguda i l'aigua de reg aplicada. Aquest estalvi d'aigua és especialment important, en valors absoluts, per ser un cultiu amb altes necessitats d'aigua. Cal considerar com a molt positiva aquesta dada, ja que en els casos en què hi hagi un cost associat al volum d'aigua emprat (p.e., quan hi ha bombament), la reducció de l'aigua aplicada disminueix els costos totals. Altres aspectes com un menor cost de mà d'obra per regar, una major eficiència en l'ús dels inputs (treball del sòl, adobs, fitosanitaris, herbicides) així com el respecte al medi ambient (menor contaminació del freàtic...) poden ser un valor afegit a l'ús de sistemes de reg a pressió.

## 02 Objectius

Els objectius plantejats en el projecte foren:

- Comparar diversos sistemes de reg en cultius de la zona regada pels canals d'Urgell.

- Avaluar la producció i la qualitat en funció del sistema de reg aplicat.
- Donar informació als regants de la zona d'estudi.



Figura 1. Mapa de situació i plànol de la parcel·la d'assaig. Any 2004.

## 03 Característiques de l'assaig

### 03.01 Parcel·la demostrativa

La parcel·la està situada en el terme municipal de Linyola (Pla d'Urgell) i disposa d'una superfície de 3,66 ha. Les superfícies dedicades a cada sistema de reg oscil·len entre els 1.190 m<sup>2</sup> d'una taula regada per degoteig fins als 8.493 m<sup>2</sup> d'una taula regada per aspersió (Figura 1).

El sòl de la parcel·la és de baixa qualitat, de textura argil·lollimosa, amb un calcari actiu alt i molt clorosant, Mg alt, conductivitat lleugerament alta i N-nítric normal-alt (Taula 1).

La finalitat de triar aquesta parcel·la com a objecte de l'activitat experimental demostrativa va ser posar de manifest la potencialitat màxima de les tecnologies de reg a provar.

### 03.02 Sistemes de reg

L'eix central de l'acció demostrativa es basa en provar el comportament de diferents sistemes de reg i avaluar-ne els efectes sobre la producció. Els sistemes de reg utilitzats foren (Taula 2):

- **Reg per gravetat (inundació).** És el reg tradicional dels Canals d'Urgell i per tant la referència de totes les proves que es realitzen.
- **Reg per aspersió.** Adaptat en cada cas a les característiques dels conreus. És el sistema de reg que per als grans conreus anuals típics d'aquesta zona (panís, gira-sol, etc.) es presenta com alternatiu al reg per gravetat.
- **Reg per degoteig.** Alternativa al reg per aspersió per a conreus hortícoles, i molt concretament quan les condicions del medi (tipus de sòl, qualitat de les aigües, etc.) no són gaire favorables. En el cas del panís, s'ha provat la seva aplicació.
- **Reg per cintes exsudants.** Alternativa als sistemes tradicionals de reg per degoteig, en especial per aquells conreus de curta durada en els quals s'ha de moure el sistema de reg amb certa freqüència. Es tracta moltes vegades d'un material de més baixa qualitat, però que permet una renovació més freqüent a un cost molt interessant. També s'ha provat la utilització d'aquest sistema de la mateixa manera que en el reg per degoteig.

### 03.03 Programació del reg

El reg s'ha programat amb una periodicitat setmanal, en base a les dades de l'ET<sub>0</sub>

Taula 1. Anàlisi del sòl. Març 2002.

	Sòl (0-30)	Subsòl (30-60)
<b>pH aigua (1:2.5)</b>	8,2	8,3
<b>Conduct. elèctr. 25° (dS/m)</b>	0,40	0,77
<b>Matèria orgànica (%)</b>	2,0	0,8
<b>N-NO<sub>3</sub> (ppm N-NO<sub>3</sub>)</b>	23	15
<b>P assimilable (ppm)</b>	45	11
<b>K (ppm)</b>	206	117
<b>Carbonat càlcic equiv. (%)</b>	24	27
<b>Mg (ppm)</b>	543	548
<b>Calcarí actiu (%)</b>	13	13

Taula 2. Característiques tècniques dels diferents sistemes de reg emprats en l'acció experimental demostrativa.

Anys	Sistema <sup>(1)</sup>	Emissor <sup>(2)</sup>	Pluviometria <sup>(3)</sup>	Uniformitat <sup>(4)</sup>
<b>2001</b>	Aspersió	1790-1570 l/h	5,5 mm/h	73%
		869-684 l/h	4,7 mm/h	82%
<b>2002</b>	Inundació	125-140 l/s		
<b>2003</b>				
<b>2004</b>	Degoteig	2 l/h	5,7 mm/h	98%
<b>2005</b>				
	Cinta	0,9 l/h	4,7 mm/h	93%

<sup>(1)</sup>Degoteig i cinta només en 2004 i 2005. <sup>(2)</sup>Cabal de l'emissor del sistema de reg per cada cultiu. <sup>(3)</sup>Pluviometria mesurada de cada sistema de reg. <sup>(4)</sup>Uniformitat mesurada de cada sistema de reg.

(evapotranspiració de referència) de les estacions de la XAC (Xarxa AgroClimàtica de la Generalitat de Catalunya) més properes (El Poal), utilitzant els coeficients de cultiu (Kc) adaptats, i corregides les dades en base a l'eficiència d'aplicació d'aigua de cada sistema.

Les programacions de reg tan sols s'han emprat per als sistemes de reg a pressió (aspersió, degoteig i cinta). En el cas de reg per inundació, s'han seguit els torns de reg de 12 dies establerts en la Col·lectivitat.

### 03.04 Elements de mesura de l'aigua aplicada

Es disposà d'un comptador individual per a cada parcel·la regada per aspersió, degoteig o cinta i d'un aforador per a les parcel·les regades per inundació.

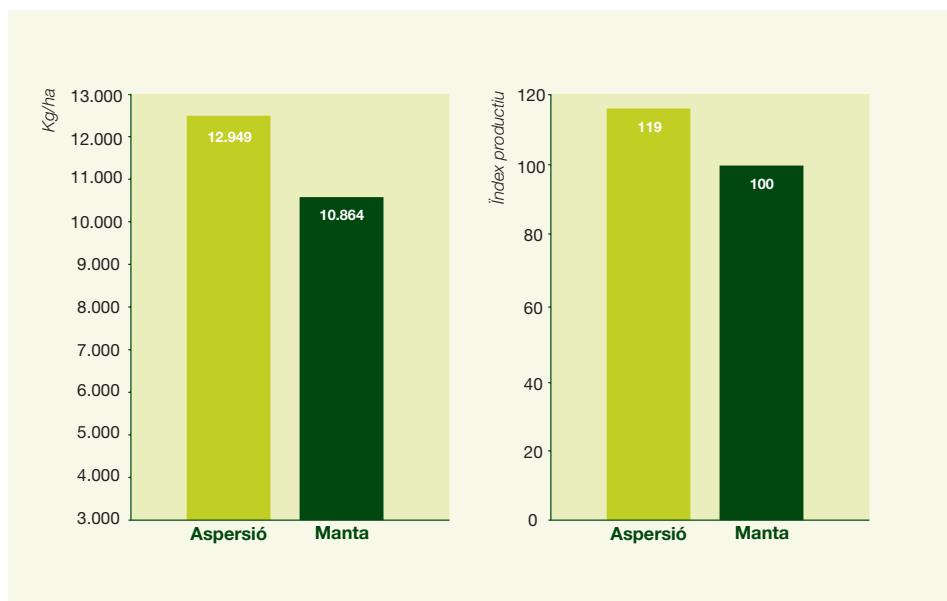
## 04 Resultats

### 04.01 Producció

#### 04.01.01 Producció any 2001

Per problemes en el muntatge de la instal·lació de reg, la sembra del panís per aspersió es retardà un mes. La collita es realitzà el mateix dia, amb una humitat del gra del 19,8% en aspersió i de 17,9% a manta. La producció fou la mateixa, tot i que el panís regat per aspersió va ser sembrat un mes més tard. L'objectiu del primer any de funcionament de la parcel·la era la posada a punt i la comprovació del bon funcionament de tot el sistema. Tanmateix, els resultats obtinguts en panís ja demostraren que, per a una mateixa producció, amb reg a manta es necessitava un mes més d'establiment del conreu.

Figura 2. Producció i índex productiu del panís segons el sistema de reg. Mitjana 2002-2003-2004-2005.



→

AQUESTA PRODUCCIÓ, EXPRESSADA EN PERCENTATGE, SUPOSA UN 19% D'INCREMENT RESPECTE A LA PRODUCCIÓ DEL PANÍS REGAT A MANTA. VAL A DIR QUE LA PRODUCCIÓ MITJANA EN REG A MANTA PER ALS DIFERENTS ANYS FOU REPRESENTATIVA DELS RESULTATS OBTINGUTS A LA ZONA D'ESTUDI

04.01.02 Producció any 2002

El panís es va sembrar el mateix dia per als dos sistemes de reg. El regat per aspersió va admetre una segona collita anterior a la sembra de panís a base de sègol farratger. L'increment de producció va ser l'11% a favor del reg per aspersió. La humitat en aspersió va ser 4,4 punts més baixa, amb el que comporta de reducció de despeses d'assecatge.

L'increment de producció en aspersió respecte al reg a manta va ser del 46%. La humitat va ser pràcticament la mateixa (17,3% a manta i 17,9% per aspersió). A més, l'atac de corc va ser molt superior en reg a manta. Bona part d'aquestes diferències podrien ser atribuïbles a la diferent capacitat per suportar les condicions climàtiques tan extremes com les de l'estiu de 2003.

del 22% respecte al reg a manta. En aquesta campanya s'introduí el reg per degoteig, fet que encara incrementà més la producció respecte als dos sistemes anteriors, arribant a un 24% més que el reg a manta. La producció de panís regat a manta fou de 12.059 kg/ha. Els percentatges d'humitat del gra a collita van ser de 25,3, 23 i 23,8 per al reg a manta, aspersió i degoteig, respectivament.

04.01.03 Producció any 2003

Com a l'any 2002, el panís es va sembrar el mateix dia per als dos sistemes de reg.

