

# DOSSIERTÈCNIC

FORMACIÓ I ASSESSORAMENT AL SECTOR AGROALIMENTARI

## N61 | REQUERIMENTS HÍDRICS DELS CULTIUS LLENYOSOS (I)

Juny 2013

P03 Introducció P06 Fitxes de cultiu. Poma P08 Perera P10 Presseguer P12 Albercoquer  
P14 Prunera P18 Vinya P20 Cirerer P22 Consideracions P24 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,  
Pesca, Alimentació i Medi Natural  
[www.gencat.cat/agricultura](http://www.gencat.cat/agricultura)





# PRESENTACIÓ



**Antoni Enjuanes Puyol**  
Subdirector General d'Infraestructures Rurals

En aquest moments disposar d'informació per avaluar les necessitats d'aigua dels conreus a partir dels coneixements dels Kc obtinguts d'una forma rigorosa i adaptats al nostre territori permetrà gestionar els regadius per obtenir el màxim rendiment del conreu, un estalvi econòmic en l'aplicació de l'aigua i una millora ambiental dels recursos hídrics.

A ningú que estigui pròxim a l'agricultura no se li escapa la gran importància que té el regadiu en gran part del nostre territori. Un territori amb pluviometries irregulars quant a la distribució en l'espai i en el temps, amb zones amb pluviometries de menys de 300 mm. És per això que des que s'inicia l'agricultura els pagesos han lluitat per gestionar l'aigua de la millor manera possible, aplicant la tecnologia que es disposava en cada moment. Fruit d'aquest procés, a Catalunya tenim unes 330.000 ha negables, de les quals 30.000 s'han posat en regadiu els últims 5 anys i es continua treballant en obres importants com el Segarra-Garrigues, el Xerta-Sènia, Segrià-Sud, Garrigues-Sud, Terra-Alta, entre d'altres, i també s'estan duent a terme obres de modernitzacions de regadius històrics. Totes aquestes actuacions requereixen un gran esforç inversor i costos d'exploració i manteniment importants.

La viabilitat econòmica dels nous regadius està directament relacionada amb l'obtenció del màxim rendiment econòmic de l'aigua: en aquests regadius un dels costos importants és la factura de l'aigua, que està directament lligada al cost de l'energia:

amb una aplicació racional de l'aigua podrem disminuir la factura de l'energia elèctrica estalviant kW-h. Per pujar 1 m<sup>3</sup> d'aigua a una alçada de 100 m es consumeix de l'ordre de 0,35 kW-h, la qual cosa posa en relleu que el fet d'utilitzar bé l'aigua pot fer rendible o no un regadiu.

Aquí està la importància de l'aplicació dels coneixements que al llarg dels últims anys s'han estat investigant i posant a punt des de l'IRTA i que ara ja disposem per aplicar-los a les nostres empreses. Disposem de les instal·lacions capaces de poder aplicar les noves tecnologies, disposem dels coneixements, tenim la necessitat i els professionals capacitats. Ara cal continuar en aquesta línia, que és l'única que té futur. En aquest sentit, està treballant l'Oficina del Regant acompanyant els nous regants en els reptes que suposa la reconversió d'una empresa de secà en una de regadiu. Per altra banda, hi ha els regadius antics que encara reguen a torns, però cada vegada més, també en aquest territori hi ha empreses que a nivell individual fan el pas cap a sistemes de regadiu que necessiten de la tecnologia i del coneixement per a la seva producció. El maneig de l'aigua s'ha convertit en l'eina que permet fer productes de més qualitat, millorar les produccions, estalviar adobs, etc. La tecnificació i la visió de futur de les Comunitats de Regants és necessària per continuar en aquest camí cap a l'excel·lència.

Cal dir que el fet d'aplicar l'aigua amb el màxim de coneixement i d'acord amb les necessitats de les plantes també té efectes positius per al medi ambient. Aplicar els coneixements dels kc contribueix a la conservació d'aquest recurs natural i dels hàbitats que es desenvolupen en els entorns dels cursos d'aigua.

Un Dossier Tècnic del nivell del que es presenta ens fa estar orgullosos del coneixement i del rigor amb què s'està treballant, i esperem que sigui útil perquè les nostres empreses agràries siguin més competitives i que la societat es beneficiï de la millor utilització i conservació dels recursos hídrics.

## **Dossier Tècnic. Núm. 61** **"Requeriments hídrics dels cultius llenyosos (I)".**

Juny de 2013

### **Edició**

Direcció General d'Alimentació,  
Qualitat i Indústries Agroalimentàries.

### **Consell de Redacció**

Domènec Vila Navarra, Jaume Sió Torres, Joan Gòdia Tresanchez, Xavier Clòpès Alemany, Ignasi Rodríguez Galindo, Enric Segarra Tomàs-Riverola, Joaquim Xifra Triadú, Agustí Fonts Cavestany (IRTA), Montserrat Alomà Masana, Santiago Riera Lloveras (Premsa), Joan S. Minguet Pla i Josep M. Masses Tarragó.

### **Coordinació**

Josep Maria Masses Tarragó.

### **Producció**

Teresa Boncompte Ribera, Josep Maria Masses Tarragó i Annabel Teixidó Martínez.

### **Correcció i assessorament lingüístic**

Joan Ignasi Elias Cruz,  
Lluís Piqueres Pla,  
Àngels Sauret Sumalla.

### **Grafisme i maquetació**

Hands On

### **Impressió**

Ediciones Gráficas Rey, S.L.  
Paper 50% reciclat i 50% ecològic.

### **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, Pesca, Alimentació i Medi Natural  
Gran Via de les Corts Catalanes, 612, 4a planta  
08007 - 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 al web de RuralCat: [www.ruralcat.net](http://www.ruralcat.net)

### **Foto portada:**

"Vinya en regadiu. Foto: IRTA Programa Ús Eficient de l'Aigua"

### **Foto presentació:**

"Parcel·la de demostració de Reg Deficitari Controlat (RDC) en presseguer a Aitona. Foto: IRTA Programa Ús Eficient de l'Aigua"



# INTRODUCCIÓ



Foto 1. Proves d'uniformitat del sistema de reg (esquerra) i producció de nectarines (dreta). Foto: IRTA Programa Ús Eficient de l'Aigua.

## 01 Objectiu del reg

L'aigua és un element clau en els sistemes de producció agrícola. Quan les aportacions naturals d'aigua no són suficients per cobrir els requeriments hídrics dels cultius, el reg és el sistema clau que ens permet complementar les aportacions i així satisfer la demanda d'aquests. Per tant, el principal objectiu del reg és aportar l'aigua necessària als cultius perquè aquests puguin aconseguir els nivells de producció desitjats.

L'aigua que s'aporta amb el reg ha de situar-se pròxima a la zona radicular. Les arrels absorbeixen l'aigua del sòl i la fan circular per la planta fins a ser transpirada a través dels estomes de les fulles i, d'aquesta manera, retornar a l'atmosfera. Més d'un 95% de l'aigua que absorbeixen les arrels és transpirada per les plantes.

La importància del volum d'aigua que transpira la planta es reflecteix en la producció final de

biomassa i en les denominades 'funcions de producció', on la producció final és funció directa de l'aigua transpirada per la planta, sempre que no hi hagi problemes de salinitat, ja que sota aquestes circumstàncies ha de destinar-se una part de l'aigua al control i rentat de les sals del sòl.

## 02 On s'ha d'aplicar l'aigua?

Les aportacions d'aigua, tant les de pluja com les de reg, es dipositen en el sòl de la parcel·la, però amb major o menor accés de les arrels de la planta segons el cultiu, tipus de sòl i sistema de reg, entre d'altres factors. L'aigua, un cop aplicada al sòl, pot situar-se en diverses ubicacions: i) a prop de les arrels (absorció radicular (AR)), ii) fora de l'abast de les arrels (S), iii) descendir per percolació profunda (drenatge (D)), iv) moure's per la superfície (escolament (ES)), i/o v) evaporar-se directament des del sòl (E) (Figura 1).

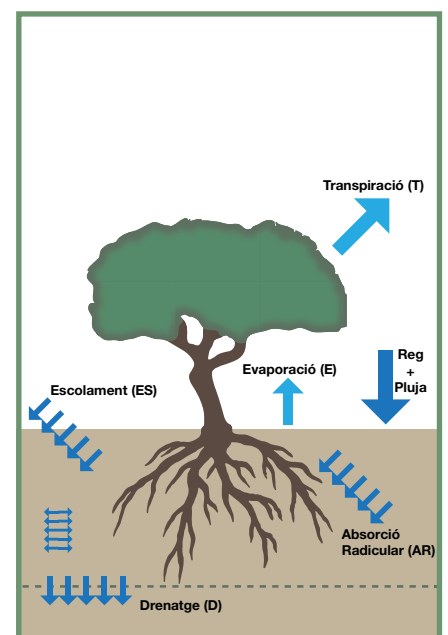


Figura 1. Moviments i ubicacions de l'aigua en el sòl.



**El principal objectiu del reg és aportar l'aigua necessària als cultius perquè aquests puguin aconseguir els nivells de producció desitjats.**

Si considerem que l'AR és l'única aigua productiva, i la resta d'aigua (S, D, ES, E) no, és evident que el primer objectiu de qualsevol regant hauria de ser maximitzar el percentatge d'AR, sempre que no hi hagi problemes de salinitat en el sòl. És un objectiu difícil, perquè quan s'aplica l'aigua de reg és molt complicat conèixer amb exactitud on s'ubicarà, perquè el que passa en el sòl no es veu. No obstant això, i donada la importància que té l'aigua transpirada sobre la producció final, conèixer a on es posa l'aigua al sòl hauria de ser un aspecte a controlar. L'elecció del sistema de reg, un disseny hidràulic i agronòmic adequat i l'ús de sensors d'humitat al sòl són bàsics per assolir aquest objectiu.

**Disponibilitat d'aigua per a la planta.** A més d'ubicar l'aigua a prop de les arrels, també cal tenir en compte que s'ha d'aportar la quantitat suficient que permeti una lliure disposició per a la planta (Foto 2). Dit d'altra manera, que la planta no hagi d'exercir una força gaire gran per absorbir-la. A major quantitat d'aigua disponible en el sòl, la planta pot captar-la amb major facilitat, i consegüentment la quantitat transpirada d'aquesta podrà ser major. Hi ha diferents procediments que permeten determinar el volum d'aigua de reg a aplicar al cultiu, en cada moment. La correcta utilització i implementació d'aquests a la parcel·la hauria de ser suficient per mantenir la disponibilitat d'aigua de fàcil accés per a la planta.

El coneixement de la força amb què el sòl reté l'aigua ens la poden proporcionar diferents tipus de sensors, entre els quals destaquen els tensiòmetres i els blocs matricials.

### 03 Determinació dels requeriments de reg d'una plantació llenyosa

Un aspecte important en la gestió i el maneig dels sistemes de reg és determinar la quantitat d'aigua que s'ha d'aportar a la plantació. Per a aquest fi es disposa de diferents procediments que, a grans trets, els podríem dividir en tres grans grups:

**Procediments atmosfèrics.** Basats en la capacitat física de l'ambient per a evaporar l'aigua procedent d'una superfície en saturació de vapor d'aigua que transpira. Bàsicament, a major temperatura i menor humitat ambiental de l'aire que envolta la plantació, la capacitat d'aquest aire per absorbir aigua serà major, i en conseqüència les necessitats de reg més altes. Amb tot, el factor més important per a determinar aquesta capacitat de transpiració de les fulles és la radiació solar, ja que, a part d'escalfar l'aire, la radiació solar també escalfa la planta i per tant es produeix l'acumulació de major energia calòrica que s'haurà d'alliberar. La velocitat del vent facilita la renovació de l'aire circumdant de la plantació i és el quart paràmetre atmosfèric important per a determinar la demanda potencial d'aigua dels cultius.

La metodologia de càlcul per a la determinació atmosfèrica més utilitzada és la que obté l'evapotranspiració potencial (ET<sub>o</sub>), mesurada per la xarxa d'estacions agrometeorològiques, utilitzant les expressions de Penman-Monteith, segons la versió publicada en el monogràfic FAO56. Aquest paràmetre s'ha de transformar en els requeriments hídrics del cultiu (ET<sub>c</sub>)

i aquesta adaptació es fa mitjançant l'ús dels coeficients de cultiu (K<sub>c</sub>) segons l'equació següent: ET<sub>c</sub>=ET<sub>o</sub>·K<sub>c</sub>. La correcta elecció i aplicació dels K<sub>c</sub> és un altre dels aspectes clau del maneig del reg en cultius llenyosos. La bibliografia aporta una gran diversitat de valors de K<sub>c</sub> per a diferents condicions de cultiu i moment del cicle anual. L'objecte del present dossier tècnic és ajudar en l'elecció del K<sub>c</sub> en cada moment. En general, la seva determinació és complicada si es vol que sigui representatiu de cada cultiu i zona.

**Procediments per a determinar la disponibilitat d'aigua en el sòl.** La mesura de l'estat hídic del sòl pot proporcionar indicadors dels requeriments de reg. No obstant això, la interpretació d'aquestes mesures i el seu ús en el maneig del reg difereixen segons el sistema de reg. D'una banda, tant en el reg per gravetat com per aspersió es pot suposar que el contingut d'aigua en el sòl és homogeni en el pla horitzontal. D'aquesta manera, coneixent el perfil de distribució de l'aigua a diferents profunditats es pot calcular el volum d'aigua emmagatzemada en el sòl i a partir d'algunes propietats d'aquest se'n poden determinar la freqüència i la intensitat d'aplicació; de l'altra, en el reg localitzat, la distribució de l'aigua en el sòl és molt heterogènia i es caracteritza per la formació de bulbs humits a les proximitats dels goters, i, en canvi, a una certa distància el contingut d'aigua al sòl no es veu afectat pel reg. Amb la utilització de sensors es pot observar la tendència del contingut d'aigua en el sòl i aquesta pot servir com a indicador per ajustar el reg a les necessitats del cultiu. En aquest sentit,



Foto 2. Aplicació del reg per degoteig en una plantació de pomera adulta. Foto: IRTA Programa Ús Eficient de l'Aigua.

si quan es comparen dies successius s'observa una tendència creixent, es pot interpretar que s'està regant per sobre de les necessitats del cultiu; en canvi, una tendència decreixent pot indicar un reg insuficient.

*Procediments per a determinar l'estat hídric de la planta.* El paràmetre que millor indica l'estat hídric d'una planta és el seu potencial hídric de fulla o de tija, que mesura la força amb la qual la planta reté l'aigua. Actualment, el coneixement permet establir la relació entre l'estat hídric dels cultius llenyosos i els efectes sobre diferents processos bàsics (creixement vegetatiu, fotosíntesis, efectes sobre la gemmes, desenvolupament de fruits, interacció amb la càrrega de fruits...). Per tant, el potencial hídric és un paràmetre idoni per a la gestió del reg en plantacions de fruiters i cultius llenyosos en general. Tot i això, segueix essent un procediment poc àgil i que requereix una important dedicació de temps.

Hi ha alternatives basades en: l'aspecte de la vegetació (la posició de les fulles, el seu aspecte i/o l'absència de creixement terminal dels brots) i l'ús de la teledetecció.

