

# DOSSIERTÈCNIC

FORMACIÓ I ASSESSORAMENT AL SECTOR AGROALIMENTARI

N88

## REQUERIMENTS HÍDRICS DELS CULTIUS LLENYOSOS (II)

P03 El coeficient de cultiu en la determinació de les necessitats de reg P06 Fitxes de cultiu. Ametller  
P08 Cítrics P10 Caqui P13 Magraner P16 Noguer P18 Requeriments hídrics del presseguer sota xarxes  
anticalamarsa a Catalunya P20 L'entrevista

Desembre 2017



**ruralCat**

La comunitat virtual agroalimentària  
i del món rural

<http://ruralcat.gencat.cat>



Generalitat de Catalunya  
**Departament d'Agricultura,  
Ramaderia, Pesca i Alimentació**  
<http://agricultura.gencat.cat>





# PRESENTACIÓ



**Equip de l'Oficina del Regant - EA de Tàrraga**  
<http://ruralcat.gencat.cat/web/guest/oficina-del-regant>

Per produir aliments, cal aigua, un recurs limitat i un factor de producció clau per a l'agricultura catalana, que hem de gestionar de manera cada cop més eficient.

Disposar de coeficients de cultiu (Kc), obtinguts i adaptats al nostre territori, ens permet avaluar les necessitats d'aigua dels conreus i gestionar millor els regadius per obtenir-ne el màxim rendiment amb un estalvi econòmic en els costos de producció.

També hem de tenir present que el fet d'aplicar l'aigua amb el màxim de coneixent i d'acord amb les necessitats de les plantes té efectes positius per al medi ambient, ja que l'aigua és un recurs natural del qual s'ha de garantir tant la quantitat com la qualitat per al bé de tots els ecosistemes.

El Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (DARP) aposta per tota una sèrie d'actuacions encaminades a l'augment de l'eficiència dels regadius catalans; d'una banda, amb la seva modernització per part de la Direcció General de Desenvolupament Rural, i, d'una altra, potenciant l'assessorament, la formació i la transferència tecnològica envers el reg mitjançant la Direcció General d'Alimentació, Qualitat i Indústries Agroalimentàries. En general, hom pensa en l'estalvi en el transport i la distribució, però una part important de

l'estalvi i l'eficiència del regadiu rau en la fase d'aplicació de l'aigua a la planta; en aquest sentit, la tecnologia disponible i els coneixements del Kc són fonamentals per obtenir tant el màxim aprofitament de l'aigua aplicada a la planta com els productes de qualitat que demanda la societat.

Un cop més, i en aquest àmbit, l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) ha estat una peça fonamental. Al llarg dels últims anys, els seus professionals han estat investigant i posant a punt coneixements i tecnologies que ja apliquen les nostres empreses.

També cal destacar altres instruments, com són el Pla anual de transferència tecnològica, el Programa anual de formació agrària a distància, els Dossiers Tècnics, el Simulreg o les eines de recomanacions de reg en agricultura i en jardineria, tots plegats productes que poden servir-vos de suport en el reg de les vostres parcel·les i que teniu a la vostra disposició en el portal RuralCat. Allà, també hi trobareu el web de l'Oficina del Regant que, des de la seva seu a l'Escola Agrària de Tàrraga, coordina diferents ofertes formatives i de transferència tecnològica en les àrees d'agronomia, tecnologia, gestió econòmica i sostenibilitat del reg i del regadiu.

Aquest és el segon *Dossier Tècnic* sobre **Requeriments hídrics dels cultius llenyosos**, que amplia la informació del primer monogràfic, dedicat als fruiters: pomera, perera, presseguer, albercoquer, prunera, vinya i cirerer. Tots dos els podeu consultar a RuralCat i descarregar als vostres dispositius.

Esperem que aquesta documentació 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. 88**  
**"Requeriments hídrics dels cultius llenyosos (II)".**  
Desembre de 2017

**Edició**  
Direcció General d'Alimentació,  
Qualitat i Indústries Agroalimentàries.

**Consell de Redacció**  
Carmel Mòdol Bresolí, Jaume Sió Torres,  
Joan Gòdia Tresanchez, Joaquim Xifra Triadú,  
Agusti Fonts Cavestan (IRTA), Neus Ferrete Gracia,  
Laura Dalmau Pol, Joan S. Minguet Pla,  
Josep M. Masses Garragó, Maria Glòria Cugat Pujol  
i Joan Barniol Garriga.

**Coordinació**  
Josep Maria Masses Garragó.

**Producció**  
Josep Maria Masses Garragó, Annabel Teixidó  
Martínez, Corina de Herralde Traveria i Xavier  
Vallverdú Llauredó

**Correcció i assessorament lingüístic**  
Joan Ignasi Elias Cruz.  
Lluís Piqueres Pla.

**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 i Alimentació.  
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:  
<http://ruralcat.gencat.cat>

**Foto portada:**  
Finca d'ametller en reg. Diputació de Lleida a Maials (2017). Autora: Mercè Mata (IRTA. Programa ús eficient de l'aigua en agricultura)



# EL COEFICIENT DE CULTIU EN LA DETERMINACIÓ DE LES NECESSITATS DE REG



Figura 1. Reg. Autor: Xavier Guixà.