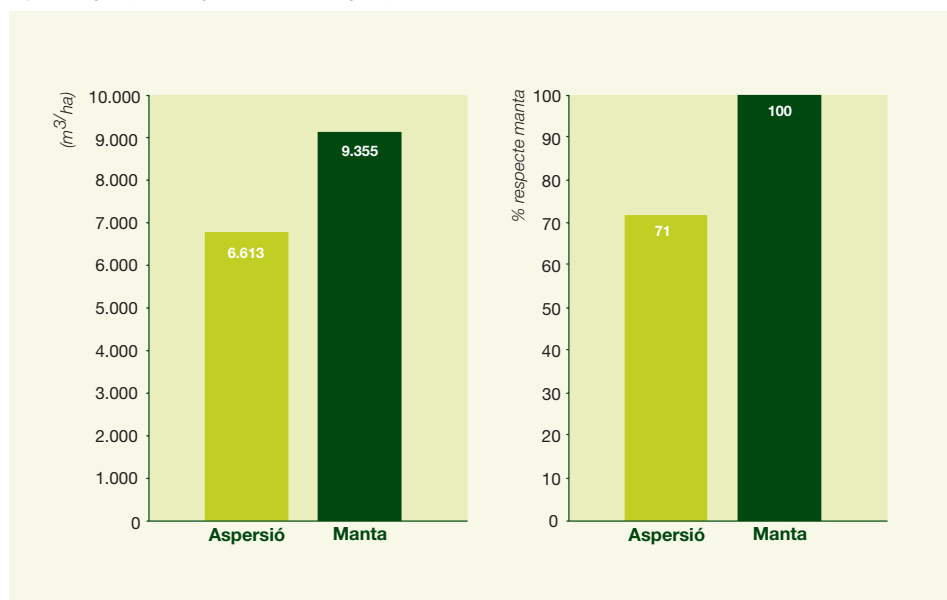
04.01.04 Producció any 2004

Els resultats del quart any d'assaig confirmà la tendència dels anys anteriors, amb un increment productiu de les parcel·les regades per aspersió

04.01.05 Producció any 2005

En el darrer any d'assaig els increments productius de les parcel·les regades a pressió foren del 5%, amb valors de 13.474 i 13.453 kg/ha pel panís

Figura 3. Aigua aplicada segons el sistema de reg. Mitjana 2002-2003-2004-2005.



→

SI COMPAREM ELS VALORS DE MITJANA DELS ANYS 2002-2003-2004-2005 (FIG 3), L'AIGUA DE REG APLICADA PER ASPERSIÓ VA SER UN 29% MENOR QUE EN REG A MANTA

**Taula 3. Producció, aigua aplicada i eficiència productiva del panís. Anys 2002, 2003, 2004 i 2005.**

Anys	Sistema	Producció (kg al 14%/ha)	Aigua de reg (m <sup>3</sup> /ha)	Eficiència productiva (kg panís/m <sup>3</sup> )	Eficiència productiva (índex 100 = manta)
2002	Manta Aspersió	10.537	9.514	1,1	100
		11.636	5.923	2,0	177
2003	Manta Aspersió	8.300	10.483	0,8	100
		12.157	7.805	1,6	197
2004	Manta Aspersió Degoteig	12.059	8.813	1,4	100
		14.757	6.700	2,2	161
		14.985	6.207	2,4	176
2005	Manta Aspersió Degoteig	12.781	8.608	1,3	100
		13.474	6.024	2,2	168
		13.453	6.267	2,2	161
Mitjana 2002-2003-2004-2005	Manta Aspersió Degoteig	10.919	9.355	1,2	100
		13.074	6.613	2,0	176
		14.219	6.237	2,3	195

regat per aspersió i degoteig, respectivament, mentre que la producció per a les parcel·les regades a manta fou de 12.781 kg/ha. Els percentatges d'humitat del gra a collita van ser de 18,8, 18,4 i 19,8 per al reg a manta, aspersió i degoteig, respectivament.

#### 04.01.06 Resum productiu 2001-2005

De la comparació dels resultats productius, mitjana dels anys 2002-2005 (Fig. 2), sense tenir en compte el primer any (campanya 2001), amb una data de sembra diferent per als dos tractaments, s'obtingué un increment de 2.085 kg/ha (879 kg/jornal) pel reg per aspersió (Fig. 2).



DELS VALORS DE MITJANA DELS ANYS ESTUDIATS, SE'N DEDUEIX QUE L'APLICACIÓ DE L'AIGUA DE REG PER ASPERSIÓ SUPOSA UN INCREMENT PRODUCTIU DEL 19%, AMB UN ESTALVI D'AIGUA DE REG APLICADA DEL 29% RESPECTE AL REG A MANTA

Aquesta producció, expressada en percentatge, suposa un 19% d'increment respecte a la producció del panís regat a manta. Val a dir que la producció mitjana en reg a manta per als diferents anys fou representativa dels resultats obtinguts a la zona d'estudi.

#### 04.02 Aigua aplicada

La quantitat d'aigua aplicada en les diferents campanyes en reg a manta va ser de 9.514, 10.483, 8.813 i 8.608 m<sup>3</sup>/ha per als anys 2002, 2003, 2004 i 2005, respectivament (Taula 3). En les parcel·les regades per aspersió les aplicacions foren sempre menors (5.923, 7.805, 6.700 i 6.024 m<sup>3</sup>/ha els anys 2002, 2003, 2004 i 2005, respectivament), mentre que en el reg per degoteig s'aplicaren 6.207 i 6.267 m<sup>3</sup>/ha els anys 2004 i 2005, respectivament, valors lleugerament inferiors als del reg per aspersió.

Si comparem els valors de mitjana dels anys 2002-2003-2004-2005 (fig 3), l'aigua de reg aplicada per aspersió va ser un 29% menor que en reg a manta.

#### 04.03 Eficiència productiva

S'entén per eficiència productiva la relació entre el resultat obtingut (kg de panís) per unitat d'input (m<sup>3</sup> d'aigua de reg).

Cal destacar els resultats superiors dels sistemes a pressió respecte al reg a manta, amb un manteniment de les posicions per als diferents anys (Taula 3). L'eficiència productiva del reg a pressió respecte al reg a manta oscil·la entre un 161% i un 197%. L'eficiència productiva en el reg per degoteig caldria emmarcar-la i comparar-la amb les dades del 2004-2005, on suposa una lleugera millora respecte del reg per aspersió. Malgrat que els resultats en reg per degoteig són només de dos anys, sí que mostren una tendència positiva d'aquest sistema i justifiquen la recerca de nous sistemes de reg més eficients.

Dels valors de mitjana dels anys estudiats, se'n dedueix que l'aplicació de l'aigua de reg per aspersió suposa un increment productiu del 19%, amb un estalvi d'aigua de reg aplicada del 29% respecte al reg a manta.

## 05 Autor i col·laboradors



**Rufat Lamarca, Josep**  
Àrea de Tecnologia Fructícola. Centre UdL - IRTA  
josep.rufat@irta.es

Col·laboradors:  
**Girona Gomis, Joan**  
**Arbonés Florensa, Amadeu**  
**Marta Solà, Mercé**  
**Del Campo Arrate, Jesús**

# REG DEFICITARI CONTROLAT EN ARBRES FRUITERS



Collita de préssec. Foto: J. Girona.



Pesant l'esporga dels presseguers. Foto: J. Girona.

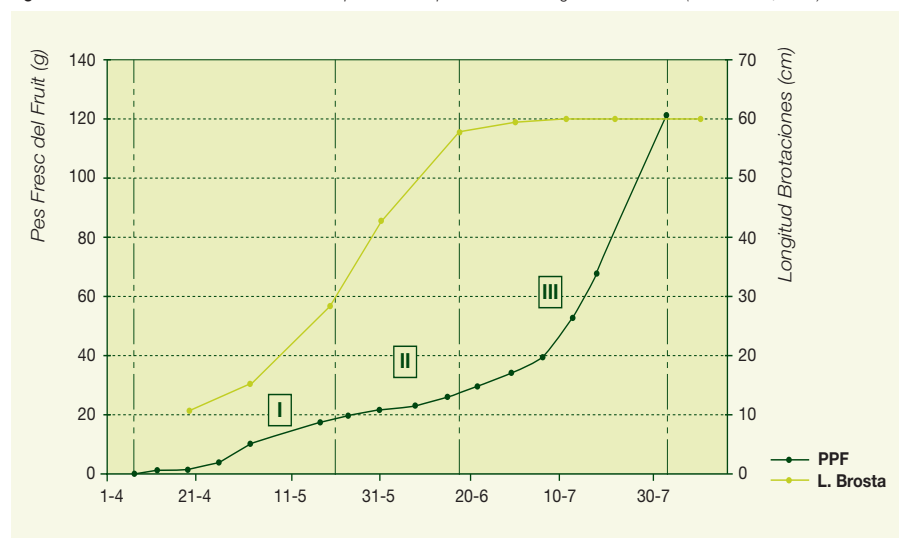
## 01 El reg deficitari controlat (RDC) en presseguer

La introducció del concepte de reg deficitari controlat (RDC) a començaments dels 80 va suposar un estímul per a la recerca de noves formes de regar els arbres fruiters i per buscar en quins moments les plantes, i sobretot els fruits, eren més sensibles a la falta d'aigua. Tot això, orientat a controlar el creixement vegetatiu excessiu i a millorar la qualitat dels fruits, mitjançant el maneig del reg.

## 02 El creixement del fruit i de la vegetació en el presseguer

El creixement del préssec (varietats d'agost) presenta una doble sigmoide (figura 1), amb una primera fase de creixement des del quallat fins a finals de maig (fase I). Creixement que es produeix com a conseqüència de la divisió cel·lular. A finals del mes de maig comença la fase II, en què el fruit pràcticament no creix i tan sols és perceptible l'enduriment del pinyol, i finalment una tercera fase caracteritzada per un creixement ràpid del fruit (fase III). Seguint aquesta mateixa divisió per fases, s'observa com a la fase I el creixement vegetatiu (expressat a la figura 1 com longitud de la brosta) és considerable, que a la fase II el creixement és molt important, i que a la fase III, sempre que hi hagi una càrrega raonable de fruits, aquest creixement està totalment aturat.

Figura 1. Evolució estacional del creixement del pes fresc del préssec i de la llargada de la brosta (Girona et al., 2003).



## 03 Primers resultats de RDC en presseguer

A finals de la dècada dels 70, es van introduir en algunes zones productores de préssec les plantacions d'alta densitat. Una d'aquestes zones va ser Austràlia, i allí un grup d'investigadors va estudiar diferents formes de controlar el creixement vegetatiu excessiu que impossibilitava un conreu racional, i que presentaven aquests tipus de plantacions. Entre totes les alternatives de control (esporgues d'estiu, esporga d'arrels, reguladors hormonal, etc.) es va estudiar la possibilitat d'utilitzar el dèficit hídric com un element de control, ja que

el creixement vegetatiu és altament sensible a la falta d'aigua.

Així, es va pensar que un dèficit hídric no excessiu, basat en una reducció del 50% d'aigua de reg (d'un tractament ben regat) durant la fase II, reduiria el creixement vegetatiu i no afectaria el creixement del fruit. Aquest plantejament tenia l'oportunitat d'actuar en un moment en què el creixement vegetatiu és màxim i el creixement del fruit és molt reduït (fase II, figura 1).

L'aplicació d'aquests tractaments (Control: arbres regats al 100% de la seva demanda hídrica tot l'any, i RDC: regats igual que en Control excepte la fase II en què s'aplicava el 50% del que rebien



Detall d'un goter. Foto: J. Girona.

els arbres Control), va produir efectivament una reducció del creixement vegetatiu, però el més significatiu és que no va afectar negativament la producció, fins i tot els fruits de RDC eren una mica més grans en Control així com la producció total i comercial (taula 1).