La teledetecció sembla el mètode més prometedor per a determinar l'estat hídric dels cultius basant-se en fotografies aèries. Les imatges poden ser captades per satèl·lits o avions (tripulats o teledirigits), en funció de la resolució necessària. En aquests moments les imatges tèrmiques són les que estan donant millors resultats, sent una tecnologia que pot recollir la informació de grans superfícies a un cost assequible.

#### 04 Estratègies de reg en cultius llenyosos

Habitualment, l'objectiu dels productors és obtenir la màxima quantitat de producte de bona qualitat. Per aquest motiu, el productor es decanta per assegurar que no hi hagi un dèficit hídric en aquelles fases en què el fruit és sensible. Bàsicament, hi ha dues grans estratègies de reg que poden assegurar un estat hídric de la planta adequat.

**Reg total.** Es basa en aportar al cultiu tota l'aigua que li permetrà transpirar al màxim potencial durant tot el cicle del cultiu. Una bona manera d'assegurar aquesta estratègia és utilitzar els procediments atmosfèrics per a determinar els

requeriments hídrics ajustats a l'especificitat de la plantació mitjançant els sistemes d'estimació de la disponibilitat d'aigua en el sòl o de l'estat hídric de la planta. Les produccions que es poden esperar seran en funció de les característiques de la plantació (sistema de formació, càrrega de fruits, desenvolupament vegetatiu dels arbres...) però sense restriccions que són degudes a l'estat hídric de la planta.

**Reg deficitari controlat (RDC).** Aquesta estratègia de reg es basa en mantenir la plantació en condicions de mínim estrès hídric possible en aquelles fases en què els processos que tenen lloc són sensibles al dèficit hídric. En canvi, sotmet a un cert dèficit hídric (controlat) aquelles fases poc o gens sensibles a aquest dèficit, tenint en compte l'objectiu productiu. Un cert grau de dèficit pot millorar la qualitat del fruit.

També es pot aplicar aquesta estratègia de reg en condicions en les quals no es disposa de suficient aigua per a cobrir les necessitats totals del cultiu i es volen obtenir resultats productius més favorables per a l'explotació. La recerca ha demostrat que es pot aplicar RDC a la majoria de cultius llenyosos tenint en compte les fases del cicle anual del cultiu en les quals es pot aplicar i amb quina intensitat.

En qualsevol cas, plantejar-se l'estratègia de reg a seguir és un pas previ i important ja que, aplicar el reg sense la seva definició, pot conduir a una gestió erràtica d'aquest.

#### 05 Com orientar la gestió del reg?

La gestió del reg hauria de ser una de les activitats més rellevants, per la importància que té sobre la productivitat final. A l'hora de la seva gestió i aplicació objectiva sempre s'haurien de tenir presents l'orientació productiva final, la qualitat del producte, la dotació d'aigua i els criteris d'eficiència, entre d'altres.

Aquest dossier pretén donar informació sobre els Kc i relacionar els efectes del reg amb el cicle anual dels cultius llenyosos, en cada una de les seves fases, per ajudar a millorar la gestió d'aquest recurs.



**El paràmetre que millor indica l'estat hídric d'una planta és el seu potencial hídric de fulla o de tija, que mesura la força amb la qual la planta reté l'aigua.**

#### 06 Autors



**Girona, Joan**  
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Lleida  
Programa Ús Eficient de l'Aigua  
joan.girona@irta.cat



**Vallverdú, Xavier**  
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Lleida  
Programa Ús Eficient de l'Aigua  
xavier.vallverdu@irta.cat



"Programa Integral de Ahorro y Mejora Productiva del Agua de Riego en la Horticultura Española"  
RIDECO CONSOLIDER-INGENIO2010  
(CSD2006-00067)



**Plantejar-se l'estratègia de reg a seguir és un pas previ i important ja que, aplicar el reg sense la seva definició, pot conduir a una gestió erràtica d'aquest.**

# FITXES DE CULTIU



Foto 1. Detall de les flors (esquerra) i fruits de la pomera (dreta). Fotos: IRTA Programa Ús Eficient de l'Aigua.



La importància d'una bona gestió del reg en la pomera és alta durant tot el cicle vegetatiu anual, però és fonamental en les primeres fases de creixement del fruit.

## POMERA

### 01 Condicionants del cultiu

La pomera és una de les espècies de fruiters més cultivades en el món, i tot i que, en general, presenta alts requeriments d'hores fred, també es pot cultivar en zones més calentes (noves varietats, i/o aplicació de productes específics). És també una espècie amb una gran quantitat de varietats, que van des de les més primerenques (que, comercialment, es podrien collir a finals del mes de juliol) fins a les més tardanes (que podrien arribar a collir-se a primers de desembre).

La floració de la pomera variarà en funció de la climatologia específica de cada zona i any, però, en general, es produeix durant el mes d'abril. El creixement del fruit es presenta seguint el que s'anomena 'funció expolinear'. En la realitat, es pot dividir en dos fases diferenciades: la fase inicial, que ocupa els 30-40 primers dies després de la floració-quallat, que presenta una pauta de creixement exponencial i a on la divisió cel·lular és el procés més determinant, i una segona fase a on el creixement és totalment lineal (Figura 1, tractament de referència).

Una vegada iniciat el creixement lineal, es pot predir la mida final potencial del fruit, sempre que no es presentin factors limitants, com la falta d'aigua, que podria reduir la mida final del fruit, tal i com es pot veure a la Figura 1.

La mida final del fruit també dependrà del nombre de fruits que hi hagi a l'arbre, el nombre de llavors del fruit i el nombre de cèl·lules que contingui el pericarp. No obstant això, una vegada iniciat el creixement de la fase lineal, mantenir un bon estat hídric de l'arbre és bàsic per aconseguir els fruits més grans possibles donades les condicions de partida (nombre de fruits que s'hagin deixat a l'arbre en relació a la mida d'aquest, i el nombre de cèl·lules del fruit en aquesta fase inicial).

La importància d'una bona gestió del reg en la pomera és alta durant tot el cicle vegetatiu anual, però és fonamental en les primeres fases de creixement del fruit. Com que en la pomera és difícil diferenciar fases de creixement del fruit per definir nivells de sensibilitat estacional (del creixement del fruit i la seva qualitat) a l'estat hídric de la planta, i per tant els nivells de reg més adequats, s'han caracteritzat tres fases que ajudin a caracteritzar aquesta sensibilitat i a definir els efectes del dèficit hídric sobre la producció i el creixement del fruit (Figura 2).

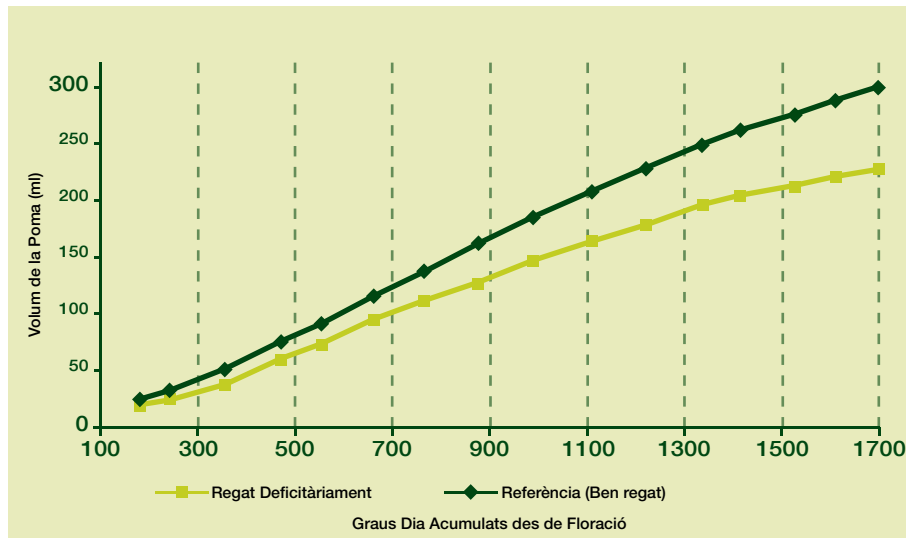


Figura 1. Creixement del fruit en pomeres ben regades (Referència) i en pomeres regades amb dèficit hídric.

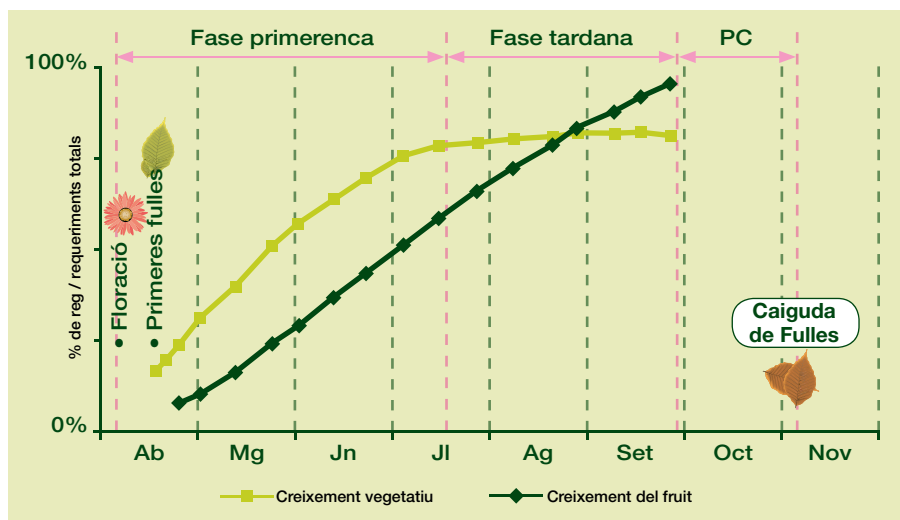


Figura 2. Cicle anual de la pomera.

## 02 Fenologia i necessitats hídriques del cultiu

La primera d'aquestes fases és la denominada fase primerenca, que aniria des de la floració a meitats del creixement del fruit (al voltant del 15-20 de juliol), i pot afectar negativament la floració de l'any següent. En aquesta fase, qualsevol dèficit hídric afecta negativament el creixement del fruit. El grau d'afectació sobre el creixement del fruit anirà molt lligat a la càrrega de fruits, havent-se observat que, en arbres amb càrregues de fruit baixes, un moderat dèficit hídric no afecta tant negativament el creixement del fruit en comparació al que podria passar amb arbres amb càrrega alta. Cal tenir en compte, però, que l'efecte que en aquesta fase el dèficit hídric té sobre el creixement és molt important, i

per tant és un període en què cal intentar evitar qualsevol dèficit hídric a la pomera.

La segona fase va des de meitats del mes de juliol a la collita, i aquí la sensibilitat del creixement del fruit al dèficit hídric és menor que en la fase primera, i l'afectació del dèficit hídric sobre la floració de l'any següent no és evident. No obstant això, si el dèficit hídric és important (situacions de no-reg en aquesta fase i sòls amb poca capacitat de reserva) l'afectació tant del fruit com de la floració i del creixement vegetatiu de l'any següent pot ser important.

La darrera de les fases seria la que va des de la collita a la caiguda de les fulles, i es denomina fase postcollita (PC). És aquest un període que la pomera aprofita per acumular reserves per

a l'any següent, i la seva sensibilitat al dèficit hídric pot ser diversa en funció de la varietat cultivada. Així, per varietats primerenques a on la fase de postcollita és llarga, un dèficit hídric sever pot tenir efectes negatius molt significants en la producció i el creixement de l'arbre l'any següent. Si la varietat es tardana i el període de postcollita curt, no és tant exigent.

## 03 Coeficients de cultiu

Com que aquest és un cultiu que normalment es planteja en zones amb suficients disponibilitats d'aigua per cobrir els requeriments hídrics totals, per a la programació del reg es recomana utilitzar els coeficients de conreu (Kc) que es presenten a la Taula 1. Si fos necessari aplicar alguna estratègia de reg deficitari perquè no hi ha suficient dotació d'aigua, es proposa no aplicar cap restricció important durant la fase primerenca de creixement del fruit, i aplicar reduccions d'aigua a la fase tardana; i, si es tracta d'una varietat de recol·lecció setembre-octubre, aplicar uns mínims regs en aquesta fase.

## 04 Autor



**Girona, Joan**  
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Lleida  
Programa Us Eficient de l'Aigua  
joan.girona@irta.cat



RIDECO CONSOLIDER-INGENIO2010  
(CSD2006-00067)

| MES      | Kc (Tardana) | Observacions                                       |
|----------|--------------|--|
| Març     | 0,30 – 0,30  | Floració: Durant el mes de març (finals) o d'abril |
| Abril    | 0,40 – 0,45  | -  |
| Maig     | 0,60 – 0,75  | -  |
| Juny     | 0,82 – 0,87  | -  |
| Juliol   | 0,95 – 1,00  | Final del creixement vegetatiu                     |
| Agost    | 1,00 – 1,00  | -  |
| Setembre | 1,00 – 0,75* | Recol·lecció: Mig setembre                         |
| Octubre  | 0,60 – 0,55  | -  |

**Taula 1:** Kc de conreu de la pomera. Els Kc que es presenten per a cada mes (x,xx – x,xx) representen els valors típics per inici i final de mes i són els que s'aconsellen suposant una cobertura superior al 65%. En aquest cas, els valors del Kc representen abans de la collita i després.



Foto 1: Estació llimètrica de pesada a Mollerussa. Foto: IRTA Programa Ús Eficient de l'Aigua.

# PERERA

## 01 Condicionants del reg

El perer europeu (*Pyrus communis* L.) és una espècie amb poca tolerància a l'estrès hídric i la seva producció a nivell comercial en climes semiàrids o mediterranis requereix d'aportacions de reg durant les estacions seques. Alhora, el perer presenta un vigor bastant elevat i una alta sensibilitat dels borrons a la il·luminació per tal d'iniciar borrons de flor. El problema de l'ombrejament intern es corregeix amb una formació adient de la coberta vegetal i del sistema de poda, de forma que hi pugui penetrar la llum. L'estrès hídric durant el moment d'iniciació floral pot ser positiu a l'hora d'incrementar el nombre de flors l'any següent. Però si aquest és excessiu, hi poden haver efectes negatius en altres aspectes. Per al control del vigor és una practica habitual l'ús de portaempelts. Els més estesos són els de codonyer, tot i que en la varietat de major interès comercial, la 'Conference' pot no presentar la millor qualitat en les unions d'empeltada.

## 02 Fenologia i necessitats hídriques del cultiu

El cicle anual de desenvolupament en perer es pot resumir en cinc fases diferenciades. Aquestes són en funció de l'activitat de creixement que cada òrgan presenta en cada moment. Hi ha diverses varietats de pera amb moments de maduració que poden variar des d'inici d'estiu a ben entrada la tardor. Donat que la varietat més extensa i de major interès comercial, a dia d'avui, és la 'Conference', d'ara endavant, en aquesta secció se l'adoptarà com a model explicatiu. Com en molts altres fruiters caducifolis, la floració, en perer, es produeix quasi simultàniament amb l'aparició de les primeres fulles. En poc temps s'acompleix amb la pol·linització i durant el mes següent, el quallat. A aquesta fase la denominem fase de floració i quallat (Figura 1), i és molt sensible a l'estrès hídric. Els carbohidrats de reserva disponibles en l'arbre que s'han acumulat durant l'any precedent són molt importants durant aquest període i s'ha demostrat que, quan l'any anterior l'arbre ha patit estrès hídric indesitjat, les reserves de carbohidrats es redueixen, i amb elles ho fan també els nivells de quallat de fruita.