#### 04 Aplicació del RDC en sòls superficials

Per tal d'estudiar i adaptar les estratègies de RDC a les condicions de les zones productores més properes, es va realitzar un treball experimental en una parcel·la comercial de préssec de la zona del Baix Segre (Lleida), més concretament en el terme municipal d'Aitona, on s'avalua la possibilitat d'utilitzar aquesta tècnica en sòls superficials i amb una limitada capacitat per emmagatzemar aigua. En aquesta parcel·la, plantada amb la varietat Sudanell, es van plantejar dos tractaments de reg molt similars als descrits anteriorment: Un tractament regat per satisfer totes les necessitats d'aigua del préssec (Control) i un altre en què durant la fase II de creixement del fruit es reduïa l'aportació d'aigua al 25% (RDC) (taula 2). Després d'haver aplicat gairebé les mateixes quantitats d'aigua al tractament Control que al RDC (taula 2), es van aconseguir importants reduccions de creixement vegetatiu en el tractament RDC (figura 2).

Amb una càrrega de fruits similar al primer any d'assaig, s'observa que el pes fresc dels préssecs és pràcticament el mateix per als dos tractaments (taula 3); això confirma que es pot



Controls de qualitat. Fotos: J. Girona.

aplicar un cert grau de dèficit a la fase II sense afectar negativament el creixement del fruit (figura 2). En els següents anys, i com a conseqüència dels efectes acumulats en els anys anteriors, es va observar una evident afectació del quallat i la càrrega final de fruits, fet que afectava clarament la mida final del fruit (taula 3). En tot cas, la producció va ser sempre superior per al tractament RDC.

Un aspecte positiu del RDC, en aquest cas, és que va limitar en gran part la caiguda de fruits típica de la varietat Sudanell: efecte que es va repetir de forma constant durant els tres anys d'assaig (taula 3). També es va observar que un maneig adequat de dèficit hídric en arbres fruiters



pot millorar la qualitat dels fruits d'aquests arbres, de manera que els préssecs del tractament RDC presentaven el mateix nivell de color que els del tractament Control, però una fermesa netament superior, fet que va suposar un avantatge en el maneig i conservació de la producció.

#### 05 Exemple en sòls profunds i no compactats. Efectes sobre la qualitat

En un treball posterior al realitzat a la parcel·la amb sòls superficials (poc profunds) es va avaluar la possibilitat d'aplicar aquestes estratègies de reg en parcel·les amb sòls més

**Taula 1. Resposta productiva del préssec al tractament de reg Control i RDC (Chalmers et al., 1981).**

Tractament	Reg (%)	Pes mitjà del fruit (g)	NFA	Producció (kg/arbre)		
				Total	Comercial	Ac. 3 Anys
Control	100	132	112	14,8	12,7 b	24,4 b
RDC	90	139	125	17,5	14,8 a	27,0 a

**Taula 2. Definició dels tractaments de reg aplicats a l'assaig experimental de RDC al préssec en sòls superficials i volums d'aigua aplicats a cada tractament (Girona et al., 2003).**

Tractament	Reg (% sobre control)			Total	
	Fase I	Fase II	Fase III	(mm)	(%)
Control	100	100	100	676	100
RDC	100	25	100	627	93

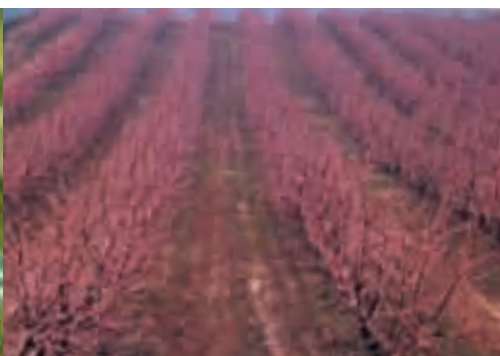
**Taula 3. Resposta productiva del préssec a diferents tractaments de reg en sòls superficials (Girona et al., 2003).**

Tractament	Any	Pes del fruit (g)	NFA	Producció (kg/arbre)	Fruits Caiguts (%)
Control	1994	133,0	391	51,8	15,5
RDC		131,5	424	54,9	6,5
Control	1995	207,5	20	4,6	14,9
RDC		221,1	37	9,1	6,4
Control	1996	168,6	561	91,3	17,9
RDC		149,5	760	111,4	9,0





Préssec marcat. Foto: J. Girona.



Vista aèrea de la finca de préssecs. Foto: J. Girona.



L'ÈXIT DE LES ESTRATÈGIES DE RDC DEPÈN BÀSICAMENT DE LA POSSIBILITAT QUE TINGUEM D'APLICAR UN ESTRÈS HÍDRIC EN UN MOMENT CONCRET DEL CICLE ANUAL

### 06 Consideracions finals sobre el RDC

ho aconseguim si apliquem dèficits hídrics en moments determinats.

La introducció del reg deficitari controlat (RDC) va servir per entendre que és possible jugar amb certs nivells de dèficit hídric per tal de millorar la productivitat d'algunes espècies llenyoses. Bona part d'aquesta millora es basa a orientar cap a on volem que vagin les forces dels arbres: a fer més fusta o als fruits, i això

Aquestes estratègies s'han provat també en d'altres espècies llenyoses (olivera, pomera, llimoners, cítrics, ametller, perer, etc.). Encara que originàriament s'orientaven a reduir el creixement vegetatiu i a millorar el creixement del fruit, en tot aquest temps s'han descrit d'altres avantatges com millores en aspectes de qualitat del fruit i

profunds i amb una major capacitat de retenció d'aigua al sòl. Com que en aquests sòls és més difícil aplicar un cert grau d'estrès a la fase II, reduint només un percentatge del reg (ja que el sòl té importants reserves d'aigua), s'opta per retallar el reg fins que s'arriba al nivell de dèficit desitjat, i després mantenir aquest nivell de dèficit amb regs puntuals al llarg del que resta de la fase II.

Aquest assaig es va realitzar en una parcel·la comercial de préssec del terme municipal d'Alcarràs, en una parcel·la amb sòls profunds i alta capacitat de retenció d'aigua i plantada amb préssecs de la varietat Andros. A l'igual que en els treballs anteriors, entre d'altres estratègies de reg, es van estudiar els tractaments Control i RDC.

També en aquest cas es va constatar que el RDC aplicat a parcel·les amb sòls profunds permetia un control considerable del creixement vegetatiu (taula 3), amb importants reduccions de l'aigua de reg aplicada (gairebé un 20%) i les produccions del RDC es mantien pràcticament idèntiques a les del tractament Control.

Tal i com havia passat en el cas de sòls superficials, aquí també s'observà una millora en la qualitat dels préssecs del tractament RDC, i tot i que es tractava d'una altra varietat Andros i d'unes condicions de cultiu diferents, es pot veure com el color i bàsicament la relació sucres / acidesa milloren considerablement (taula 4).

Figura 2. Evolució estacional de la llargada de la brosta en préssecs sotmesos a diferents tractaments de reg (Girona et al., 2003).

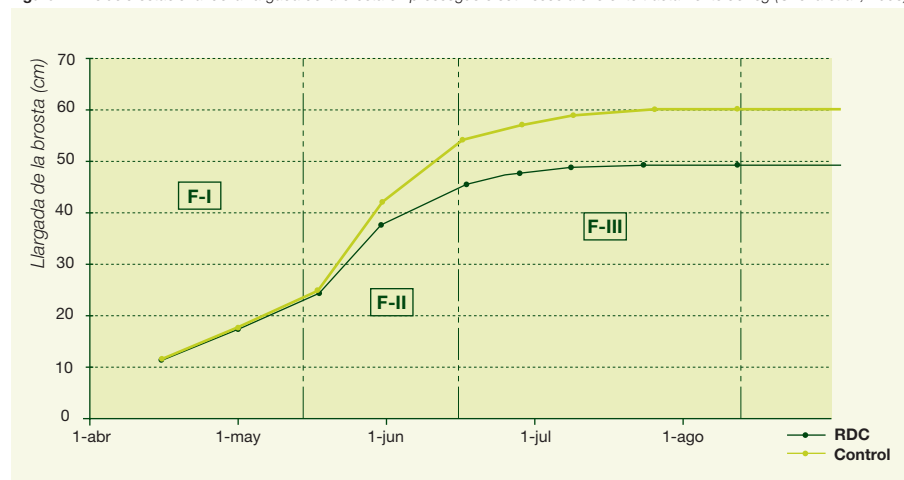
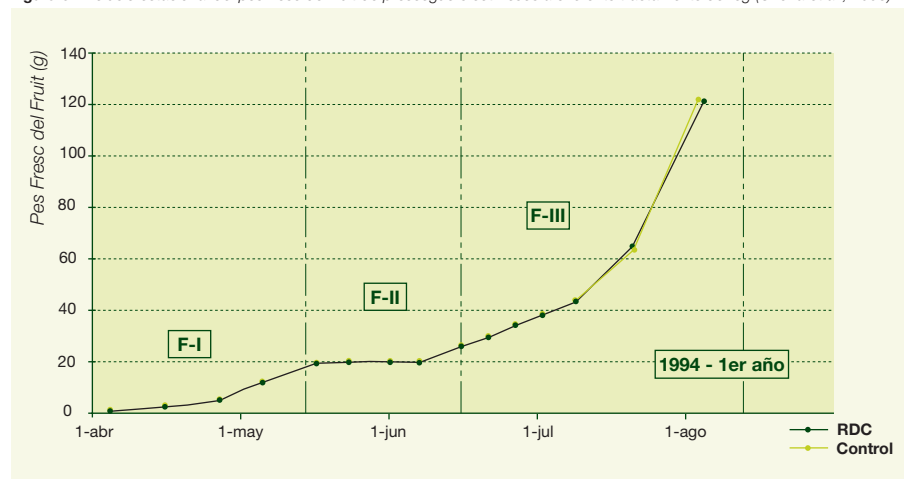


Figura 3. Evolució estacional del pes fresc del fruit de préssecs sotmesos a diferents tractaments de reg (Girona et al., 2003).



una millor conservació en postcollita. També s'ha observat que el RDC pot canviar conductes de la floració en els anys posteriors a la seva aplicació, tant en *Prunus* com en *Pyrus*. Caldrà tenir cura d'aquests efectes en el moment de l'aclarida per deixar el nombre de fruits apropiats als nostres objectius productius.

Tot i que els primers treballs de RDC en presseguer i en perer tot eren aspectes positius, estudis posteriors han demostrat que hi ha casos en què aquestes estratègies no són d'utilitat. Alguns exemples d'aquests casos podrien ser sòls molt profunds i que es tanquen a l'entrada d'aigua quan s'assequen (exemple: alguns sòls de Califòrnia), o en el cas de reg amb aigües salines.

L'èxit de les estratègies de RDC depèn bàsicament de la possibilitat que tinguem d'aplicar un estrès hídric en un moment concret del cicle anual i de la facilitat per tornar a un estat normal de mínim estrès quan s'acabi aquest període. Així, el tipus de sòl en què estigui la plantació és un element a considerar per aplicar aquesta tècnica. Un altre aspecte bàsic és concretar el moment en què hem d'aplicar l'estrès, i per tant delimitar en aquestes varietats quan es dona la fase II de creixement de fruit.

**Taula 3. Resposta productiva i vegetativa del presseguer a diferents tractaments de reg en condicions de sòls profunds (Girona et al., 2005).**

Tractament	Reg		Pes mitjà del fruit (g)	NFA	Producció (kg/arbre)	IST' cm <sup>2</sup>
	(mm)	(%)				
Control	614	100	172	356	53,4	62
RDC	497	81	167	357	53,1	48

**Taula 4. Efectes dels tractaments de reg a la qualitat del fruit en una parcel·la de presseguer en sòls profunds. (Gelly et al., 2003).**

Tractament	Acidesa (Ac)	Sucres solubles (°B)	Relació °B/Ac	Fermesa	Color
Control	8,0	10,7	1,28	4,72	5,0
RDC	7,4	11,4	1,44	4,51	9,4

Bona part dels treballs analitzats s'orienten a presseguers que es cullen el mes d'agost, en què la fase II dura gairebé un mes i, per tant, és possible aplicar RDC. En d'altres varietats (especialment més primerenques) és difícil aplicar dèficit en fase II perquè aquesta és molt curta o no n'hi ha; en aquestes varietats es pot aplicar un cert dèficit després de la collita, tot i que cal fer-ho amb algunes precaucions.

## 07 Referències documentals

CHALMERS, D.J., P.D. MITCHELL, AND L. VAN HECK. 1981. Control of peach growth and productivity by regulated water supply, tree density and summer pruning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:307-312.

GELLY, M., RECASSENS, I., MATA, M. ARBONÉS, I., RUFAT, J., GIRONA, J., MARSAL, J., 2003. Effects of water deficit during stage II of peach fruit development and postharvest on fruit quality and ethylene production. *J. Hort. Sci. & Biotech.* 78(3):324-330.

GIRONA, J., GELLY, M., MATA, M., ARBONÉS, A., RUFAT, J., MARSAL, J., 2005. Peach tree response to single and combined irrigation regimes in deep soils. *Agricultural Water Management* 72:97-108.

GIRONA, J., MATA, M., ARBONÉS, A., ALEGRE, S., RUFAT, J., MARSAL, J., 2003. Peach tree response to single and combined regulated deficit irrigation regimes under shallow soils. *J. Ame. Soc. Hort. Sci.* 128(3):432-440.

## 08 Autor



**Girona i Gomis, Joan**  
Àrea de Tecnologia Fructícola. Centre UdL-IRTA, Lleida.  
joan.girona@irta.es



Estació dinàmica i detall de la mateixa. Foto: J. Girona.

# CONDICIONES BÁSICAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN CULTIVOS EXTENSIVOS



Sistema de riego por aspersión en maíz. Foto: J.M. Tarjuelo.



Evaluación de riego por aspersión. Foto: J.M. Tarjuelo.

## 01 Introducción

Para poder manejar bien un proceso hay que conocerlo. Como se sabe, el objetivo del riego es suministrar a los cultivos, de forma eficiente y sin alterar la fertilidad del suelo, el agua adicional a la precipitación que necesitan para su crecimiento óptimo, asegurando la sostenibilidad del regadío.

Los recursos que se manejan en el riego son: agua, energía, mano de obra y equipamiento. La combinación que conduzca al óptimo económico según los condicionantes del medio (suelo, clima, cultivo, parcelación, etc.) y las características del sistema de suministro de agua será la solución que hemos de tratar de encontrar.

El riego por aspersión implica una lluvia más o menos intensa y uniforme sobre la parcela con el objetivo de que el agua se infiltre en el mismo punto donde cae.



Cabezal de distribución en riego por aspersión. Foto: J.M. Tarjuelo.

El proceso de aplicación de agua de un aspersor consiste en un chorro de agua a gran velocidad que se difunde en el aire en un conjunto de gotas, distribuyéndose sobre la superficie del terreno, con la pretensión de conseguir un reparto uniforme entre varios aspersores. Como efectos derivados de esta aplicación están:

- La relación entre la velocidad de aplicación (pluviometría o pluviosidad del sistema) y la capacidad de infiltración del agua en el suelo, produciéndose escorrentía si la primera supera a la segunda.
- El posible deterioro de la superficie del terreno por el impacto de las gotas si estas son muy grandes, y su repercusión en la infiltración, formación de costra, erosión etc.
- La uniformidad de distribución en superficie y su gran dependencia de la acción del viento, en intensidad y dirección.
- La redistribución dentro del suelo por diferencias de potencial hidráulico a distancias entre 1 y 3 m, que normalmente mejora sensiblemente la uniformidad del agua en el suelo.

En riego por aspersión estacionario, la aplicación uniforme del agua depende principalmente de: el "modelo" de reparto de agua del aspersor, así como de la disposición y espaciamiento de los aspersores en el campo (*marco de riego*). A estos factores hay que añadir otro que es el

viento, (principal distorsionador de la uniformidad de reparto), que juega un papel fundamental en las "pérdidas por evaporación y arrastre" producidas durante el proceso de aplicación y donde el tamaño de gota y la longitud de su trayectoria de caída son factores fundamentales. Por otra parte, el modelo de reparto de agua del aspersor viene definido por: el propio *diseño* del aspersor, el tipo y número de *boquillas* y la *presión* de trabajo.

A estos factores pueden añadirse otros de menor trascendencia como la altura del aspersor sobre el terreno, la presencia o no de vaina prolongadora de chorro (VP), que mejora la uniformidad de reparto de agua para velocidades de viento mayores de unos 2 m/s, o la *duración del riego*, cuyo incremento favorece a la Uniformidad de Distribución (UD) por compensarse en parte las distorsiones producidas por el viento ya que este varía normalmente con el tiempo.

En riegos de media o alta frecuencia, la falta de uniformidad en un riego como consecuencia de la acción del viento puede verse compensada en los riegos sucesivos al ir cambiando normalmente las condiciones del viento. Esta mejora de uniformidad acumulada de varios riegos será más aprovechable por el cultivo cuanto mayor sea la frecuencia de riego ya que de este modo serán menores los déficit hídricos transitorios existentes entre riegos.



Diferentes boquillas de aspersión. Foto: J.M. Tarjuelo.

Para la elección del sistema pueden tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- La tendencia actual es hacia los sistemas de baja presión, que permitan el riego nocturno (por menor evaporación, velocidad de viento y coste energético), y sean de fácil manejo y automatización. En este sentido uno de los sistemas más interesantes son los pivot o pivotes.
- En parcelas pequeñas o de forma irregular se adaptan mejor los sistemas fijos. Sobre todo los sistemas de cobertura total enterrada, por ser más baratos y duraderos, con el inconveniente de tener que regar siempre la misma parcela al no poder trasladarse.
- Los sistemas semifijos de tubería móvil se están utilizando cada vez menos, a pesar de ser los que requieren menor inversión, por las mayores necesidades de mano de obra, incomodidad de manejo y peor calidad del riego.

· Los laterales de avance frontal son muy adecuados para parcelas rectangulares de gran longitud, consiguiendo una alta uniformidad de riego con baja presión, pero requieren mayor inversión que los pivotes y tienen un manejo más complicado. Una variante que parece muy interesante son los laterales de tamaño medio (inferiores a 300 - 350 m) que pueden regar con movimiento frontal o en círculo, teniendo la ventaja de su gran movilidad y adecuación a parcelas con forma más o menos irregular. En este caso, puesto que ambas situaciones funcionan con diferente carta de emisores, se necesitan válvulas hidráulicas en la base de aquellos emisores no comunes a ambas disposiciones, que entran en funcionamiento únicamente en el momento adecuado comandados por un circuito hidráulico.

## 02 Tendencias del riego por aspersión

- Utilización de la presión más baja posible, donde el adecuado diseño de los aspersores juega un papel fundamental, debiendo tender a que tengan el máximo alcance y un tamaño de gota medio (entre 1,5 y 4 mm), lo que reduce la distorsión originada por el viento (y su efecto sobre la uniformidad de aplicación de agua) y las pérdidas por evaporación y arrastre por el viento.
- La optimización del diseño y el manejo (programación de riegos) para reducir la inversión, alcanzar altas eficiencias de aplicación y ahorrar agua y energía. Esto va ligado normalmente a un importante apoyo informático.
- La automatización parcial, y en algún caso total, que facilite el manejo de la instalación y el riego nocturno, con menor coste energético y menores pérdidas de agua en la aplicación, unido normalmente además a vientos menos intensos.

## 03 Recomendaciones para el diseño y manejo sobre la base de ensayos de campo

La correcta utilización de los sistemas de riego por el regante requiere:

- Conocer y controlar los principales factores que intervienen en el proceso de aplicación del agua de riego como son: la presión y la pluviosidad como factores controlables y el viento como factor poco controlable. La presión es el principal factor a controlar en una instalación de riego por aspersión. El

control de la pluviosidad es fundamental en las máquinas de riego (cañones, pivotes o laterales de avance frontal, y más si trabajan a baja presión), donde el regante debe conocer las velocidades de avance de la máquina para que no se produzca escorrentía, el sector circular mojado o la separación entre posiciones de riego en el caso de cañones, etc. El viento tiene escasa influencia en el caso de riego con pivotes y laterales autodesplazables, pero su efecto es importante en el riego con cañones y también en el riego estacionario (Tarjuelo, 2005<sup>1</sup>), debiendo conocer lo que puede hacerse para minorar su efecto distorsionador de la uniformidad de reparto de agua.

- Que la instalación esté bien diseñada, conservada y manejada. El diseño es una responsabilidad del técnico, y no siempre lo más barato es lo mejor. La conservación y el manejo es responsabilidad del regante, aunque este último puede necesitar asesoramiento exterior, con cierta responsabilidad de los organismos públicos.
- Aplicar las técnicas de programación de riegos que indican el momento y la cuantía de cada riego. En este sentido puede ser importante la creación de organismos de asesoramiento de riegos como el SIAR (<http://crea.uclm.es> o bien <http://www.jccm.es>), existen en Castilla-La Mancha desde el año 2000.

Como idea fundamental puede destacarse pues que, en una instalación de riego por aspersión el regante debe vigilar sobre todo la "PRESIÓN", y si se riega con máquinas, también la PLUVIOSIDAD. El resto de factores puede considerarse que no presentan problema si se ha realizado un correcto diseño, a excepción de la aplicación de las técnicas de programación de riegos que requieren la ayuda de un servicio de asesoramiento de riegos.

Con el fin de establecer una serie de directrices generales a tener en cuenta a la hora de realizar el diseño y manejo de los sistemas de aspersión, se exponen en continuación un resumen de recomendaciones, basado en ensayos de campo, cuya justificación puede verse con mayor detalle en Tarjuelo (2005).

### 03.01 En sistemas estacionarios

- Normalmente se consigue mayor coeficiente de uniformidad (CU) utilizando dos boquillas en el aspersor que una sola, con "vainas prolongadoras" (VP) en la boquilla grande para velocidades de viento mayores de unos 2 m/s. Es importante en tal caso que la boquilla pequeña esté



Comprobación de la presión de trabajo en aspersión.  
Foto: J.M. Tarjuelo.