Les dues fases següents es refereixen al creixement del fruit. En la primera, la fase I, els fruits

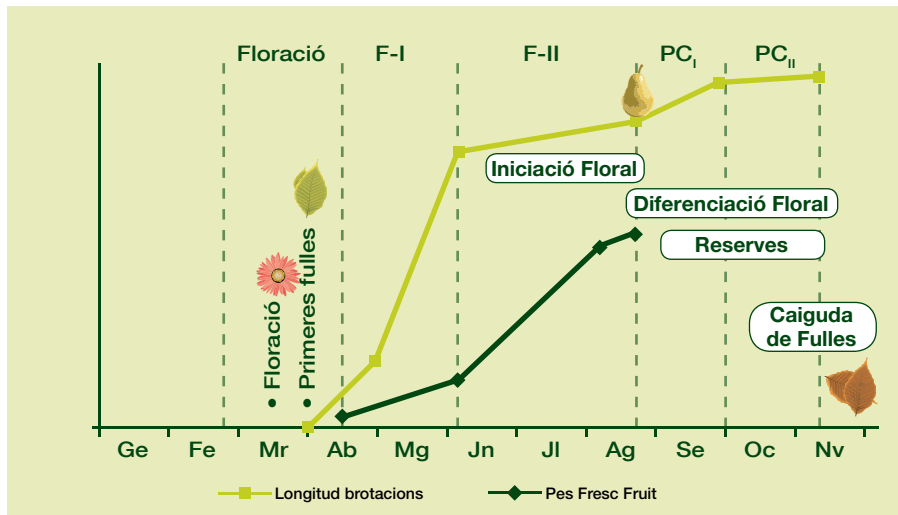


Figura 1: Cicle anual del perer 'Conference'.

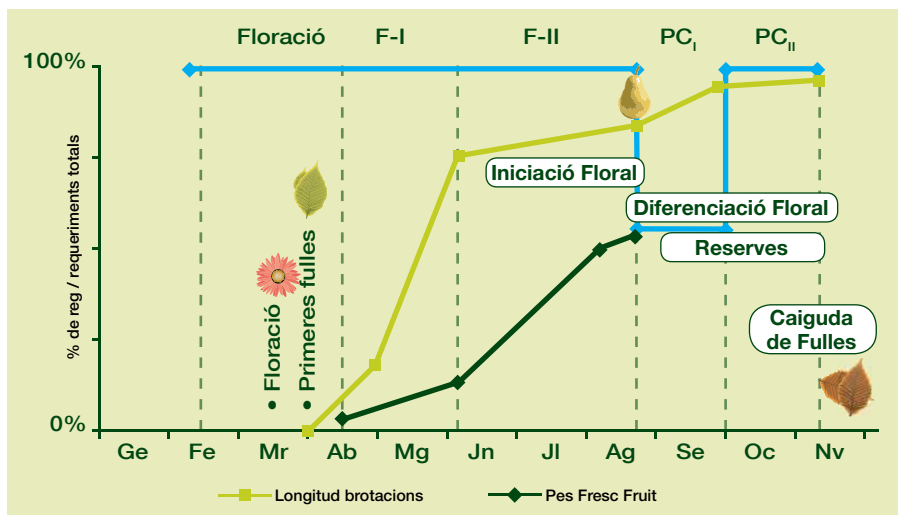


Figura 2: Estratègia de reg deficitari.



| MES      | Kc (<12 anys) | Kc(>12 anys) | Observacions                    |
|----------|---------------|--------------|---------------------------------|
| Març     | 0,20          | 0,20         | Floració: Durant el mes de març |
| Abril    | 0,45          | 0,45         | -                               |
| Maig     | 0,80          | 0,72         | -                               |
| Juny     | 0,90          | 0,75         | -                               |
| Juliol   | 0,94          | 0,80         | -                               |
| Agost    | 0,90          | 0,75         | Valor vàlid fins a collita      |
| Setembre | 0,60          | 0,52         | -                               |
| Octubre  | 0,40          | 0,38         | -                               |
| Novembre | 0,35          | 0,30         | -                               |

**Taula 1:** Kc del conreu de perer per la varietat 'Conference' segons condicions ambientals d'un any mig corresponent a la primera dècada dels 2000, i considerant dues condicions diferents d'edat: adulta recent i adulta amb símptomes d'envelliment (plantació > 12 anys). Els valors de Kc màxims s'assoleixen a mig estiu per un grau de cobertura d'un 40% en ambdós casos considerats.

experimenten principalment divisió cel·lular (Figura 1). És una fase de creixement lenta però és també molt sensible a l'estrès hídric. Durant aquesta fase es dona també la màxima activitat de creixement de la coberta vegetal (Figura 1).

Durant la següent fase, F-II, es produeix el creixement expansiu del fruit (Figura 1). Durant aquest període, i si l'arbre està ben carregat i el nivell de vigor és controlat, el creixement vegetatiu es pot suprimir momentàniament fins a la collita. Aquesta és també una fase de creixement del fruit molt sensible a l'estrès hídric i que té un impacte sobre el calibre del fruit i, per tant, sobre el preu del producte final.

Després de collita i fins a la caiguda de fulles podem diferenciar dues fases: en la primera, PC<sub>I</sub>, el desenvolupament vegetatiu és encara possible i pot reprendre si les condicions hídriques són favorables. En aquest moment, es creu que molts dels borrons estan ja iniciats en flor. Aquest pot ser un període favorable per aplicar reduccions de reg amb la condició que s'evitin defoliacions i esgrogueïment de fulles (Figura 2), ja que es controlaria el creixement vegetatiu que no aportarà flors de qualitat i a més ombrejarà les brostades curtes que duren fruits a l'any següent.

En la següent fase, PC<sub>II</sub>, la possibilitat d'activitat vegetativa és ja molt inferior, però és encara un bon període per acumular les reserves d'assimilats que seran útils per a la floració i el quallat a l'any següent, sobretot si s'han experimentat circumstàncies en les quals el reg no s'ha pogut aplicar del tot correctament durant la resta de

l'any. També durant aquest període es produeix la diferenciació floral (primer creixement dels borrons florals) que determinarà la qualitat i la fertilitat de les flors a l'any següent.

La Figura 2 resumeix gràficament l'estratègia de reg deficitari controlat (RDC) que creiem més adequada al perer. Ens explica que, com a norma general, el percentatge d'aigua a aplicar respecte als requeriments totals de la plantació no ha de baixar del 50% i s'han de restituir les dosis de reg òptimes abans d'acabar el setembre. En casos on hi hagi sòls profunds o d'elevada retenció d'aigua fora possible reduir fins al 80% de les aportacions de reg, però llavors, la determinació de reducció més adequada requereix d'un estudi més específic.

### 03 Coeficients de cultiu

La principal informació sobre el consum d'aigua en perer procedeix de les dades lisimètriques obtingudes a l'IRTA durant el període 2002-2010 per la varietat 'Conference'. A partir d'aquesta experiència, s'han entès alguns dels comportaments específics del perer i que curiosament no es donen tan acusadament en altres cultius, com per exemple la pomera. Aquestes especificitats són: 1) alta dependència dels valors de Kc a les condicions ambientals en DPV (dèficit de pressió de vapor), i 2) progressiva reducció de Kc amb l'edat de la plantació independentment del grau de cobertura de l'arbre. Creiem que en aquest darrer aspecte hi pot tindre alguna cosa a veure el grau de compatibilitat entre 'Conference' i el portaempelt de codonyer utilitzat en els lisímetres i que per tant, aquest cas podria no



La postcollita (PC) pot ser un període favorable per aplicar reduccions de reg amb la condició que s'evitin defoliacions i esgrogueïment de fulles.

donar-se en circumstàncies on s'utilitzin altres combinacions de varietat i portaempelt. Caldria considerar, doncs, que els valors aportats en la taula 1 són de caràcter genèric i que en les circumstàncies d'onada de calor i sequedat ambiental caldria afegir, al valor tabulat de Kc, una correcció de fins a un màxim de 0,2 i que en casos d'onada d'aire fred, aquests es podrien disminuir en similar magnitud. Cal també considerar que els valors que es presenten en la Taula 1 són representatius d'un cultiu format en eix central definint una continuïtat entre arbres en forma de fileres i amb un grau de cobertura al terra segons marc de plantació d'un 40%. Per últim, l'extrapolació a altres nivells de cobertura que no siguin del 40% no es poden fer seguint proporcions directes per la naturalesa del cultiu en fileres. Per tant, aquestes extrapolacions necessiten d'un estudi cas per cas.

### 04 Autor



**Marsal, Jordi**  
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Lleida  
Programa Us Eficient de l'Aigua  
jordi.marsal@irta.cat



RIDECO CONSOLIDER-INGENIO2010  
(CSD2006-00067)



Foto 1: Assaig de RDC en presseguer. Foto: IRTA Programa Ús Eficient de l'Aigua.

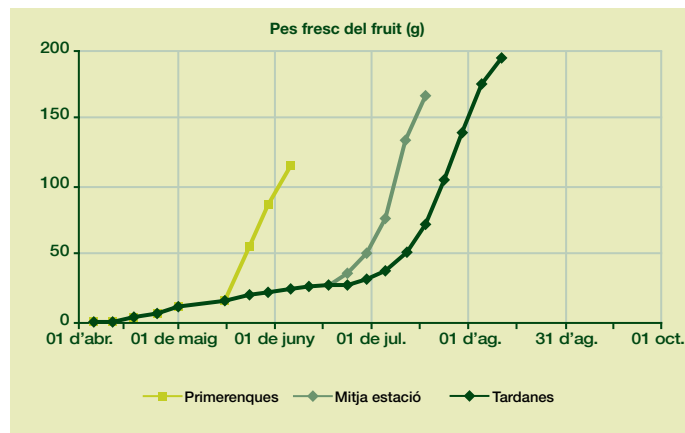


Figura 1A: Creixement del fruit.

## PRESSEGUER

### 01 Condicionants del reg

El presseguer és una espècie que presenta una gran diversitat de varietats, ja sigui pel moment de maduració del fruit (primerenques (finals de maig-mig juny), mitja estació (finals de juny - juliol), tardanes (agost) o molt tardanes (setembre-octubre)), pel color de la polpa (grocs i blancs), pels seus usos (per a consum en fresc, per a conserva, per a sucs o per a concentrats), per la seva forma (arrodonits o plans), pel tipus de pell (amb pelussa o sense). A causa d'aquesta gran diversitat, és difícil generalitzar estratègies de reg que donin resposta a la gran casuística que es pot trobar. Un exemple d'aquesta diversitat queda ben reflectit a la Figura 1, on es pot veure el creixement del fruit de tres varietats en diferents moments de maduració (primerenques, mitja estació i tardanes). Aquesta descripció es centra bàsicament en dos dels casos que podrien ser més representatius de la producció de



**En el presseguer es poden aplicar estratègies de reg deficitari controlat (RDC) que ens ajudin a controlar un creixement vegetatiu desmesurat i, fins i tot, millorar la qualitat del préssec.**

préssec a Catalunya: varietats primerenques i tardanes per a consum en fresc.

El presseguer presenta uns requeriments mitjans d'hores fred, que normalment a les zones de conreu s'acompleixen amb escreix. Això indueix a una floració bastant avançada en el calendari i, per tant, algunes varietats presenten una certa sensibilitat a les gelades.

### 02 Fenologia i necessitats hídriques del cultiu

La floració del presseguer es produeix quasi simultàniament amb l'aparició de les primeres fulles i amb la pol·linització i el quallat dels fruits, que ràpidament comencen a créixer. Això implica una gran competència per als carbohidrats de reserva de la planta, ja que tot passa quan encara les poques fulles que té l'arbre en aquest moment no han començat, de forma quantitativament significativa, a produir carbohidrats en el procés de fotosíntesi. Cal, doncs, perquè en aquest estadi puguin quallar la màxima quantitat de fruits i aquests puguin créixer amb la seva màxima potencialitat, que l'arbre disposi del màxim de reserves de l'any anterior. A aquesta fase, la denominem F (Floració) a la Figura 2.

De forma genèrica, una vegada el fruit ha quallat, hi ha dos processos importants a considerar des del punt de vista del reg: el creixement vegetatiu (branques, fulles, arrels) i el creixement del fruit.

El creixement vegetatiu és continu durant tot l'any excepte en els moments de màxim creixement del fruit. Així, en una varietat tardana, el creixement de les branques es produeix durant

tota l'estació excepte durant la fase de creixent ràpid del fruit abans de la collita (de mig juny a mig agost) (Figures 1B, 2).

### 03 Coeficients de cultiu

En el creixement del fruit podem diferenciar tres fases: F-I: s'inicia tot seguit després del quallat, i en la qual el fruit creix bàsicament per divisió cel·lular (primera part de la F-I) seguit d'un creixement per la divisió i l'engrossiment cel·lular. A la Figura 2, queda ben definida aquesta fase per a un préssec tardà perquè hi ha un creixement evident del fruit. També, a la Figura 1 queda evidenciada aquesta fase en els diferents tipus de varietats representades. F-II: Enduriment de l'os. El fruit para de créixer de forma externament visible i el procés més evident que es desenvolupa en aquest període és l'enduriment de l'os. Observeu que en varietats de mitja estació (Figura 2) i tardanes (Figures 1 i 2) aquesta fase és prou nítida, mentre que en varietats primerenques (Figura 1) no hi ha F-II, passant directament de l'F-I a l'F-III. F-III: és la fase en què el fruit més creix, bàsicament per engrossiment cel·lular, i a la vegada, el fruit absorbeix matèria sòlida. També incrementa, de forma molt important, el seu contingut d'aigua, tant en pes com en percentatge. Al final de l'F-III s'inicia la recol·lecció del fruit.

En la part final de l'F-II i durant tota l'F-III té lloc l'iniciació floral (el primer creixement dels borrons que el proper any esdevindran braques, fulles o flors). Una vegada recol·lectat el fruit comença la diferenciació floral, moment a partir del qual els borrons que han de donar flor l'any següent comencen a desenvolupar les seves estructures.

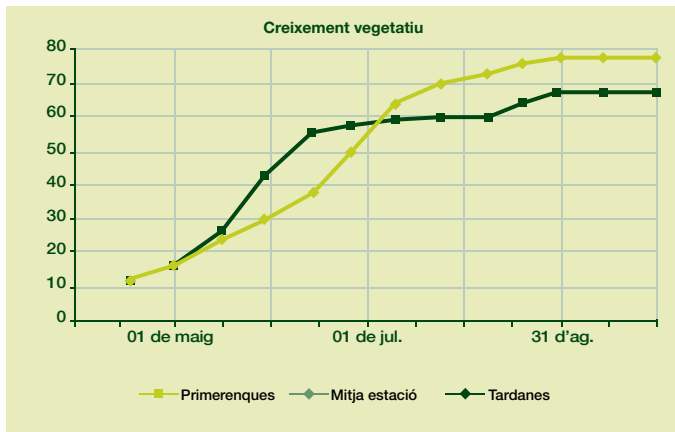


Figura 1B: Creixement vegetatiu.

| MES      | Kc (Tardana) | Kc(Primerenca) | Observacions                          |
|----------|--------------|----------------|---------------------------------------|
| Març     | 0,25 – 0,30  | 0,25 – 0,30    | Floració: Durant el mes de març (P;T) |
| Abril    | 0,45 – 0,60  | 0,45 – 0,70    | -                                     |
| Maig     | 0,70 – 0,80  | 0,80 – 0,85    | Inici FIII i Recol·lecció (P)         |
| Juny     | 0,90 – 0,95  | 0,90 – 0,95    | Inici FIII: Mitjan mes de juny (T)    |
| Juliol   | 1,05 – 1,05  | 1,05 – 1,05    | -                                     |
| Agost    | 1,05 – 1,00  | 1,05 – 1,00    | Recol·lecció: Mig agost (T)           |
| Setembre | 1,00 – 1,00  | 1,00 – 1,00    | -                                     |
| Octubre  | 0,75 – 0,55  | 0,75 – 0,55    | -                                     |
| Novembre | 0,45         | 0,45           | -                                     |

Taula 1: Kc de conreu del presseguer. Els Kc que es presenten per cada mes (x,xx – x,xx) representen els valors típics per inici i final de mes i són els que s'aconsellen suposant una cobertura superior al 65%. Les sigles P i T a les observacions es refereixen a si la indicació és per a una varietat primerenca (P) o una tardana (T). (Girona et al., 2012).

Quan el presseguer, després de la collita, s'ha quedat sense fruits, l'arbre es dedica a acumular reserves de carbohidrats perquè la floració i el

qualtat del proper any siguin de la màxima qualitat (PC, Figura 2). També en aquest període hi ha un important creixement de les arrels.

Tradicionalment, si es disposa de l'aigua suficient per a satisfer les necessitats totals del cultiu, s'apliquen els Kc que es presenten a la taula 1, però també es poden aplicar estratègies de reg deficitari controlat (RDC) (Figura 3) que ens ajudin a controlar un creixement vegetatiu desmesurat i, fins i tot, millorar la qualitat del préssec.

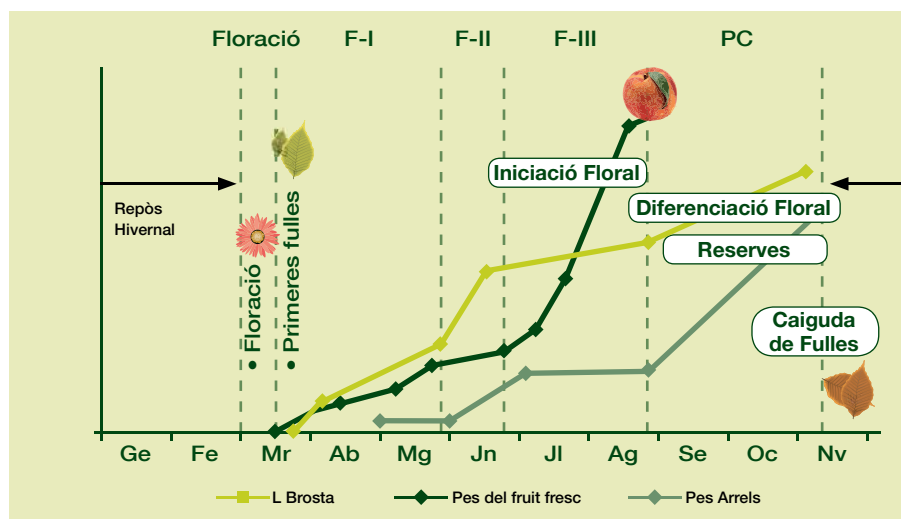


Figura 2: Cicle anual del presseguer.

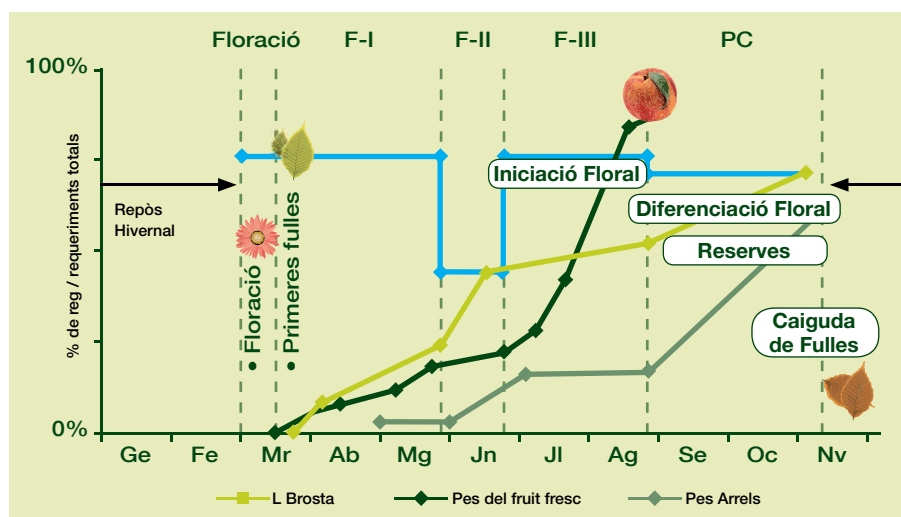


Figura 3: Estratègies de reg deficitari controlat.

En aquest cultiu les estratègies de RDC es poden aplicar bàsicament en l'F-II (enduriment de l'os) i en la fase de postcollita. En varietats primerenques, com que no hi ha l'F-II, l'RDC tan sols es pot aplicar a la fase de postcollita, però aquí s'hauria d'evitar aplicar restriccions importants durant els mesos d'agost i setembre per tal de minimitzar malformacions en els préssecs del l'any vinent (dobles, malformacions, sutures, falta de tancament de l'os). En varietats de mitja-estació o tardanes es pot aplicar RDC a la F-II (Figura 3), reduir un percentatge de l'aigua de reg que els arbres demandarien, i tornar a regar el 100% de la demanda hídrica dels arbres quan comenci l'F-III. En aquestes varietats, també es pot aplicar RDC a la postcollita, però amb molta precaució ja que pot afectar greument el qualtat del fruit a l'any següent. Aplicar RDC a l'FII en varietats de mitja estació i tardanes controla el creixement vegetatiu d'aquesta fase, a la vegada que redistribueix més carbohidrats cap als fruits, i en molts casos millora la qualitat final del fruit.

04 Autor



**Girona, Joan**  
 Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Lleida  
 Programa Ús Eficient de l'Aigua  
 joan.girona@irta.cat



RIDECO CONSOLIDER-INGENIO2010 (CSD2006-00067)

# ALBERCOQUER

## 01 Condicionants del reg

L'albercoquer és una espècie que presenta una elevada plasticitat, ja que es cultiva en llocs tan dispars com són Sud-àfrica i el Canadà, i una gran diversitat, amb més de 1.300 varietats diferents cultivades a Europa, encara que el 80% de la producció mundial es basa en unes 30 varietats. La producció mundial d'albercoc oscil·la, en els últims anys, al voltant de 3 milions de tones (FAO, 2009), essent la meitat d'aquesta producció corresponent a països de la conca mediterrània caracteritzats per baixos i irregulars períodes de pluja. En aquest sentit, Turquia, Itàlia, França i Espanya ocupen els primers llocs en aquesta zona. Espanya és un dels principals països productors d'albercoc del món i destaca per la seva gran tradició exportadora, i a la vegada aquest fruit és la base d'una important indústria de transformació. Dins d'Espanya, les comunitats de Múrcia i València tenen el 76% de la superfície cultivada i el 80% de la producció.

L'estructura varietal espanyola es caracteritza per l'existència de poques varietats de molta importància, tot i que també n'hi ha moltes cultivades localment. D'aquestes varietats, la 'Búlida', representa la meitat de la superfície cultivada d'aquesta espècie, seguida per ordre d'importància de 'Canino', 'Moniquí', 'Real Fino', 'Pavot' i 'Ginesta'. En els últims anys i en el marc d'un pla de millora varietal liderat pel CEBAS-CSIC de Múrcia, s'han obtingut noves varietats de maduració generalment extraprimera, amb un denominador comú: la resistència al virus de la Sharka i la seva autofertilitat. Dintre d'aquest grup destaquen les varietats denominades Mirlos. En aquest sentit, les varietats cultivades a Espanya les podem classificar, atenent a la seva data de maduració, en primerenques (finals d'abril-maig), intermèdies (primera quinzena de juny) i tardanes (segona quinzena de juny).

La caracterització de la dinàmica de creixement del fruit, juntament amb la del creixement vegetatiu, és fonamental per a planificar el maneig del reg, des d'un punt de vista més fisiològic. Diferents autors han proposat l'estudi de l'evolució del fruit com un indicador útil en la programació del reg de diferents cultius.

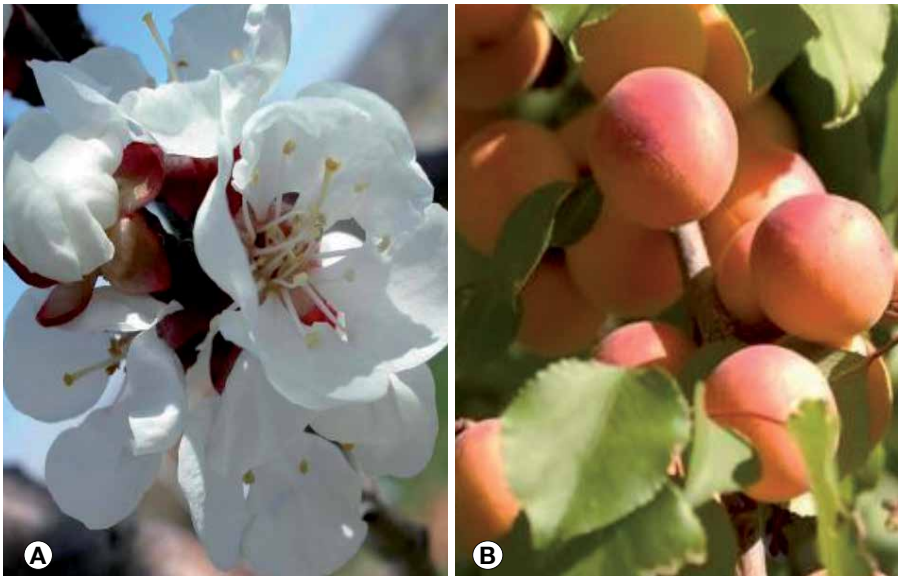


Foto 1: Detall de les flors (A) i fruits (B) de l'albercoquer.

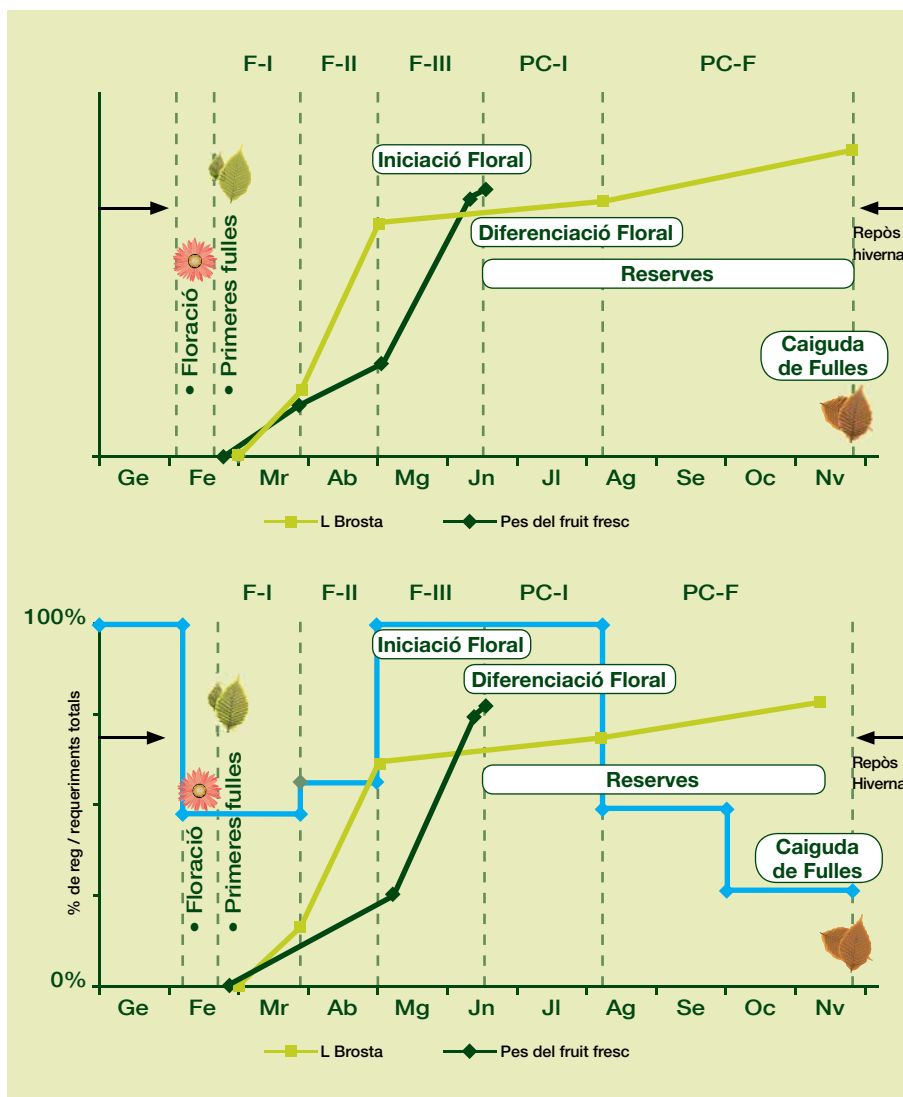


Figura 1: Cicle anual de l'albercoquer i distribució dels percentatges d'aigua en l'estratègia de reg deficitari controlat respecte a les necessitats hídriques totals.

| MES      | FAO  | Gómez Aparisi | Abrisqueta et al. |
|----------|------|---------------|-------------------|
| Gener    | 0    | 0             | 0,43              |
| Febrer   | 0    | 0             | 0,43              |
| Març     | 0,50 | 0             | 0,63              |
| Abril    | 0,70 | 0,43          | 0,70              |
| Maig     | 0,85 | 0,53          | 0,78              |
| Juny     | 0,90 | 0,71          | 0,52              |
| Juliol   | 0,90 | 0,85          | 0,43              |
| Agost    | 0,90 | 0,83          | 0,43              |
| Setembre | 0,80 | 0,70          | 0,43              |
| Octubre  | 0,75 | 0,58          | 0,43              |
| Novembre | 0,65 | 0             | 0,43              |
| Desembre | 0    | 0             | 0,43              |

**Taula 1:** Valors dels coeficients de cultiu (Kc) per a albercoquers adults que presenten un percentatge de sòl ombrejat superior al 50% i amb control de males herbes (FAO, Doorenbos y Pruitt, 1986; Gómez Aparisi, 1990; Abrisqueta et al., 2001).

## 02 Fenologia del cultiu

En l'albercoquer, com en la major part dels fruiters d'os, es poden diferenciar tres fases de creixement: la Fase I d'intensa multiplicació i divisió cel·lular, que inclou també el primer període de creixement ràpid i correspon a l'augment en volum de l'endocarp; la Fase II o de ralentització del creixement, en la qual tenen lloc els processos d'enduriment de l'os i creixement de l'embrió, i la Fase III, corresponent al segon període de creixement ràpid, bàsicament causat per l'engrossiment de les cèl·lules del mesocarp, en què s'aconsegueixen velocitats de creixement majors a 1 g dia<sup>-1</sup>.