Detalle de microaspersión en almendro. Foto: J.M. Tarjuelo.

correctamente diseñada para conseguir que el modelo radial de distribución de agua del aspersor en ausencia de viento tenga una forma triangular, pero sin producir un exceso de pluviosidad en las proximidades del aspersor (no más de 6 - 8 mm/h) pues sería un síntoma claro de un exceso de gotas pequeñas, que son fácilmente arrastradas por el viento y hace disminuir rápidamente la uniformidad de riego al aumentar la velocidad el viento, a parte de originar mayores pérdidas por evaporación. Si la boquillas pequeña no cumple estas condiciones, puede ser más favorable utilizar una sola boquilla en el aspersor ya que, aunque se obtenga una uniformidad de riego algo menor con velocidades de viento bajas (< 3 m/s), suelen conseguir mayor uniformidad para vientos más intensos.

· Se deben procurar evitar las presiones superiores a 400 KPa ya que, aparte del mayor coste

económico, produce mayor proporción de gota pequeña, con las consecuencias antes apuntadas.

- Diseñar los sistemas con pluviosidades bajas (6-8 mm/h) para que, además de evitar problemas de encharcamiento y escorrentía, sea mayor el tiempo de riego.
- Se obtienen mayores valores de CU con marcos cuadrados (15 m x 15 m y 18 m x 18 m) que con los rectangulares equivalentes (12 m x 18 m y 16 m x 20 m) cuando el aspersor lleva 2 boquillas, cualquiera que sea la velocidad del viento.
- Para riego en bloque, no se han encontrado diferencias significativas en cuanto a la uniformidad de reparto de agua con la altura del aspersor entre 0,6 y 2,2 m, cualquiera que sea la velocidad del viento, pudiendo incluso conseguirse mayor uniformidad con el aspersor a 2,2 m.
- Los aspersores sectoriales, en los bordes de las parcelas, deben trabajar con una sola boquilla, evitando así una excesiva acumulación de agua en las proximidades del aspersor.
- Para cultivos herbáceos extensivos, el marco más pequeño que se suele recomendar es el 12 m x 12 m y el más grande el 18 m x 18 m. Para estos marcos la presión media en el ramal portaaspersores debe estar entre 250 y 350 KPa.
- Para sistemas fijos se recomienda utilizar marcos de 18 m x 15 m en triángulo y 15 m x 15 m ó 18 m x 18 m en cuadrado o en triángulo, con boquillas de 4,4 + 2,4 mm y 4,8 + 2,4 mm, a una presión media en ramal de 300 a 350 KPa. En sistemas fijos enterrados, los valores del marco pueden ajustarse para poder dar un número entero de pases con la maquinaria.

Por último, habría que destacar el hecho de que tanto la Administración Pública como los usuarios particulares deberían exigir, antes de la compra del material de riego, la información técnica adecuada así como la correspondiente homologación o certificación del material. De la misma forma, antes de la entrega de la obra, debería exigirse una prueba de evaluación a la instalación para tener una idea de la uniformidad de reparto de agua que consigue. No hay que olvidar que no siempre la instalación más barata es la más conveniente.

### 03.02 En riego con laterales autopropulsados

- Se consigue normalmente mayor uniformidad de riego que con los sistemas estacionarios al ser menos afectados por el viento.

- No se han encontrado diferencias significativas en la uniformidad de reparto por factores tales como: tamaño del equipo, tipo de emisor, presión de trabajo o velocidad y dirección del viento, aunque los equipos pequeños (menores de unas 10 ha) son más afectados por el viento.
- Mejora la eficiencia de descarga (relación entre el agua que llega al suelo y el agua descargada) cuando el emisor se sitúa a próximo al suelo (1 m), con unas diferencias de alrededor del 5% respecto a la altura de 2,5 m, debiendo descartarse alturas mayores. Las mejores eficiencias se han conseguido con el emisor Rotator a 2,5 m, con valores superiores del 90%.
- En general, la mejor uniformidad en la distribución de agua es mayor a 2,5 m de altura, que a 1 m, pero esta diferencia no tiene efecto en la producción final ya que se aprovecha mejor el agua de riego al disminuir las pérdidas por evaporación y arrastre guante el riego. Con los emisores se obtienen los mayores valores de coeficientes de uniformidad, superiores al 90%.
- Se recomiendan lo emisores tipo Rotator, I-Wob o Spray, aunque estos últimos suelen dar una uniformidad de riego algo menor, sobre todo en ausencia de viento, pero normalmente no tienen repercusión en la producción final. Para un riego adecuado, la separación entre emisores tipo Spray debe estar en torno a 2 m, debiendo solaparse más del 100% cada emisor con el anterior y siguiente.
- La disposición de emisores más ventajosa para alcanzar un equilibrio entre pérdidas por evaporación y arrastre y uniformidad de riego parece ser situar los emisores a unos 2,5 m sobre el suelo, con una anchura mojada en torno a los 12-15 m, lo que requiere una presión de trabajo de 1,5 a 2 bar, o algo menor si no hay problemas de escorrentía.

## 04 Bibliografía

<sup>1</sup> TARJUELO, J.M. (2005). El riego por aspersión y su tecnología. Edt. Mundi-Prensa. Madrid

## 05 Autores



**Tarjuelo Martín-Benito, José M<sup>a</sup>**  
Centro Regional de Estudios del Agua. Universidad de Castilla-La Mancha. Ctra de Las Peñas, km 3,2. 02071 Albacete España  
[Jose.Tarjuelo@uclm.es](mailto:Jose.Tarjuelo@uclm.es)

**Ortega Álvarez, Fernando**  
Centro Regional de Estudios del Agua. Universidad de Castilla-La Mancha.

# EL REG DELS CONREUS HORTÍCOLES



Figura 1. Detall d'un conreu de pebrot a l'aire lliure amb cinta de reg localitzat.

## 01 Introducció

El reg dels conreus hortícoles ha evolucionat d'una manera notable en els darrers 40 anys, fonamentalment per la millora dels equipaments (injectors, automats de reg, goters) i de les tècniques de conreu (hivernacles, conreus sense sòl). Aquest fet ha permès incrementar la producció i l'eficàcia en l'ús de l'aigua i fertilitzants (Kläring, 2001). En l'actualitat, els sistemes de reg predominants en la majoria de conreus hortícoles són els localitzats (microaspersió i degoteig) o per aspersió; es descarta el reg per gravetat o inundació, excepte en alguns conreus a l'aire lliure.

En el cas dels conreus sota hivernacle, la utilització majoritària de sistemes de reg d'alta freqüència (microaspersió i degoteig) ha permès generalitzar la tècnica de fertirrigació, que consisteix a subministrar els fertilitzants dissolts en aigua en forma de solució nutritiva. Aquest sistema proporciona amb molta més precisió l'aigua i els nutrients necessaris per al bon desenvolupament dels conreus, fet que n'incrementa la producció.

La possibilitat de control i optimització de les condicions climàtiques dels hivernacles (reducció de la radiació i confinament de la humitat) i la utilització generalitzada dels sistemes de reg per degoteig han permès reduir considerablement el consum d'aigua i incrementar l'eficàcia en l'ús de l'aigua de reg (taula 1) respecte als cultius a l'exterior. Aquest

fet encara és més important en els conreus sense sòl, que permeten recollir el drenatge (lixiviats) i tornar-lo a utilitzar en l'elaboració de la solució nutritiva (Marfà, 2000).

Malgrat tot, la programació de reg dels conreus hortícoles, és a dir, la determinació de quina quantitat d'aigua i en quin moment (quan) s'ha de regar continua essent un dels grans reptes de l'horticultura actual, situació que és complicada si considerem la diversitat d'espècies i sistemes productius que preveu.

## 02 Programació de reg en conreus hortícoles comestibles a l'aire lliure

La programació de reg en conreus hortícoles a l'aire lliure es basa en la metodologia proposada per la FAO (Doorenbos i Pruit, 1975) per determinar les necessitats hídriques d'un cultiu ( $ET_c$ ). Aquest mètode, utilitzat al llarg dels darrers 30 anys, ha provocat, en certs casos, resultats no satisfactoris que la pròpia FAO va corregir amb la publicació l'any 1998 d'unes noves recomanacions de càlcul que actualment són la referència mundial per determinar les necessitats de reg dels conreus (Allen i col., 1998).

El càlcul es basa en l'avaluació dels requeriments del cultiu en funció de l'evapotranspiració de referència ( $ET_0$ ), que es pot calcular a partir de les dades climàtiques de les estacions meteorològiques i representa l'evapotranspiració

d'una coberta de gespa de 4 a 10 cm d'alçada. El coeficient de cultiu  $K_c$  és un paràmetre que corregeix el valor de l' $ET_0$  a cada condició específica del conreu (espècie, marc de plantació, estat de desenvolupament, etc.). Les necessitats de reg seran, doncs:

$$ET_c = ET_0 * K_c$$

L'aplicació d'aquesta metodologia requereix una experimentació local que permeti confirmar els valors de  $K_c$  i la validació dels serveis d'assessorament de reg. La determinació de les necessitats de reg dependrà, a més a més, d'altres paràmetres com la qualitat de l'aigua de reg, la textura i profunditat del sòl, el règim de pluges, els sistemes de reg, etc.

Per utilitzar el mètode i determinar les necessitats de reg de diferents conreus a l'aire lliure es pot consultar el dossier tècnic núm. 4: *Gestió eficient de l'aigua de reg (I)*, on s'expliquen els paràmetres a considerar i es presenta l'eina de reg de RuralCat, que possibilita la determinació setmanal de les necessitats d'aigua de diversos conreus hortícoles en funció de la data de trasplantament, de les dades de l'estació meteorològica més propera i del sistema de reg emprat.

Els resultats han de ser validats pel tècnic local o pel servei d'assessorament de reg, però són una aproximació molt acurada a les necessitats reals dels diferents conreus.

### 03 Innovacions i perspectives dels sistemes de microirrigació per a l'horticultura intensiva

Els sistemes de microirrigació (microaspersió, degoteig) són els més utilitzats en horticultura intensiva. En els anys 80 i primers dels 90 es va avançar molt quant a la "maquinària" per a la irrigació i els equipaments per a la fertirrigació (degotadors, injectors, equips per al tractament de l'aigua,...) (Ballas, 1991). Actualment, la innovació s'adreça al desenvolupament de models per a la presa de decisions referides a la irrigació i de programes informàtics per a la gestió automàtica del reg; també, al desenvolupament i aplicació de sensors que permetin mesurar a temps real la humitat del medi de cultiu (substrat), l'estat d'hidratació de les plantes cultivades o llur consum d'aigua (Marfà, 1996; Marfà, 2000). En l'àmbit que ens ocupa, les innovacions actuals s'orienten a:

- Millorar la capacitat dels sistemes de microirrigació per assolir resultats productius més avantatjosos i compatibles amb un ús més eficient de l'aigua i els fertilitzants.
- Permetre l'automatització i la presa de decisions objectives d'irrigació, és a dir que no depenguin de la major o menor destresa o intuïció de l'usuari.
- Augmentar la fiabilitat dels sistemes de microirrigació; cal tenir en compte que l'usuari final, tot i que és competent en el seu ofici, no és necessàriament expert en el maneig de sistemes informàtics o sensors.