## 03 Coeficients de cultiu

La informació sobre les necessitats hídriques i coeficients de cultiu a utilitzar a l'albercoquer és escassa i, en ocasions, poc precisa. Aquest fet fa que es generin seriosos dubtes respecte als Kc publicats. Diversos autors proposen per a albercoquers adults, amb una cobertura superior al 50%, els valors de Kc que es recullen a la Taula 1.

En el cas de no disposar de suficients recursos hídrics, la millor opció seria aplicar estratègies de reg deficitari controlat (RDC). L'albercoquer és una espècie en la qual es poden adaptar, perfectament, aquestes estratègies, sent els períodes més sensibles al dèficit hídic la Fase III de creixement del fruit i la postcollita inicial; moments en què un dèficit hídic afectaria la diferenciació floral, provocant un desenvolupa-

ment tardà de les gemmes florals, així com un nombre escàs i l'alteració de les gemmes de flor.

L'estratègia de reg deficitari controlat en l'albercoquer consisteix en una reducció de les aportacions d'aigua respecte a l'ETc, en diferents percentatges en funció del moment fenològic del cultiu: a) 40% des de la floració fins al final de la primera fase de creixement del fruit (febrer-març); b) 60% durant la segona fase de creixement del fruit (abril); c) 100% des de la tercera fase de creixement del fruit fins al final de la postcollita inicial (maig-inicis d'agost); e) 50% i 25% durant la postcollita final, diferenciant-ne 2 períodes: un fins a mitjan octubre (50% ETc) i un altre fins a la caiguda de les fulles (final de novembre), el 25% de l'ETc (Figura 1). Aquestes estratègies de RDC suposen un estalvi d'aigua de reg al voltant del 20% de les necessitats hídriques totals, que podrien quantificar-se en una mica més de 6.000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, segons la varietat en concret i la zona de cultiu.

## 04 Bibliografia

ABRISQUETA, J.M., RUIZ, A., FRANCO, J.A. 2001. "Water balance of apricot trees (*Prunus armeniaca* L. cv. Búllida) under drip irrigation". *Agricultural Water Management* 50: 211-227.  
DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. 1986. "Las necesidades de agua de los cultivos". *Estudio FAO Riego y Drenaje* 24 (FAO, Eds.). Roma. 194 pp.  
GÓMEZ-APARISI, J. 1991. "El riego en la producción frutal. Necesidades hídricas: riego tradicional y microirrigación". *Fruticultura Profesional* 36: 50-60.



La caracterització de la dinàmica de creixement del fruit, juntament amb la del creixement vegetatiu, és fonamental per a planificar el maneig del reg, des d'un punt de vista més fisiològic.

## 05 Autors



**Nicolás, Emilio**  
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), Murcia  
Departamento de Riego  
emilio@cebas.csic.es



**Nortes, Pedro A.**  
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), Murcia  
Departamento de Riego  
panortes@cebas.csic.es



**Alarcón, Juan José**  
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), Murcia  
Departamento de Riego  
jalarcon@cebas.csic.es



RIDECO CONSOLIDER-INGENIO2010  
(CSD2006-00067)



Les estratègies de RDC suposen un estalvi d'aigua de reg al voltant del 20% de les necessitats hídriques totals.

# PRUNERA

## 01 Condicionants del reg

La majoria de les pruneres actuals s'inclouen en dues espècies: l'europea i la japonesa. La primera s'adapta millor a zones fredes i la japonesa, a zones àrides i semiàrides. És una espècie de fruïter que pertany a la mateixa família que el presseguer, ametller i cirerer però es distingeix d'ells pel fet que el fruit presenta una sutura poc profunda, amb una capa cerosa (pruïna), sense gemma terminal, i amb un endocarp lignificat aixafat.

Hi ha un ampli ventall de varietats diferenciades per característiques del fruit com és el color de la pell i la polpa, el contingut en sucres i la fermesa, i per aspectes agronòmics com és la data de maduració i recol·lecció del fruit, amb un ventall de varietats que es recullen des del maig fins al setembre. L'elecció de la varietat a cultivar haurà de respondre a les demandes del mercat al qual es pretén arribar, entre producte fresc o processat i prunes d'alta qualitat, i que presenten una bona aptitud per a l'emmagatzematge durant períodes prolongats, com en el cas de la fruita per a consum en fresc.

És un fruïter amb una bona adaptació a diferents tipus de sòl, ja que hi ha patrons d'ús freqüent adequats per a diferents condicions, fins i tot en sòls pesats que afavoreixen condicions d'asfíxia.

La data de floració ve determinada per les temperatures hivernals, amb requeriments de fred relativament alts per a la prunera europea (> 1000 h), i en el japonès les necessitats de fred són molt menors (entre 500-800 h). La majoria dels cultivars de la prunera europea són autofèrtils, en canvi el tipus japonès necessita pol·linitzadors i que el pol·len que es produeix a les anteres sigui transferit a l'estigma durant la pol·linització, normalment subjecta a la intensa activitat dels insectes com les abelles. L'elecció adequada dels pol·linitzadors i la seva distribució a la plantació és fonamental per a l'èxit de la plantació.

A Catalunya, la superfície ocupada pel cultiu de la prunera en regadiu és d'aproximadament 700 ha, majoritàriament de tipus japonès, sent les varietats més representatives les primerenques i les tardanes per a consum en fresc. En aquest escenari, les programacions de reg ajustades a les necessitats reals del fruïter han de preveure



**Foto 1.** Plantació de prunera japonesa de les varietats Red Beaut i Angeleno amb els pol·linitzadors en floració. Finca La Orden (Extremadura).

el diferent comportament agronòmic de cada varietat, lligat principalment a la data de maduració i recol·lecció de la pruna.

## 02 Fenologia del cultiu

A la Figura 1 apareix l'evolució del creixement del fruit de dues varietats de prunera: cicle curt ('Red Beaut') i cicle llarg ('Angeleno'), a la vegada que el creixement del volum de copa dels arbres per a cada cas.

En la majoria de varietats de prunera japonesa, el quallat dels fruits es produeix a les 6-7 setmanes després de l'antesi. En les varietats primerenques, una vegada quallat el fruit, el creixement és molt ràpid, produint-se en un espai de 60-70 dies aproximadament, presentant un període postcollita de 140-150 dies, amb una important activitat vegetativa fins a entrar en el repòs hivernal, desenvolupant-se en cada un d'aquests períodes el 39 i 61% del creixement vegetatiu (Figura 1B).

En el cas de les varietats de cicle llarg, el fruit està present a l'arbre durant més temps (al

voltant del 60% del cicle del cultiu) (Figura 1A) i permet distingir més fàcilment com canvia la corba de creixement des del quallat fins a la recol·lecció, així com la resposta vegetativa durant el període (Figura 1B). En aquest tipus de cultivars, a diferència d'altres fruïters de la mateixa família com el presseguer, no s'observa de forma tan clara la típica corba de creixement en doble sigmoide i amb els límits definits de cada una de les fases de creixement del fruit: activa divisió cel·lular (Fase I), enduriment de l'os (Fase II) i ràpid creixement del fruit (Fase III). Tenint en compte que la velocitat i la forma de creixement del fruit canvia amb la varietat i les condicions agrometeorològiques del lloc on es trobi la plantació, es pot establir un paral·lelisme amb la corba en sigmoide i delimitar la duració de cada fase en aproximadament 60-65, 50-55, 30-35 dies per a les fases I, II i III, respectivament, amb un creixement continu del fruit (Figura 1A) i de la coberta vegetal (Figura 1B), ajustant la duració d'aquests períodes en funció del cicle del cultivar. Després de la recol·lecció, i fins al final de la campanya, el creixement vegetatiu continua encara que amb menor intensitat amb una duració de 45-50 dies.

A la Figura 1B s'observa una disminució en el volum de les cobertes vegetals deguda a la poda d'estiu que es realitza en els casos que sigui necessari augmentar la penetració de la llum a les capçades dels arbres, millorant la qualitat de les gemmes per a l'any següent i incrementant el color del fruit abans de la collita. La poda més important és la d'hivern, fonamental per al control i renovació de les capçades. Aquesta operació cultural, juntament amb la recol·lecció i l'aclarida, té un gran pes econòmic a les plantacions de prunera.

### 03 Necessitats hídriques i coeficients de cultiu

Per tal d'elaborar les programacions de reg en aquesta espècie s'ha de considerar dos aspectes: les diferències observades en el comportament fenològic de les diferents varietats i consi-

derar si és necessari satisfer completament les demandes hídriques durant tot el cicle del cultiu, o bé optar per una estratègia de reg deficitari.

A la taula 1 es mostren els valors mensuals de Kc per a varietats amb un cicle de maduració curt, i per a varietats de cicle llarg distingint el grau de cobertura vegetal (CV). El percentatge de cobertura vegetal es pot estimar visualment i es refereix al percentatge de sòl que queda ombrejat per les copes dels arbres quan el sol està en el punt més alt. Els valors més baixos corresponen a l'inici (floració) i al final (senescència de les fulles) del cultiu, diferenciant-se en els diferents processos dels arbres.

L'aplicació d'estratègies de reg per a l'estalvi d'aigua com el Reg Deficitari Controlat (RDC) afavoreixen el control del vigor dels arbres i milloren els rendiments productius de les explota-

→ Les programacions de reg ajustades a les necessitats reals del fruïter han de preveure el diferent comportament agronòmic de cada varietat, lligat principalment a la data de maduració i recol·lecció de la pruna.



Figura 1: Creixement del fruit (A) i Volum de copa (B) de dues varietats de prunera japonesa en funció del seu moment de maduració. (P) Primerenques ('Red Beaut') i (T) Tardanes ('Angeleno').

→ L'aplicació d'estratègies de reg per a l'estalvi d'aigua com el Reg Deficitari Controlat (RDC) afavoreixen el control del vigor dels arbres i milloren els rendiments productius de les explotacions.

→

La poda més important és la d'hivern, fonamental per al control i renovació de les capçades. Aquesta operació cultural, juntament amb la recol·lecció i l'aclarida, té un gran pes econòmic a les plantacions de prunera.

cions; l'èxit de la utilització d'aquestes tècniques està subjecte a la reducció de la dosis de reg en els moments en que el cultiu és menys sensible a l'aparició d'un dèficit hídric. En el cas de les varietats primerenques, el període de postcollita és el més indicat per aplicar reg deficitari moderat (cobrir el 60% de les necessitats). En aquest període es diferencien les gemmes per al següent any i l'objectiu de l'arbre és crear fonts de carbohidrats i emmagatzemar reserves per a que l'arrencada de la següent campanya sigui de la major qualitat possible (floració i quallat) (Figura 2), i per tant, s'han d'evitar els nivells d'estrès severos. Si cobrim completament les necessitats hídriques de l'arbre una vegada extret el fruit, tota l'energia es dirigirà cap al creixement vegetatiu, el que significarà major vigor de l'arbre i incrementarà els costos d'esporga.

En el cas de les varietats tardanes, la tècnica és diferent. Les estratègies s'apliquen amb el fruit a l'arbre i després de la recol·lecció. En el període precollita, quan es produeix l'enduriment de l'os

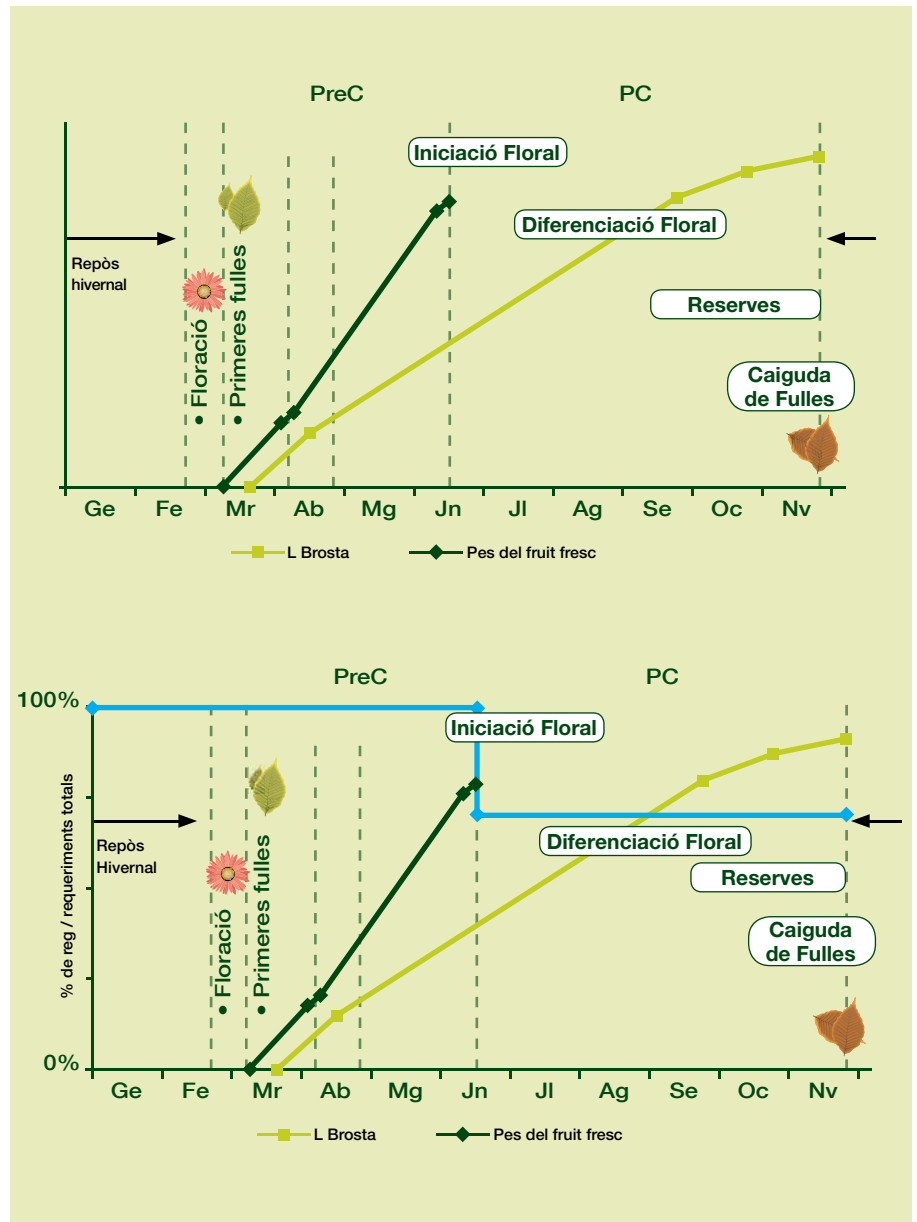


Figura 2: Cicle anual de la varietat curta i de l'estratègia de reg deficitari.



Foto 2. Varietat Red Beaut (esquerra) i varietat Angeleno (dreta) abans de recol·lecció. Finca La Orden (Extremadura).