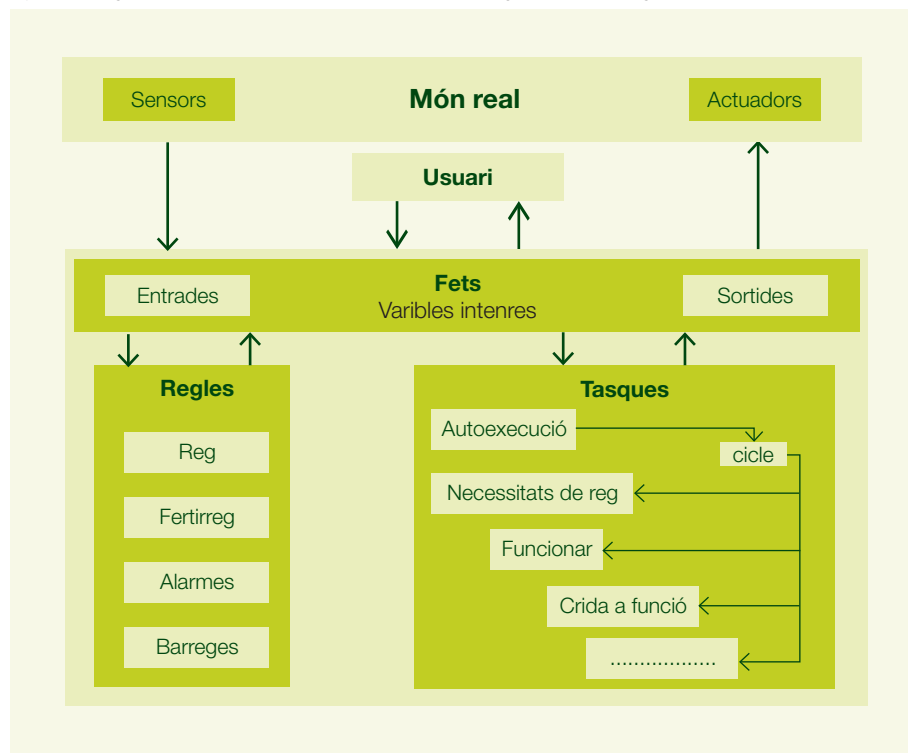
Els models per a la presa de decisions i els sensors abans esmentats s'han de poder integrar en sistemes experts que funcionin a temps real (SETR).

En què consisteix un SETR? La figura 2 ens mostra el funcionament genèric. El cas més

**Taula 1. Ús d'aigua de reg per tona de fruit produït (m³ Tm⁻¹) per als conreus de mongeta, meló, tomàquet i pebrot sota hivernacle i a l'exterior. Font: Pérez-Parra 2003.**

Cultiu	Exterior	Hivernacle
<b>Mongeta</b>	162	66
<b>Meló</b>	83	44
<b>Tomàquet</b>	60	27
<b>Pebrot</b>	300	74

**Figura 2.** Configuració bàsica d'un sistema expert a temps real per a la gestió de la microirrigació.



senzill, que la majoria d'autòmats d'irrigació són capaços de fer, podria ser el següent:

- 1) Un sensor mesura un paràmetre relacionat amb l'estat d'humectació del substrat, amb l'estat d'hidratació d'una planta o bé la radiació solar que arriba a les plantes.
- 2) Un dispositiu per a l'adquisició de dades enregistra la informació del sensor i la transfereix a un programador.
- 3) Mitjançant una regla, l'ordinador pren una decisió referent a l'activació del reg. Com per exemple el següent: Si la radiació solar acumulada sobre les plantes supera un valor establert per l'usuari, s'activa el procés del reg.
- 4) S'executen les tasques fixades prèviament: per exemple, s'engega la bomba, s'obre una electrovàlvula, s'aplica una determinada dosi d'aigua a les plantes (figura 3), etc.

Una etapa més avançada de prestacions és quan hi ha diversos sensors en joc, iguals o distints entre sí, i aleshores intervé una fórmula que es defineix prèviament i que s'ha provat que és adequada per a una determinada aplicació. La incorporació de les mesures dels sensors a la fórmula permet establir una regla d'actuació, com s'ha explicat abans, o bé permet calcular el consum d'aigua del cultiu (evapotranspiració real) a una escala de temps horària o menor. Avui dia, tenim a l'abast programadors d'irrigació que realitzen les funcions de comunicació amb

l'usuari, la gestió de les estacions de bombeig i de fertirrigació, el control i la vigilància del sistema (alarmes, avaries...), la regulació del pH o de la salinitat, ja que es disposa dels elements informàtics i electrònics per configurar un SETR.

Però, sovint les mancances consisteixen a no disposar de coneixements específics que permetin integrar eficaçment sensors o models a un SETR, com ara:

- Significació, representativitat i fiabilitat de diferents sensors ja desenvolupats.
- Comprovació de la validesa de les fórmules per a la integració dels diferents sensors.
- Posada a punt dels models de càlcul del consum d'aigua del cultiu (evapotranspiració).
- Determinació dels coeficients correctors del consum d'aigua màxim, que depenen de cada cultiu, del seu estadi de desenvolupament i de les condicions agroclimàtiques específiques.
- Com cal utilitzar la informació proveïda pels sensors per a la correcta gestió de la fertirrigació.
- Desenvolupament dels programes informàtics que cal utilitzar en un SETR per a una aplicació determinada.

De quins **sensors** que mesurin quelcom relacionat amb la humectació del substrat es

disposa actualment? Doncs, per exemple pel que fa al grau d'**humectació del medi de cultiu**, ja sigui el sòl natural o un substrat, tenim a l'abast entre d'altres els següents sensors:

- **Tensiòmetres:** que mesuren la força amb què l'aigua és retinguda pel substrat o el sòl. (figura 4c)
- Sensors tipus TDR o FDR, que mesuren el contingut d'aigua en un volum determinat de sòl o de substrat.

Quins aparells de mesura tenim a l'abast relatiu a **paràmetres ambientals** que determinen el consum d'aigua per part de les plantes? Doncs, per exemple, podem mesurar a temps real:

- La radiació solar que incideix damunt el cultiu
- La humitat relativa o dèficit de pressió de vapor, la temperatura i la velocitat del vent.

Podem també mesurar el **consum d'aigua de la planta** o del conjunt planta- medi de cultiu, ja sigui per mètodes indirectes, a partir de models matemàtics d'estimació de l'evapotranspiració del cultiu, o bé mitjançant mètodes directes, emprant bàscules que registren contínuament la variació de pes d'unitats de cultiu, mitjançant lisímetres o **safates a la demanda**.

Arribats a aquest punt, ens podem preguntar quin grau d'aplicabilitat tenen en la irrigació en l'horticultura intensiva tots o cadascun dels sensors i mètodes disponibles. Un exemple, fruit d'un desenvolupament original de l'IRTA, pot ajudar-nos a aclarir la pregunta abans plantejada.



Figura 3. Detall d'un autòmat de reg amb les electrovàlvules i els injectors tipus venturi per a l'elaboració de la solució nutritiva.

#### 04 Exemples d'innovacions per a una gestió més eficient de l'aigua i els fertilitzants en els vivers de plantes ornamentals cultivades en contenidors a l'aire lliure

La qüestió a resoldre és la següent: Suposem que, en un viver de casa nostra, tenim un cultiu en contenidor de plantes ornamentals i comptem, com és relativament comú, amb un bon autòmat per a la fertirrigació. Com ho podem fer perquè l'activació del reg sigui objectiva i automatitzada i, per tant, no depengui de l'estimació subjectiva del viverista?

Es disposa, com abans s'ha comentat, d'aparells com ara els tensiòmetres per mesurar l'estat d'humectació dels medis de cultiu. El mercat posa al nostre abast radiòmetres per mesurar la quantitat d'energia solar que arriba al cultiu i que determina el consum d'aigua dels cultius. Per contra, no es disposa de safates a la demanda adaptades al cultiu de plantes en contenidor, que ens permetrien establir automàticament el moment d'inici del reg.

Però, abans d'emprar tensiòmetres, en el cas dels cultius en contenidor, cal resoldre certes qüestions, com ara:

- Com ha de ser el tensiòmetre per a l'esmentada aplicació? Si del que es tracta és d'interactuar amb un autòmat d'irrigació, cal un tensiòmetre capaç d'emetre un senyal elèctric. Per tant, cal un electrotensiòmetre. Si convé que l'aparell emeti un senyal continu i precís per poder actuar a temps real ens cal un transductor de pressió en la gènesi de l'esmentat senyal. Si cal mesurar amb rapidesa continguts d'humitat propers a la saturació -com és el cas quan es treballa amb substrats- cal que el tensiòmetre disposi d'una porcellana amb un elevat grau de permeabilitat (figura 4b).
- Quin grau de representativitat té un tensiòmetre respecte del conjunt de contenidors el reg dels quals ha de gestionar? On hem de situar el tensiòmetre perquè sigui representatiu del bulb humit del contenidor? Quin grau de robustesa cal que tingui el tensiòmetre i com cal fixar-lo al contenidor? (figura 4a).

Per als cultius sense sòl d'hortalisses o d'espècies per a la producció de flor tallada hi ha safates a la demanda o electrolisímetres que permeten establir un nivell d'humectació del substrat, a partir del qual s'estableix una



Figura 4a. Col·locació d'un electrotensiòmetre en el contenidor.



Figura 4b. Electrotensiòmetre per a cultiu en contenidor.

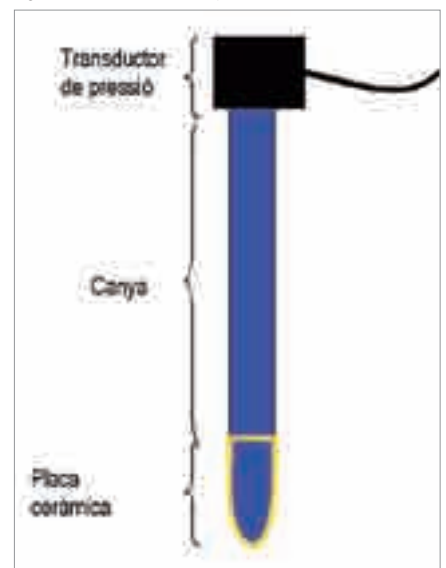


Figura 4c. Parts d'un electrotensiòmetre.



consigna per a l'activació del reg. A més, amb el mateix aparell podríem mesurar la quantitat d'aigua excedentària després de cada reg i d'aquesta manera ajustar millor la dosi d'aigua que cal aplicar en cada moment durant el cultiu. Però aquest instrument no s'ha aplicat per als cultius de plantes en contenidor. Ha calgut, doncs, adaptar-lo per a aquesta aplicació. Com que les safates a la demanda contenen una unitat de cultiu que inclou diverses plantes, la seva utilització millora el grau de representativitat de la humitat del substrat d'un conjunt de plantes cultivades respecte la que té un tensiòmetre.

La tasca de desenvolupament duta a terme a l'IRTA (Càceres i col., 2004) ha comprès les etapes següents:

- Elecció de l'electrotensiòmetre més adequat per a l'aplicació objecte d'estudi. Establiment de la interface adient entre el tensiòmetre i l'autòmat. Disseny d'un sistema de fixació del tensiòmetre als contenidors. Establiment de la col·locació més adequada del tensiòmetre dins del contenidor. Avaluació del funcionament (figura 4a).
- Avaluació del funcionament conjunt d'un radiòmetre global i un electrotensiòmetre per a l'activació automàtica del fertireg de plantes en contenidor.
- Disseny, construcció i avaluació d'una safata a la demanda adaptada a cultius de plantes en contenidors.
- Avaluació del funcionament de la safata a la demanda dissenyada per a l'activació automàtica del fertireg de plantes en contenidor (figura 5a).

¿Quina mena de sistema expert funcionant a temps real (SETR) s'ha dissenyat per al conjunt radiòmetre-tensiòmetre i com funciona per a l'aplicació específica del cultiu en contenidor de plantes ornamentals, en vivers a l'aire lliure? Doncs, de la manera següent:

- El radiòmetre global mesura a temps real l'energia solar que rep el cultiu i la integra.
- L'electrotensiòmetre emet de forma contínua un senyal elèctric la magnitud del qual representa l'estat d'hidratació del substrat. Un element per a l'adquisició de dades recull la informació de l'electrotensiòmetre i la incorpora a l'autòmat.
- Mitjançant la regla següent: Si la radiació acumulada supera un valor llindar establert



Figura 5a. Safata a la demanda per a cultius en contenidor d'espècies ornamentals d'exterior.

se sol·licita un reg. Si el grau d'hidratació del substrat és inferior a un valor llindar establert l'autòmat pren la decisió d'activar el reg. Però si el grau d'hidratació del substrat és superior o igual al valor establert el reg no s'activa.

- Tot seguit, s'estableixen les tasques preestablertes que són executades pel sistema: per exemple, s'engega la bomba, s'obre una electrovàlvula, s'aplica una determinada dosi d'aigua a les plantes, etc.

¿Quina mena de SETR s'ha dissenyat quan s'utilitza la safata a la demanda desenvolupada? En aquest cas, el sistema operatiu és més senzill:

- Un dels dos elèctrodes de la safata a la demanda és el que pot o no estar submergit en aigua (figura 5b).
- Si deixa d'estar submergit s'emet un senyal elèctric i si no, no s'emet cap senyal.
- Mitjançant la senzilla regla: si el nivell d'aigua de la safata és inferior al nivell de l'elèctrode s'activa el reg. En cas contrari, no s'activa.
- Tot seguit, com en el cas anterior, s'estableixen les tasques preestablertes que són executades pel sistema.

Vet ací dos exemples pràctics fruit de la tasca de R+D duta a terme en el si de l'IRTA. Es tracta de desenvolupaments per a les necessitats dels nostres vivers de plantes ornamentals cultivades en contenidors a l'aire lliure. Aquests sistemes, de baix cost, prou robustos i de moderada exigència de manteniment, poden contribuir a un ús més eficient de l'aigua i dels fertilitzants en les explotacions per a les quals han estat desenvolupats. Què cal ara? Doncs, realitzar l'avaluació a escala de viver i procedir a la difusió de les innovacions desenvolupades.



LA PROGRAMACIÓ DE REG EN CONREUS HORTÍCOLES A L'AIRE LLIURE ES BASA EN LA METODOLOGIA PROPOSADA PER LA FAO (DOORENBOS I PRUIT, 1975) PER DETERMINAR LES NECESSITATS HÍDRIQUES D'UN CULTIU (ET)

## 05 Bibliografia

ALLEN L.G, PEREIRA L.S., RAES D., SMITH M. (1998). Crop Evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome, 300 pp.

BALLAS, S. (1991) Dossier: "L'irrigation en horticulture". Ed. CNIH-Chambourcy. França.

CÁCERES, R., CASADESÚS, J., MARFÀ, O. 2004. Riego automático en ornamentales de exterior. Horticultura 180: 14-18.

DOORENBOS J. PRUIT W.O. (1975) Guideline for predictin crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 24, Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome, 179 pp.

a- KLÄRING, H.P. (2001) Strategies to control water and nutrient supplies to greenhouse crops. A review. Agronomie 21: 311-321.

MARFÀ, O. (1996) Sistemas de microirrigación en horticultura intensiva. Hortoinformación, 78: 41-45.

MARFÀ, O. (2000) La recirculación en los cultivos sin suelo. En: Recirculación en cultivos sin suelo. Ed. de Horticultura. Col. Compendios de horticultura, 14. Cap 2, pp, 21-27. Reus, Catalunya.

PEREZ PARRA, J. (2003) Evolución y mejora de la tecnología en Invernaderos de bajo consumo energético del sudeste español. XXX Conferencia Internacional de Mecanización Agraria. FIMA Zaragoza.

## 06 Autors i col·laboradors



**Marfà Pagès, Oriol**  
Departament de Tecnologia Hortícola  
IRTA Centre de Cabrials  
oriol.marfa@irta.es



**Casadesús Brugués, Jaume**  
jaume.casadesus@irta.es

Col·laboradors:  
**Cáceres Reyes, Rafaela**  
**Muñoz Odina, Pere**

# REG DE SUPORT EN OLIVERA



Exemple de plantació moderna en regadiu amb cobertura total i requeriments hídrics màxims. Foto: J. Marsal.



Exemple de plantació tradicional de secà amb cobertures molt reduïdes i consums d'aigua molt per sota dels nivells potencials màxims. Foto: J. Marsal.

## 01 Introducció

La introducció recent del reg en zones on tradicionalment es cultiven oliveres en secà (Comunitat de Regants de Bovera, Segrià-sud), amb dotacions de reg inferiors al que es requereix per a un màxim productiu, així com les perspectives de posada en reg de noves zones de característiques similars (Terra Alta, Segarra Garrigues), han fet necessari l'impuls d'estudis científicotècnics durant la dècada dels 90 per donar resposta a la pregunta de com aplicar dosis reduïdes d'aigua en olivera. En aquest context, l'objectiu és obtenir la màxima eficiència en l'ús de l'aigua per tal d'assolir el màxim productiu possible.

## 02 Definició de reg de suport

S'entén com a reg de suport aquell que s'utilitza amb dosis netament inferiors a les necessitats de reg totals per obtenir un augment de producció significatiu en comparació a una plantació de secà rigorós. Caldria, però, diferenciar també el reg de suport del reg deficitari controlat (RDC). Per un cantó, en un programa de RDC s'observa la sensibilitat estacional del cultiu i es redueixen les aportacions de reg en aquells moments en què el cultiu és més sensible a l'estrès hídric, alhora que es mantenen les dosis de reg a un nivell màxim en els moments d'alta sensibilitat del cultiu a l'estrès hídric. En un programa de RDC se solen aconseguir resultats productius

molt pròxims al màxim potencial del cultiu. En canvi, en un programa de reg de suport, normalment no hi ha prou aigua per garantir una dosi total durant els moments de més sensibilitat a l'estrès hídric. Per tant, els resultats productius es queden a mig camí entre els que es poden obtenir entre una situació de reg RDC i els d'una situació de secà.

## 03 Sensibilitat estacional de l'olivera a l'estrès hídric

La fase de desenvolupament vegetatiu, la de floració i la de quallat de fruit són períodes sensibles a l'estrès hídric. A més, des de l'inici del creixement del fruit fins a l'enduriment de l'os, es produeix una important caiguda fisiològica de fruit. Aquesta caiguda sembla dependre del nivell de reserves que tingui l'arbre; per això és important mantenir, tant com sigui possible, un bon estat hídric i nutricional fins a aquest moment (de març a finals de juny). L'altre període sensible és el de la maduració del fruit. Quan l'oliva comença a perdre el verd intens per passar a tons grocs, s'inicia el procés d'acumulació d'oli en la polpa de l'oliva, a l'hora que ha d'acumular prou reserves per aguantar l'hivern i créixer a l'any següent. Per això, des de setembre fins a novembre, cal garantir el millor estat hídric. Per últim, els mesos de l'estiu (juliol i agost) semblen ser els moments en què l'arbre és capaç d'aguantar millor l'estrès hídric i, per tant, aquest és el moment escollit per reduir al màxim les aportacions de reg.

## 04 Estratègies d'aplicació de reg de suport en olivera

La filosofia d'aportació d'aigua en el reg de suport en olivera s'aprèn a partir dels avenços produïts en els darrers anys amb el RDC. Tot es basa a aportar l'aigua en funció de la sensibilitat estacional del cultiu a l'estrès hídric. Les aportacions, en el cas de reg de suport en olivera, podrien anar d'entre un 50% a un 75% de les necessitats totals durant els períodes sensibles i d'entre un 10-50% durant els períodes d'alta sensibilitat. Tanmateix, resulta difícil d'establir regles de fàcil ús, ja que els requeriments hídrics concrets varien moltíssim d'un lloc a l'altre en funció de les pràctiques de conreu i marcs de plantació. Per exemple, en oliveres a marcs de plantació típics del secà (10 m x 10 m) i amb podes intensives que redueixen molt el volum de copa, n'hi pot haver prou amb regar 300 mm/any per aportar els requeriments totals. En canvi, en plantacions intensives modernes, on s'hauria de moderar l'ús de la poda, les necessitats de reg poden arribar a demanar dotacions superiors als 500 mm/any. Per tant, les dotacions de reg de suport, que en molts casos són fixes per definició (per ex, 100 mm/any), cal repartir-les estacionalment i adaptar-les al lloc específic en funció dels requeriments òptims de cada cas.

## 05 Exemple de dos casos de reg de suport en olivera

Per tal d'il·lustrar com cal adaptar un reg de suport a l'aportació d'una dosi fixa, per exemple de 100

mm/any, en diferents condicions de cultiu d'olivera, a continuació es plantegen dos casos diferents:

Se suposa que les condicions ambientals dels dos exemples es corresponen a un cas extrem de sequera com la de l'any 2005, en què les pluviometries van ser mínimes durant l'estació de creixement.

En el cas A hi ha una situació de cultiu tradicional de secà, amb marcs de plantació amples (10 m x 10 m) i ocupació del sòl molt baixa (12%).

En el cas B la plantació està ja adaptada al reg, és semiintensiva i el grau de cobertura del sòl és superior al 60% i, per tant, no cal corregir els coeficients de cultiu pel grau d'ocupació del cultiu.

En la taula 1 estan resumides les condicions de demanda hídrica (ETo) corresponents a l'estació climàtica de Raimat, que pertany a la xarxa XAC (Xarxa Agroclimàtica de Catalunya). En la taula 1 s'observa, també, l'adaptació dels Kc que s'ha fet per estudiar el cas A.

Els resultats de les dues simulacions ens indiquen:

En el cas A (plantació tradicional de secà) es pot aplicar quasi el 100% dels requeriments hídrics (requeriments hídrics totals = 165 mm/any) durant els períodes més sensibles a l'estress hídric de primavera i tardor, mentre que els nivells d'aplicació durant els mesos d'estiu han de passar a ser d'un 20% per tal de no superar els 100 mm/any permesos (Figura 1). En el cas d'una plantació moderna, els requeriments totals de reg pugen molt més (505 mm/any) i, per tant, els percentatges d'aplicació de reg han de ser molt inferiors.

En el cas B, i en períodes sensibles a l'estress, les aportacions s'han de reduir a un 30% de l'òptim, mentre que als mesos de juliol i agost el reg s'ha d'aturar per tal de no superar els 100 mm/any (Figura 1). El resultat final en dosis mensuals per a cada una d'aquestes estratègies es troben a la figura 2.