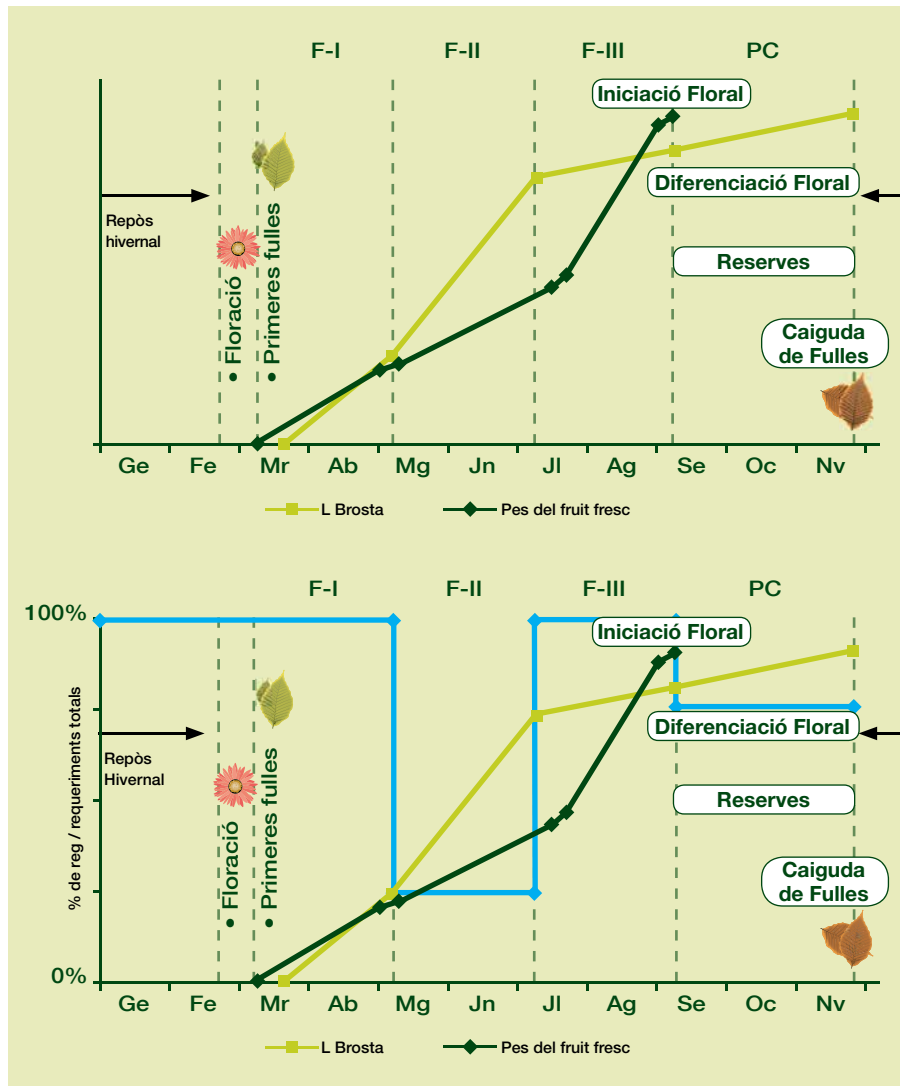


Figura 3: Cicle anual de la varietat llarga i de l'estratègia de reg deficitari.

i desenvolupament de l'embrió, és el moment adequat per a aplicar Reg Deficitari (cobrir el 20% de les necessitats) satisfent el 100% de les necessitats la resta del període. Amb aquesta restricció els fruits aconsegueixen abans el nivell de graus Brix i ferma que s'exigeix comercialment. En el període de postcollita, l'objectiu principal de l'arbre és l'emmagatzematge de carbohidrats necessaris per a la següent floració i quallat. Per aquest motiu, s'ofereix amb un període adequat per a l'aplicació d'estratègies de Reg Deficitari moderat (cobrir el 60% de les necessitats), amb l'objectiu de no afectar el quallat, però sí limitar el creixement vegetatiu excessiu a conseqüència de ser l'única font de carbohidrats de l'arbre.

04 Autors



**Moïno, Mª José**  
 Centro de Investigación la Orden-Valdesequera (Gobierno de Extremadura), Guadajira  
 Departamento de Hortofruticultura  
[mariajose.monino@juntaextremadura.net](mailto:mariajose.monino@juntaextremadura.net)



**Samperio, Alberto**  
 Centro de Investigación la Orden-Valdesequera (Gobierno de Extremadura), Guadajira  
 Departamento de Hortofruticultura  
[alberto.samperio@juntaextremadura.net](mailto:alberto.samperio@juntaextremadura.net)



**Vivas, Antonio**  
 Centro de Investigación la Orden-Valdesequera (Gobierno de Extremadura), Guadajira  
 Departamento de Hortofruticultura  
[antonio.cacho@juntaextremadura.net](mailto:antonio.cacho@juntaextremadura.net)



**Prieto, Mª Henar**  
 Centro de Investigación la Orden-Valdesequera (Gobierno de Extremadura), Guadajira  
 Departamento de Hortofruticultura  
[maria.prieto@juntaextremadura.net](mailto:maria.prieto@juntaextremadura.net)

| MES      | Dia | RED BEAUT | ANGELENO  |           |
|----------|-----|-----------|-----------|-----------|
|          |     | 80% CV    | 80% CV    | 50% CV    |
|          |     | Kc        | Kc        | Kc        |
| Febrer   | 59  | 0,35-0,40 | 0,15-0,20 | 0,05-0,10 |
| Març     | 90  | 0,55-0,60 | 0,30-0,35 | 0,10-0,15 |
| Abril    | 120 | 0,75-0,80 | 0,40-0,50 | 0,15-0,25 |
| Maig     | 150 | 0,90-0,95 | 0,55-0,75 | 0,30-0,35 |
| Juny     | 180 | 1,10-1,15 | 0,85-0,95 | 0,40-0,45 |
| Juliol   | 211 | 1,00-0,95 | 0,95-1,05 | 0,60-0,70 |
| Agost    | 242 | 0,95-0,90 | 1,05-1,15 | 0,75-0,80 |
| Setembre | 272 | 0,75-0,70 | 1,10-0,90 | 0,70-0,65 |
| Octubre  | 303 | 0,60-0,55 | 0,75-0,65 | 0,65-0,55 |
| Novembre | 333 | 0,50-0,40 | 0,60-0,40 | 0,50-0,40 |

Taula 1: Kc de la prunera primerenca (cv. Red Beaut) i prunera tardana amb dos nivells de cobertura vegetal (cv. Angeleno). Les dades s'han obtingut mitjançant balanços d'aigua en el sòl considerant una profunditat de les arrels d'1,8 m durant les campanyes 2010-2012 per a la varietat Red Beaut i per a la varietat Angeleno en el Centre d'Investigació Agrària La Orden-Valdesequera, de la Junta d'Extremadura.

# VINYA

## 01 Condicionants del reg

Tot i que la vinya (*Vitis vinifera L.*) és una espècie consumidora d'aigua, també està ben adaptada a copsar l'estrès hídric. La majoria dels seus mecanismes respecte a l'estrès hídric són d'evitació, per exemple, afavorint desenvolupament d'un sistema radical profund per explorar zones de sòl on l'aigua encara hi és disponible, o disminuint ràpidament els consums d'aigua als primers estímuls d'estrès per tal de conservar l'aigua al sòl i alhora evitar el dessecament de la part aèria. Tot i que en climes mediterranis el seu cultiu a nivell comercial no necessita reg, en climes àrids o semiàrids requereix d'aportacions de reg durant els períodes més secs de l'any. Com a norma, dins de la indústria del vi, s'accepta la màxima que molta producció va renyida amb alta qualitat. Tot i que aquest compromís entre quantitat i qualitat es quelcom que no es pot extrapolar a tots els casos, la qüestió crítica que afecta el reg de la vinya continua essent com determinar les dosis a aplicar per tal de fer compatible un nivell productiu rendible amb una bona qualitat final del producte.

## 02 Fenologia i necessitats hídriques del cultiu

El cicle anual de desenvolupament de la vinya es pot resumir en sis fases diferenciades. Aquestes fases es delimiten en funció de com en el decurs de l'any cada òrgan de la planta modifica la seva activitat. Com que una exposició detallada de l'ampli ventall existent de varietats i clons, cada un d'ells amb les seves diferències quant a moments de maduració, supera l'objectiu d'aquest escrit, s'adoptarà l'"Ull de llebre" com a patró explicatiu. Entenem que s'inicia el cicle anual quan



...la qüestió crítica que afecta el reg de la vinya continua essent com determinar les dosis a aplicar per tal de fer compatible un nivell productiu rendible amb una bona qualitat final del producte.



Foto 1: Vinya en regadiu. Foto: IRTA Programa Ús Eficient de l'Aigua.

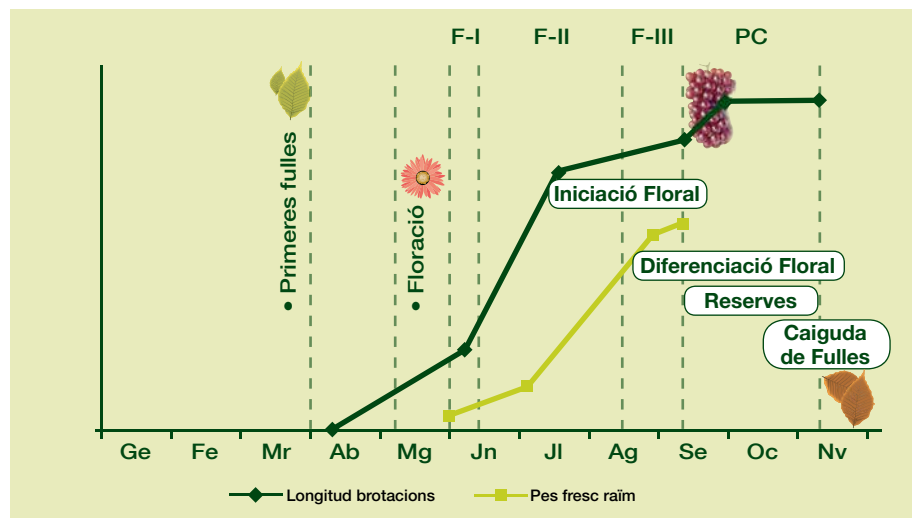


Figura 1: Cicle anual de la var. 'Ull de Llebre'.

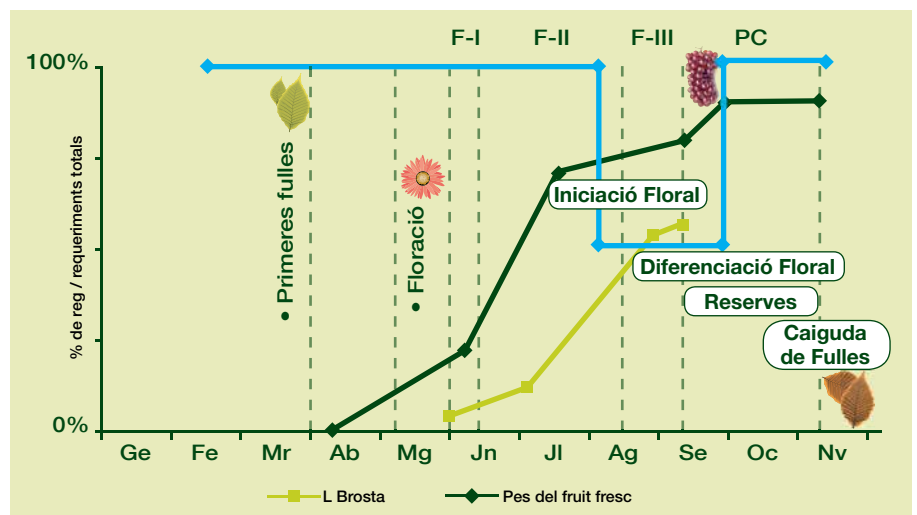


Figura 2: Estratègia de reg deficitari.

es trenca la dormició, i es produeix la primera fase que és de brostació inicial produint un tímid desenvolupament vegetatiu (fase 0, Figura 1). La segona fase és la de floració i pol·linització, considerant les dues tres setmanes posteriors quan s'acompleix amb la fertilització dels ovaris (quallat) Fase I (Figura 1). A diferència de molts fruiters caducifolis, la floració de la vinya es produeix més d'un mes després de l'aparició de les primeres fulles. Per tant, el nivell de quallat de flor de la vinya és menys dependent del nivell de reserves acumulades l'any anterior que en fruiters caducifolis. Tanmateix, el vigor en la brostada inicial sí que depèn bastant del nivell d'aquestes reserves. Des del punt de vista de la fisiologia de la planta, aquestes dos fases inicials són molt sensibles a l'estrès hídric. A més, s'ha pogut demostrar que les dues fases són claus per la qualitat del raïm a la collita.

Aquesta darrera circumstància és rellevant en anys on hi ha hagut sequera durant l'estació precedent amb un hivern sec, i s'ha començat la primavera sense pluges significatives. Llavors és del tot recomanable aplicar reg, tant en climes àrids com mediterranis per tal de no perdre qualitat en el raïm.

A partir del quallat s'inicia el desenvolupament del fruit. El fruit creix d'acord amb un patró de doble sigmoide, però a mode de simplificació s'ha dividit tot aquest desenvolupament en tant sols dues fases. La primera (Fase II) és la de creixement inicial del fruit que s'identifica en la forma de creixements poc aparents (Figura 1). Cal tindre en compte, però, que durant aquesta fase l'activitat en el creixement de la coberta vegetal és màxima (Figura 1). La fase posterior, la Fase III, és de creixement ràpid del fruit. El seu inici ve determinat per un sobtat augment en el ritme de creixement. Això succeeix pocs dies abans de l'inici del verolat i la Fase III s'acaba amb la collita (Figura 1). El verolat està inclòs, doncs, en l'inici de la Fase III. Tot i que en aquestes dues fases el creixement del raïm és molt sensible a l'estrès hídric, aquests són els moments més idonis per promoure la qualitat reduint-ne el reg. En aquestes reduccions cal considerar la varietat i l'orientació productiva. Per exemple, en 'Ull de Llebre' l'estrès hídric moderat en Fase III resulta beneficiós, mentre que durant la Fase II seria millor evitar-lo. En 'Cabernet Sauvignon' la qualitat millora amb l'aplicació d'un estrès moderat tant a Fase II com a Fase III. En canvi, en 'Chardonnay' per a cava, el més recomanable és evitar l'estrès hídric durant la Fase III, tot i

que un cert nivell d'estrès molt moderat durant la Fase II pot ser tolerat.

Si les condicions hídriques després de collita són favorables, encara és possible una represa de desenvolupament vegetatiu. En aquest moment, es creu que molts dels borrons estan ja iniciats en flor i en ple procés de diferenciació. Aquest pot ser un període favorable per aplicar reduccions de reg amb la condició que s'evitin defoliacions i esgrogueïment de fulles (Figura 2). Però també cal tindre en compte que si s'ha realitzat reg en dèficit durant les fases de creixement del fruit per promoure qualitat del raïm, els nivells de fixació de carbohidrats ja se n'hauran pogut veure afectats en aquest moment. Llavors, podria resultar més adient aplicar reg total per tal d'acumular les reserves de carbohidrats que seran necessaris per la brostada durant la primavera següent.

La Figura 2 resumeix gràficament l'estratègia de reg deficitari controlat (RDC) que creiem més adequada per a la varietat 'Ull de Llebre'. Com a norma general, el percentatge d'aigua a aplicar respecte als requeriments totals de la plantació no ha de baixar del 50% i s'han de restituir les dosis de reg òptimes abans d'acabar el setembre. En casos on es donin sòls profunds o d'elevada retenció d'aigua, fóra possible reduir fins al 80% de les aportacions de reg, però llavors, la determinació de reduccions més adequades requereix d'un estudi més específic.

La principal informació sobre el consum d'aigua en vinya per a la varietat 'Ull de Llebre' pro-

cedeix de les dades lisimètriques obtingudes per la Junta d'Extremadura durant el període 2006-2012. A partir d'aquestes experiències, es proposen uns Kc orientatius que caldria corregir pel grau de cobertura. En el cas de la taula 1, els valors estan referits a una cobertura del 30% sobre el marc de plantació a mig estiu. Per últim, cal considerar que l'extrapolació a altres nivells de cobertura que no siguin del 30% no es poden fer seguint proporcions directes per la naturalesa del cultiu en fileres. Per tant, aquestes extrapolacions necessiten d'un estudi cas per cas. El consum d'aigua màxim s'acostuma a produir a mig estiu, quan el grau de cobertura és màxim. Pocs dies abans de collir, el Kc pot començar a disminuir. En varietats on la collita és més primerenca aquestes descensos en Kc s'anticipen a d'altres varietats amb collites més tardanes. En la taula 1 s'aporta informació de Kcs en dues varietats amb moments de collita ben diferenciats.

### 03 Autor



**Marsal, Jordi**  
Institut de Recerca i Tecnologia  
Agroalimentàries (IRTA), Lleida  
Programa Ús Eficient de l'Aigua  
jordi.marsal@irta.cat



RIDECO CONSOLIDER-INGENIO2010  
(CSD2006-00067)

| MES      | Kc-Ull de Llebre | Kc-Chardonnay | Observacions               |
|----------|------------------|---------------|----------------------------|
| Març     | 0,20             | 0,20          | -                          |
| Abril    | 0,20             | 0,35          | -                          |
| Maig     | 0,40             | 0,50          | Floració                   |
| Juny     | 0,60             | 0,65          | -                          |
| Juliol   | 0,75             | 0,72          | -                          |
| Agost    | 0,75             | 0,60          | Collita en 'Chardonnay'    |
| Setembre | 0,50             | 0,50          | Collita en 'Ull de Llebre' |
| Octubre  | 0,30             | 0,40          | -                          |
| Novembre | 0,20             | 0,30          | -                          |

**Taula 1:** Coeficients de cultiu (Kc) de vinya per les varietats 'Ull de Llebre' i 'Chardonnay'. Els valors de Kc màxims s'assoleixen a mig estiu per a un grau de cobertura d'un 30%.

# CIRERER

## 01 Condicionants del cultiu

El cirerer és una espècie que mostra poca tolerància a l'estrès hídric i que alhora presenta un vigor bastant elevat. En les nostres contrades, el cirerer necessita reg en algun moment de l'any per obtenir produccions comercialment viables. Quan el vigor és excessiu, aquest es pot controlar a través de l'aplicació de reguladors de creixement, ús de portaempelts reguladors i/o reduccions de reg després de collir.

## 02 Fenologia i necessitats hídriques del cultiu

El cicle anual de desenvolupament es pot resumir en quatre fases principals: la floració es produeix quasi simultàniament amb l'aparició de les primeres fulles i amb la pol·linització i quallat, els fruits comencen a créixer ràpidament. A aquesta fase la denominem F-I (Floració i quallat) (Figura 1) i és molt sensible a l'estrès hídric. El fet que la majoria de varietats d'interès siguin de collita primerenca implica que el creixement inicial dels fruits sigui molt sensible, també, als carbohidrats de reserva disponibles en l'arbre, ja que durant aquest creixement l'arbre té poques fulles. Aquest és també un període de creixement vegetatiu accentuat.



Foto 1: Assaig de Reg Deficitari Controlat (RDC) en cirerer. Foto: IRTA Programa Ús Eficient de l'Aigua.

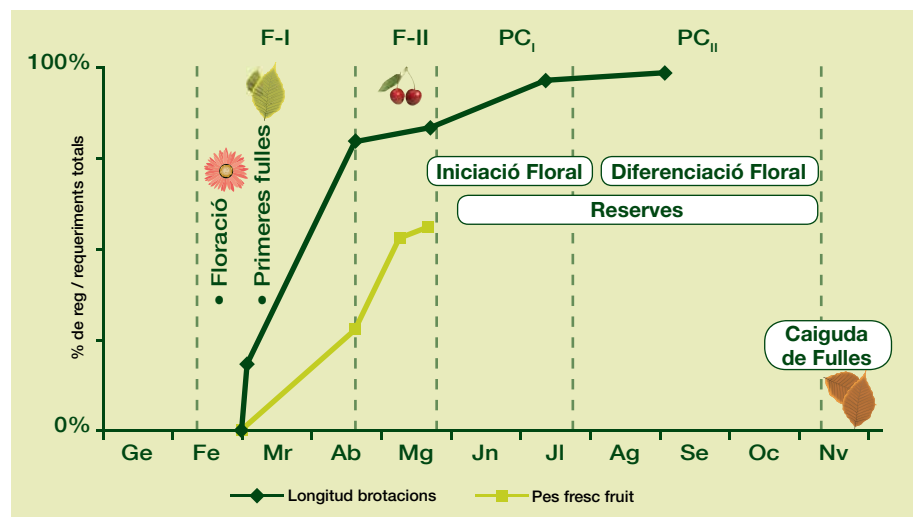


Figura 1: Cicle anual del cirerer.

→

En cas d'haver-se d'aplicar reg deficitari no es recomana baixar del 50% sobre l'òptim.

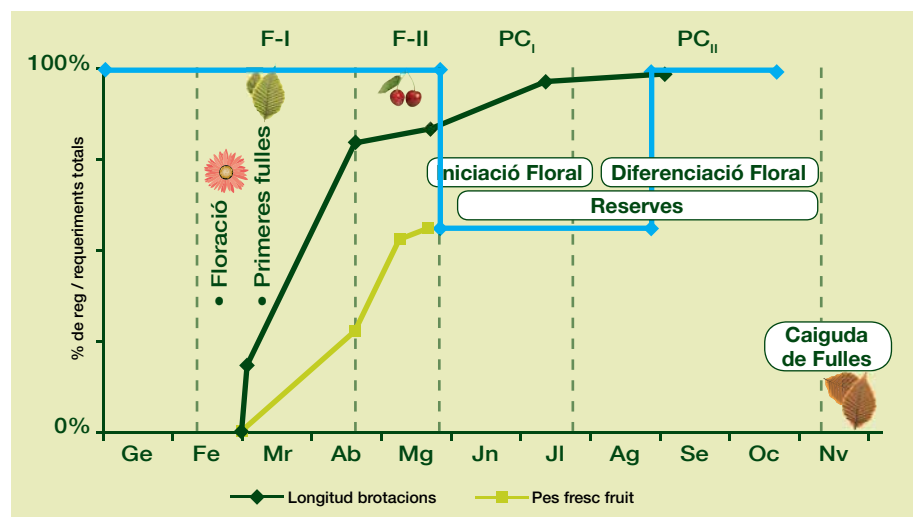


Figura 2: Estratègia de reg deficitari.

Durant la següent fase, F-II es produeix el creixement expansiu del fruit (Figura 1). Durant aquest període, i si l'arbre està ben carregat, el creixement vegetatiu pot alentir-se momentàniament fins a la collita. Aquesta és també una fase de creixement del fruit molt sensible a l'estrès hídric.

Després de collita, el desenvolupament vegetatiu pot reprendre. Si aquest resulta excessiu, tal i com succeeix en molts dels casos, pot convindre aplicar reduccions de reg amb la condició que s'evitin defoliacions i esgrogueïment de fulles (Figura 2). També durant aquesta fase té lloc la iniciació floral (inclinació del borró a esdevindre flor). Durant un llarg període, agost,

setembre i octubre (en varietats primerenques), fase PC<sub>II</sub>, s'acumularan les reserves d'assimilats que seran útils per a la floració i el quallat a l'any següent (Figura 1). També durant aquest període es produeix la diferenciació floral (primer creixement dels borrons florals) que determinarà la qualitat i fertilitat de les flors a l'any següent. És per tant un període que pot tolerar cert nivell de estrès hídric, però pot convindre que aquest no es produeixi durant la totalitat d'aquest període, a fi i efecte de limitar-ne l'impacte sobre la capacitat de reserves de l'arbre.

La Figura 2 resumeix gràficament l'estratègia de reg deficitari controlat adequada al cirerer. Ens explica el percentatge d'aigua a aplicar respecte

als requeriments totals de la plantació (no baixar del 50%) i no estendre el dèficit un cop iniciat setembre.

La recerca en cirerer sobre el seu consum d'aigua ha estat molt limitada fins a dia d'avui. De fet, no es disposa de dades de referència prou representatives del cultiu i que provinquin de lisímetres per tal de poder estimar els Kc. En absència de dades fiables, les estimacions de Kc en cirerer s'han anticipat a partir del comportament de cobertes de presseguer (vegeu fitxa del presseguer).

03 Autor



**Marsal, Jordi**  
 Institut de Recerca i Tecnologia  
 Agroalimentàries (IRTA), Lleida  
 Programa Ús Eficient de l'Aigua  
 jordi.marsal@irta.cat



RIDECO CONSOLIDER-INGENIO2010  
 (CSD2006-00067)



Foto 2: Cireres de l'assaig de Reg Deficitari Controlat (RDC). Foto: IRTA Programa Ús Eficient de l'Aigua.

| MES      | Kc (mitjans) | Kc(màxims) | Observacions                     |
|----------|--------------|------------|----------------------------------|
| Març     | 0,20         | -          | Floració: Durant el mes de març  |
| Abril    | 0,50         | 0,60       | -                                |
| Maig     | 0,75         | 0,85       | Collita                          |
| Juny     | 0,85         | 0,95       | -                                |
| Juliol   | 0,85         | 0,95       | -                                |
| Agost    | 0,82         | 0,92       | Inici segona fase de postcollita |
| Setembre | 0,62         | 0,75       | -                                |
| Octubre  | 0,40         | 0,45       | -                                |
| Novembre | 0,30         | -          | -                                |

Taula 1: Kc de conreu de cirerer per varietats primerenques i maneig amb reguladors de creixement. Kc (mitjans): el valors més aconsellats. Kc(màxims): valors utilitzats en alguns llocs amb alt grau ocupació de l'espai per a la coberta vegetal.



La recerca en cirerer sobre el seu consum d'aigua ha estat molt limitada fins a dia d'avui. De fet, no es disposa de dades de referència prou representatives del cultiu i que provinquin de lisímetres per tal de poder estimar els Kc.

# CONSIDERACIONS

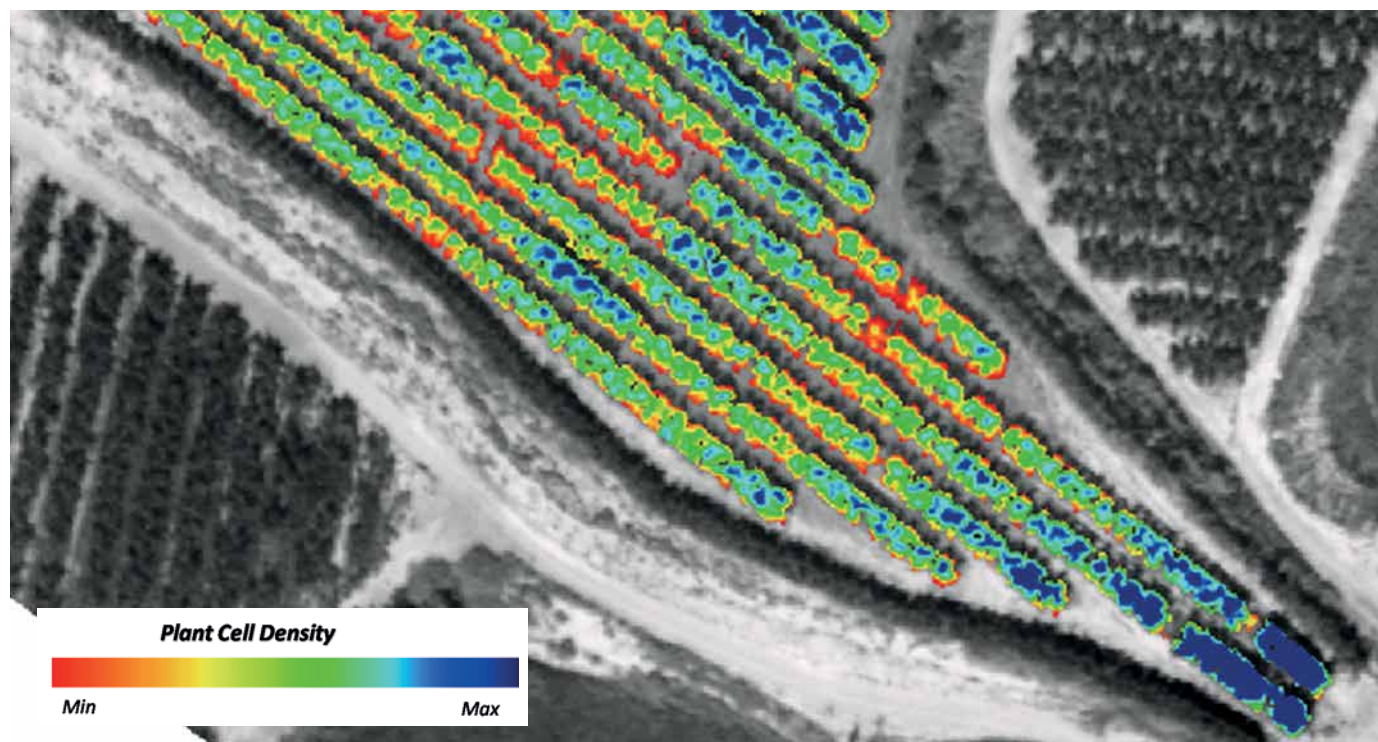


Foto 1: Imatge de l'índex de vegetació Plant Cell Density (PCD) d'una parcel·la de nectarina a Aitona. Foto: Programa Ús Eficient de l'Aigua.

## 01 Consideracions

El coeficient de cultiu ( $K_c$ ) és el paràmetre que ens permet passar de la demanda evapotranspiratòria calculada a partir d'una estació agroclimàtica ( $E_{To}$  - basada amb paràmetres físics), a la demanda d'aigua d'un cultiu en un moment de l'any i lloc concret. Per tant, és un mètode que considera tant sols les pèrdues atmosfèriques d'aigua. Això vol dir que en situacions on es donen pèrdues des del sòl, per exemple en casos que es presenti drenatge en profunditat o per escolament superficial, hi caldria afegir al protocol de programació de reg, un altre component independent de la  $K_c$ .

D'acord amb el mètode FAO-56, la  $K_c$  es pot descompondre en dos components:

- 1) la part deguda a l'evaporació del sòl ( $K_e$ ) i,
- 2) la part lligada a la transpiració de la planta més una petita component d'evaporació del sòl lligada a la part ombrejada sota el cultiu ( $K_{cb}$ ). Al  $K_{cb}$  també se l'anomena 'coeficient basal'.

De tal manera que  $K_c = K_{cb} + K_e$ . Variacions en  $K_e$  van molt lligades al tipus de reg i la pluviometria de la zona. En zones plujoses i sistemes de reg que mullen tot el marc de plantació (reg per aspersió o per inundació) el  $K_e$  és alt perquè molta aigua s'evapora directament del sòl ja que en zones del marc de plantació queden exposades a la radiació directa ( $0.1 < K_e < 0.6$ ). En canvi, amb sistemes de reg per goteig amb alta eficiència aplicat en zones sense pluja, la  $K_e$  s'aproxima a zero sobretot a l'estiu i quasi tota la  $K_c$  està formada per la  $K_{cb}$ .