En resum, el cas A es correspon a una situació de parcel·la tradicional de secà on els nivells productius són molt baixos. En canvi, en el cas B el sostre productiu és molt més alt i, per tant, també ho són les exigències de reg. En el cas A, l'estratègia de reg de suport s'assembla molt a una de reg deficitari controlat i, en conseqüència, es podran assolir uns resultats productius raonablement bons per arbre. La limitació en el cas A vindrà donada pel reduït marge d'ocupació del sòl i no tant per la dosi disponible de reg. A mesura que passin els anys de la posada en reg, l'arbre tendirà a créixer més, a augmentar el grau d'ocupació del sòl i, en conseqüència, a produir molt més per unitat de superfície. Aquest augment, tanmateix, quedarà limitat per la quantitat disponible d'aigua, la qual definirà el nou sostre productiu. Aquesta nova situació d'equilibri seria molt semblant al cas B, on les dosis de reg disponible queden molt per sota dels requeriments hídrics de la plantada.

06 Autor



**Marsal i Vilà, Jordi**  
Àrea Tecnològica Fructícola. Centre UdI-IRTA.  
jordi.marsal@irta.es

Figura 1. Evolució estacional dels percentatges d'aplicació respecte un reg òptim, per el cas d'un Reg Deficitari Controlat (RDC) i dos casos de Reg de Suport en funció de la casuística especial de les condicions de cultiu (Cas A- parcela tradicional de secà, Cas B- parcela semi-intensiva) i per les condicions climàtiques de lleida corresponents a l'any 2005.

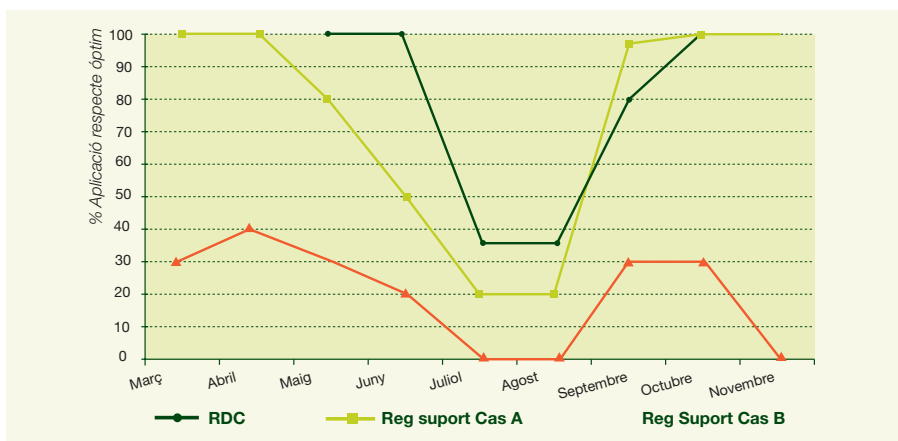
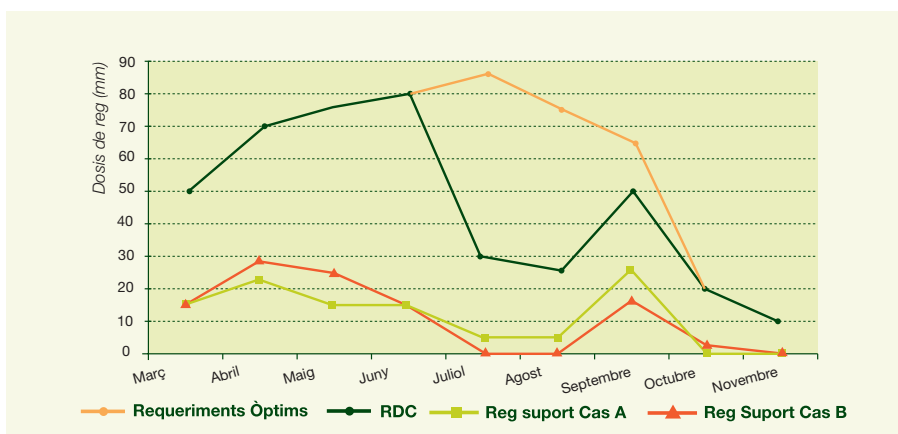


Figura 2. Evolució estacional de les dosis de reg mensuals per aplicar en un reg òptim, en un de Reg Deficitari Controlat (RDC) i dos casos de Reg de Suport en funció de la casuística especial de les condicions de cultiu (Cas A- parcela tradicional de secà, Cas B- parcela semi-intensiva) i per les condicions climàtiques de Lleida corresponents a l'any 2005.



Taula 1. Resum de Evapotranspiració de referència (ETo) i coeficients de cultiu (Kc) aplicats en cada cas estudiat.

Mes	ETo-Raimat-2005 (mm/mes)	Kc (Òptim)	Kc - Cas A	Kc - Cas B
Març	66	0,75	0,23	0,75
Abril	92	0,75	0,24	0,75
Maig	116	0,75	0,26	0,75
Juny	133	0,60	0,22	0,60
Juliol	147	0,60	0,23	0,60
Agost	120	0,60	0,24	0,60
Setembre	87	0,70	0,28	0,70
Octubre	49	0,75	0,30	0,75
Novembre	25	0,75	0,30	0,75

Cas A - Situació de 100 arbres per ha i cobertura del 12 % Cas B - Situació de 300 arbres per ha i cobertura del 60%



ROBERT BRUFAU, EMPRESARI FRUCTICULTOR DEL PLA D'URGELL, HA DESENVOLUPAT LA MAJOR PART DE LA SEVA ACTIVITAT PROFESSIONAL EN EL MÓN DE LA FRUCTICULTURA. ENGINYER AGRÒNOM I PAGÈS, ESTÀ ESPECIALMENT INTERESSAT EN LES TEMÀTIQUES RELACIONADES AMB EL REG. VA COMENÇAR COM A TÈCNIC EN EL DISSENY D'INSTAL·LACIONS A FINALS DELS ANYS 80 I, POC DESPRÉS, VA GESTIONAR ELS ASPECTES PRODUCTIUS DE L'EMPRESA FAMILIAR. BRUFAU FRUITS ÉS UNA EXPLOTACIÓ DE PERERA I POMERA D'UNES 75 HECTÀREES, DE CAIRE FAMILIAR, ORIENTADA PER REALITZAR UN TREBALL DE QUALITAT I OBTENIR AIXÍ PRODUCTES PER ALS MERCATS MÉS EXIGENTS.

### Quin sistema de reg utilitza a les seves finques?

Les nostres finques són totes d'arbres fruiters i es reguen mitjançant el sistema de reg gota a gota.

### Quines característiques el van fer optar per aquest sistema?

El reg gota a gota permet una major eficiència, una millor alimentació hídrica de la planta i un major control del reg i de la fertilització, entre altres avantatges. Tot plegat es tradueix en millors resultats en qualitat i quantitat.

### “El sistema de recomanacions de RuralCat ens pot ajudar”

### Quines creu que són les qüestions bàsiques que ha de conèixer un empresari del Pla d'Urgell per regar correctament?

L'ETo (Evaporació del cultiu de referència) proporcionada per les estacions meteorològiques que hi ha arreu de Catalunya, les dades pluviomètriques i la Kc, que és una aproximació per a conèixer com es relaciona l'ETo amb el consum real del cultiu. Són les eines bàsiques del mètode del balanç hídric que, d'entrada, ens permeten saber quin és el consum d'aigua del cultiu.

## L'ENTREVISTA

**Robert Brufau**

Empresari fructicultor (Pla d'Urgell)

### “UN BON SISTEMA DE REG ES TRADUEIX EN MILLORS RESULTATS EN QUALITAT I EN QUANTITAT”

Els coneixements necessaris sobre el reg són amplis. Avui dia, no obstant, hi ha prou informació a l'abast de tothom, així com cursos divulgatius, per anar adquirint la que es necessita.

### A banda de la informació disponible, com se sap quan s'han de regar els cultius?

És molt important saber quan i quina quantitat d'aigua hem d'aplicar per obtenir els resultats que perseguim en qualitat i producció del cultiu. I és extraordinàriament difícil respondre aquestes preguntes amb precisió.

La resposta a quan regar està relacionada amb el consum d'aigua del cultiu, amb el tipus de sòl on es troba el cultiu, amb el mateix cultiu (aigua útil, profunditat arrels), amb el sistema de reg (percentatge del volum de sòl atès pel reg), etc. Tots aquests aspectes haurien de ser considerats a l'hora de regar i això no és fàcil. No obstant, el sistema de recomanacions de RuralCat i el programa PACREG ens poden ajudar.

### Veu important la presència d'un assessor de regs a la seva explotació?

Sóc enginyer agrònom i porto trenta anys treballant en reg localitzat, des de l'execució d'instal·lacions fins a la gestió del reg i, per tant, sóc un cas que podríem considerar atípic. Jo sóc el meu propi assessor, la qual cosa no vol dir que no procuri estar atent a les aportacions que pugui rebre dels tècnics qualificats que treballen en el tema i als avenços tecnològics que vagin sorgint.

### Coneix l'eina de recomanacions de reg de RuralCat? Com la valora?

La conec i la valoro positivament, com una ajuda força interessant per a una bona gestió del reg.

### En cas que la utilitzi, quins avantatges i inconvenients li troba?

Nosaltres utilitzem els nostres propis sistemes, els quals hem anat desenvolupant al llarg dels darrers 25 anys.

El nostre sistema té punts en comú amb el sistema de recomanacions de RuralCat, però incorpora més eines de decisió; aborda també la fertirrigació i ho integra tot en un sistema informàtic.

### Quins canvis s'han donat o es poden produir en els seus cultius arran de la modernització dels regadius del Canal d'Urgell?

Nosaltres portem ja molts anys regant amb el sistema de reg localitzat i en som decidits partidaris.

El principal inconvenient que ha tingut per a nosaltres la utilització d'aquest sistema ha estat la dificultat de fer-lo compatible amb el sistema tradicional de reg del Canal d'Urgell, ja que els sistemes de reg localitzat i el reg per aspersió necessiten una aportació de l'aigua de reg a pressió, en petits cabals i repartida de forma contínua al llarg del temps. En canvi, en el reg tradicional a tesa, l'aigua es proporciona sense pressió, amb una periodicitat que pot anar de 12 a 20 dies i amb grans cabals.

### “La informació necessària dels sistemes de reg és àmplia i està a l'abast de tothom”

### Quina seria la solució a aquest fet?

D'entrada, seria un gran avenç poder comptar amb una política de la Comunitat de Regants orientada no tan sols a modernitzar els regadius d'una forma general sinó també a facilitar al màxim solucions a aquells qui vulguin regar amb els sistemes de reg més moderns.

Tot això milloraria encara més si hi hagués una modernització conjunta de regadius al Canal d'Urgell orientada a atendre aquesta possible demanda d'aigua a pressió i subministrada amb més continuïtat. En general, també, tots els regants (i no regants) ens beneficiaríem de l'ús més eficient que es faria del recurs cada dia més escàs que és l'aigua.

RuralCat.  
redaccio@ruralcat.net