### 01.01 Limitacions en l'ús dels coeficients de cultiu

La  $K_{cb}$  depèn en gran manera de 3 factors:

- 1) de la fracció de radiació interceptada pel cultiu, o grau de cobertura verda,
- 2) de la conductància estomàtica o de la coberta del cultiu,
- 3) del coeficient aerodinàmic de la coberta.

Es pot considerar que el factor d'influència principal és la fracció d'intercepció de radiació del cultiu. I és per això que a mesura que

l'arbre va creixent durant la primavera i fins a l'estiu, els  $K_{cb}$  van creixent en proporció a la mida de la cobertura. En definitiva, s'aconsella en programacions de reg, de reavaluar els  $K_c$  cada setmana o dues.

El segon factor (conductància estomàtica) és funció del cultiu però també del moment de l'any. És un factor que cal corregir en funció de la càrrega de fruit, de l'aplicació de reguladors de creixement o de l'ús de portaempelts que controlen el vigor de la planta. Des de l'IRTA disposem d'algunes indicacions sobre com cal fer-ho per a alguns casos concrets. Aquestes són correccions sobre el  $K_{cb}$  i són necessàries, ja que poden modificar les programacions de reg fins a un 20%. Malauradament, aquestes correccions no es fan servir per falta de suficient informació.

El tercer factor, l'aerodinàmic, té una influència sobre el nivell d'advecció en la plantació. Se sap que aquesta influència canvia molt de quan el arbres estan molt esparsos (ex., olivera tradicional) de quan ja la cobertura és molt alta, com en una plantada de noguers. Malauradament, aquests efectes són molt difícils de mesurar i no es disposa d'un mètode de correcció.

Amb tot això cal entendre que la determinació dels Kc té una part que és analítica i que per tant es pot fer servir per al seu càlcul; però roman una altra component en els Kc, que no es pot calcular i que ha de ser proposada a través del coneixement expert disponible.

## 02 Noves aproximacions

La manera tradicional de fer accessibles els coeficients de cultius a l'usuari ha estat a través de taules (vegeu exemple FAO-56) que són resums de valors fruit de càlculs teòrics o de casos específics d'experiments on s'han realitzat balanços d'aigua al sòl o de resultats obtinguts en lisímetres. En general, aquests són valors orientatius i tenen el problema que són generalistes i que per tant, cal adequar-los a la situació de cada plantació. Cal recordar que els valors de Kc en taules tan sols diferencien vagament entre espècies i no consideren suficientment l'efecte dels diferents sistemes de reg sobre l'evaporació del sòl. Arran d'això, va néixer el Kc dual, on la fracció de l'evaporació del sòl es pot deslligar del càlcul de la transpiració de la planta. Una sofisticació al sistema és la de deslligar l'evaporació del sòl de la part que està mullada pel sistema de reg de la part que acostuma a romandre seca quan no plou. Aquest darrer mètode s'ha desenvolupat per a olivers en plantacions tradicionals d'arbres aïllats (Villalobos FAO-66).

Una altra forma d'adequació dels Kc a una situació concreta, es basa a realitzar mesures en la parcel·la en qüestió on es vol aplicar aquesta tecnologia i utilitzar algun mètode empíric d'extrapolació que s'hagi demostrat que funcioni correctament.

### 02.01 Mètodes radiatius

El primer mètode està relacionat amb la intercepció de radiació del cultiu. Aquesta es pot definir com la proporció de radiació incident del sol que la coberta vegetal captura, i que per tant impedeix que arribi al terra de la plantació. Durant la primera dècada d'aquesta centúria es va fer avinent a partir d'estudis lisimètrics en presseguer a Califòrnia (Ayars *et al.*, 2003), que la  $K_{cb}$  podria ser aproximada linealment a partir de la fracció d'intercepció de radiació del cultiu mesurada tant sols al migdia. L'equació de calibratge ha estat provada durant diversos anys i en dues varietats diferents de presseguer. Aquesta equació ha funcionat correctament per a arbres amb sistemes de formació que tenen tendència a cobrir tot el marc de plantació. Aquesta fórmula ha estat utilitzada per a la programació de reg en cirerers formats en vas

amb aparent satisfacció fins al moment de collita (Marsal *et al.*, 2009). Tanmateix, en moments posteriors a la collita han calgut correccions addicionals. La intercepció de radiació al migdia es pot mesurar amb instrumentació relativament assequible i pot ser una de les metodologies que tenen la possibilitat de saltar del món de la recerca al món de la indústria agrícola.

Malauradament, aquestes rectes de calibratge perden fiabilitat quan s'intenten aplicar a plantades que tenen una decidida conformació de la coberta en fileres. Tal és el cas de pomeres o pereres quan se'ls hi apliquen sistemes de formació en palmeta, eix central o d'altres amb marcada tendència a formar cobertes planes (Girona *et al.*, 2010). En aquests casos, cal utilitzar la fracció d'intercepció integrada durant el dia per obtenir una relació acceptable. Això implica realitzar mesures a intervals horaris durant un mateix dia i posteriorment integrar-les. En aquesta tessitura, la determinació es fa molt més carregosa i es perd possibilitat d'aplicació al món real.

Un segon grup de mètodes està relacionat amb l'estimació indirecta de la mida de la coberta vegetal a través dels denominats índexs de vegetació, obtinguts a partir d'imatges aèries multispectrals. Aquests índexs es poden definir com la combinació de bandes espectrals que tenen l'objectiu de realçar la contribució de la vegetació fotosintèticament activa en la resposta espectral d'una superfície. Els índexs del tipus NDVI (normalized difference vegetation index), o PCD (plant cell density) s'obtenen en major part combinant la reflectància mesurada en la zona de l'espectre del roig (0,6–0,7  $\mu\text{m}$ ) i l'infraroig proper (0,75–1,35  $\mu\text{m}$ ). Aquests valors es solen relacionar amb els Kc a través de relacions lineals.

### 02.02 Mètodes informàtics

Els avenços realitzats les últimes dècades en models de simulació de cultius permeten una bona aproximació a com les cobertes vegetals poden anar desenvolupant-se al llarg del seu cicle anual. Aquests mateixos models són capaços de simular processos d'absorció d'aigua per part de les arrels, de transport a l'interior dels vasos conductors i, finalment, de transpiració a través de les fulles. Per poder fer això necessiten un nivell de sofisticació elevat en la descripció del sòl, dels processos fisiològics de la planta i de les condicions climàtiques. És per això que també poden simular consums d'aigua en condicions d'estrès hídric, inclosa la simulació de

potencial hídric. Per cultius anuals, cal destacar el model realitzat per la FAO anomenat 'AquaCrop' (<http://www.fao.org/nr/water/aquacrop.html>). Per a arbres fruiters es poden esmentar els recents desenvolupaments realitzats amb CropSyst. ([http://www.bsyste.wsu.edu/CS\\_Suite/CropSyst/index.html](http://www.bsyste.wsu.edu/CS_Suite/CropSyst/index.html))

Tanmateix, l'ús d'aquests models requereix d'una utilització experta i per això no resulten atractius per ser utilitzats fora del món acadèmic. Cal tindre en compte que el grau de satisfacció de les seves prediccions depèn en gran manera de l'elecció adequada dels diferents paràmetres del model, ja que aquests s'han d'adequar a les condicions que es volen simular. És per això que el seu valor, a dia d'avui, és més de tall educatiu, i per la formació dels regants, que d'eina per ser utilitzada com a suport a la presa de decisions. De totes formes, durant els últims deu anys han aparegut propostes comercials d'aplicacions informàtiques, amb sort diversa, i que permeten la simulació de les necessitats de reg en alguns cultius concrets. L'interès d'aquestes eines s'adreça més a experts consultors que no a usuaris finals del reg.

## 03 Autor



**Marsal, Jordi**  
Institut de Recerca i Tecnologia  
Agroalimentàries (IRTA), Lleida  
Programa Ús Eficient de l'Aigua  
[jordi.marsal@irta.cat](mailto:jordi.marsal@irta.cat)



RIDECO CONSOLIDER-INGENIO2010  
(CSD2006-00067)



# L'ENTREVISTA

**Ramon Cuadros Claria**  
Director de l'ECA de Tàrrrega (Urgell)  
Oficina del Regant

## “L'AIGUA ÉS UN RECURS ESCÀS QUE CAL GESTIONAR AMB RESPONSABILITAT I CONEIXEMENTS AGRONÒMICS”

Extracte de l'entrevista publicada a [www.ruralcat.net](http://www.ruralcat.net)



**Ramon Cuadros Claria és enginyer tècnic agrícola. Després de treballar a l'Agrupació de Defensa Vegetal de la Segarra, l'any 1991, va entrar a formar part del cos docent de l'Escola de Capacitació Agrària (ECA) de Tàrrrega, de la qual és el director des de fa més de deu anys, i des de l'any 2012 també és un dels responsables de l'Oficina del Regant amb seu a l'ECA.**

### L'Oficina del Regant (OdR) està ubicada a l'ECA de Tàrrrega. Com es compatibilitzen les funcions de l'Escola agrària amb les de l'Oficina?

L'OdR té entre les seves finalitats la promoció, coordinació i organització d'actuacions en matèria de formació i transferència tecnològica en reg i quin millor lloc per ubicar-la que en una ECA a les terres de Lleida i més concretament a Tàrrrega, on des de l'any 2005 s'ofereix formació al voltant del tema del reg i es donen recomanacions als regants mitjançant les eines de recomanacions de reg disponibles al Portal RuralCat. Poc a poc s'han sumat altres tasques i funcions de manera que sempre treballem amb aquesta temàtica, però mantenint la resta que formen part de l'ECA.

Hem de ser conscients que l'aigua és un recurs escàs que cal gestionar amb responsabilitat i coneixements agronòmics, és a dir, els que es poden transmetre des d'una escola agrària amb un bagatge i una qualitat contrastada.

### Què ha significat per a l'Escola ser la seu de l'OdR? Quines són les funcions de l'OdR?

D'entrada el visualitzar una escola de formació agrària especialitzada en reg, és a dir que amb el temps tot el que faci referència al reg, en sentit ampli, i tots els actors i agents d'aquest àmbit estiguin vinculats d'alguna manera amb aquesta oficina que té vocació de ser un referent no només a Catalunya sinó també a nivell mediterrani. Aquest fet ha implicat començar a treballar de manera conjunta amb diferents responsables i tècnics del DAAM i amb d'altres agents del territori i també amb l'IRTA i REGSA/REGSEGA, actualment Infraestructures.cat, ja que persones d'aquestes empreses públiques col·laboren en el dia a dia de l'OdR.

Una de les funcions de l'OdR és participar en l'organització de programes anuals i plurianuals que facin referència al reg i la coordinació d'estratègies de formació i transferència tecnològica per fer realitat aquests programes. Una altra de les seves funcions és col·laborar amb les diferents entitats i canalitzar la informació que es genera. A més, oferim un espai de trobada per a tots aquells agents i empreses que intervenen en el reg.

També desenvolupem una funció de suport a l'assessorament; no fem un assessorament directe però sí canalitzem les demandes cap a les persones que poden donar una resposta des del Departament o des de l'IRTA i d'Infraestructures.cat. Una altra funció a destacar és que intentem respondre a les demandes tecnològiques de les comunitats de regants i també dels regants; per exemple, tenim l'eina de recomanacions de reg i les llistes de distribució de les recomanacions a través de RuralCat, tot i que també responem a consultes més específiques de persones o plans de treball que necessiten saber la dosi setmanal per determinats cultius.

Per tant, podem dir que algunes de les funcions ja les teníem com a Escola i amb l'OdR s'han afegit altres complementàries, que ens han obert cap a l'exterior i a un àmbit que abasta tota Catalunya.

Cal dir que el Departament ens ha donat aquestes funcions no perquè les capitalitzem sinó perquè col·laborem amb tothom que vulgui promoure o dinamitzar programes i participar amb altres entitats. Nosaltres aportem formació, informació i el nostre coneixement en d'altres experiències semblants.

**“l'Oficina del Regant ha de treballar en xarxa amb altres dependències del Departament perquè quan es fa una acció al territori ha de ser des de la proximitat, amb els agents locals, l'escola agrària més propera, l'Oficina Comarcal corresponent, etc.”**

### L'OdR del DAAM treballa per a tots els regadius?

Sí, la vocació de l'OdR és fer servei arreu de Catalunya. Per això l'oficina sola no pot fer res, ha de treballar amb xarxa amb altres dependències del Departament perquè quan es fa una acció al territori ha de ser des de la proximitat, amb els agents locals, l'escola agrària més propera, l'oficina comarcal corresponent, etc. Per exemple, en un pla d'acció al territori del Segarra-Garrigues s'ha creat un grup de treball per poder promoure actuacions amb els agents locals del sector en el que hi col·laborem l'OdR, les oficines comarcals de la Noguera, de la Segarra i de l'Urgell, Infraestructures i l'IRTA; a partir

d'aquí s'estudien les possibles actuacions, les experiències que es podrien fer en algunes parcel·les i com es transmet tota aquesta informació als regants d'aquesta zona. Un altre acte transversal destacat ha estat que des del DAAM s'ha impulsat que les comunitats de regants puguin fer una contractació elèctrica conjunta a través d'una plataforma.

### De quins recursos disposeu per a treballar com a OdR del DAAM?

S'han optimitzat recursos ja existents: hi ha tres professors de l'Escola que estan treballant de manera més específica amb el tema del reg i també hi col·laboren un tècnic de l'IRTA i un d'Infraestructures. També disposem d'una parcel·la amb equipament tecnològic i d'alguns recursos pedagògics com unes maletes per poder fer activitats de formació o un capçal per poder demostrar com s'organitza un capçal de reg i un altre pel tema de la fertirrigació. També gestionem l'eina de recomanacions de reg de RuralCat, que anem mantenint i millorant cada any perquè sigui viva i pugui satisfer les necessitats dels usuaris, que al mateix temps ens envien els seus suggeriments de millora.

### Quines demandes arriben habitualment a l'OdR?

Les més habituals són les de programació de reg, que redreçem cap a l'eina, i les relacionades amb els sistemes de reg o sobre quin és el sistema més adient per una explotació o parcel·la. També rebem consultes sobre els tipus de cultiu a implantar. Tot això ho intentem respondre en jornades específiques sobre cultius o elements de les instal·lacions, sobretot en zones noves de regadius o en zones en transformació.

Moltes demandes i respostes no són directes sinó mitjançant activitats. Ara, per exemple, hi ha certa demanda sobre fertirrigació i organitzarem més activitats al voltant d'aquest tema.

### Quins són els productes i serveis que s'ofereixen des de l'OdR?

Nosaltres fem transferència de coneixements en matèria de reg, per això, oferim formació en diferents formats, per tal de poder arribar de la millor manera als diferents destinataris.

Pel que fa als serveis que oferim, des de RuralCat es donen de manera gratuïta unes recomanacions de reg que serveixen per poder regar millor. A més, des de l'IRTA i concretament des de l'Equip d'Ús eficient de l'aigua de reg, s'està treballant en un programa que permetrà ajustar la dosi de reg d'acord amb la disponibilitat d'aigua.