## 01 Introducció

La necessitat de la millora d'eficiència en l'ús de l'aigua de reg per adaptar-nos a un futur amb previsions de menys disponibilitat d'aigua i amb una major demanda d'aliments fa que sigui necessari millorar la pràctica del reg. Segons el "Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya", al final del segle XXI, el nostre país experimentarà un increment de l'Evapotranspiració d'aproximadament el 13% i un descens de la pluviometria proper al 13%. Per aquest motiu, la recerca en el camp del reg és un dels pilars estratègics per aconseguir aquest objectiu. Aquesta recerca aplicada a la millora de la programació de reg permetrà augmentar l'eficiència en l'ús de l'aigua de reg en l'àmbit català.

## 02 Càlcul del consum d'aigua dels cultius

El consum d'aigua dels cultius es pot calcular a través de l'Evapotranspiració, que es defineix com l'aigua transpirada per les plantes (T) i evaporada pel sòl (E) (Allen et al., 1998). Els dos processos succeeixen simultàniament i pot ser complicat distingir-los, segons factors meteorològics o climàtics, de planta i edàfics.

Per calcular les necessitats del cultiu a través de l'Evapotranspiració, cal distingir entre Evapotranspiració de referència ( $ET_0$ ) i l'Evapotranspiració del cultiu ( $ET_c$ ). L' $ET_0$  és la quantitat d'aigua

evaporada per unitat de superfície, en un temps donat i en un correu considerat de referència. L' $ET_c$  o requeriment dels cultius s'obté de multiplicar l' $ET_0$  per un paràmetre que ajusta l' $ET_0$  a cada condició específica del cultiu. Aquest paràmetre es coneix com a coeficient del cultiu ( $K_c$ ).

L' $ET_c$  es calcula i es defineix a través de l'equació de la FAO Penman-Monteith. El coeficient del cultiu és bàsicament el quocient entre l' $ET_c/ET_0$  representant l'efecte integrat de les característiques principals que diferencien un cultiu en particular del cultiu de referència.

## 03 El coeficient del cultiu

El  $K_c$  depèn directament del tipus de cultiu, de l'àrea foliar desenvolupada per aquest i de la cobertura que en fa sobre el sòl (ombrejat). Aquests factors varien progressivament a mesura que el cultiu es desenvolupa, i aquest període de creixement pot ser dividit en quatre etapes: inicial, de desenvolupament del cultiu, mitjans de temporada i final de temporada. En el cas dels cultius extensius:

- Etapa inicial: des de la sembra fins al 10% de la superfície ombrejada.
- Desenvolupament d'un cultiu: fins al 70-80% de la superfície ombrejada.
- Mitjan de temporada: fins a l'inici de senescència de les fulles.
- Final de temporada: fins a la maduració o recol·lecció.

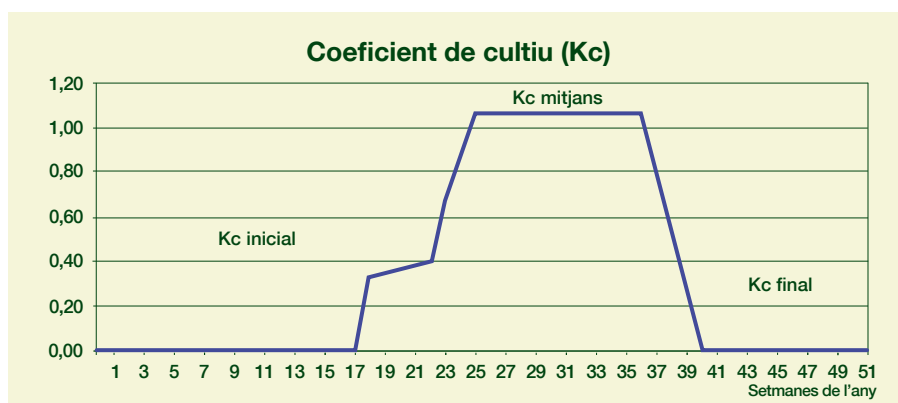


Figura 2. Coeficients del cultiu del panís segons els criteris de la FAO. Autora: Maite Sisquella.

Al llarg del creixement del cultiu la variació del coeficient del cultiu expressa els canvis en la vegetació i el grau de cobertura del sòl i està representada per la corba de creixement del cultiu que es genera amb les Kc de l'etapa inicial, la Kc de l'etapa de mitjans de temporada i la Kc de l'etapa final.

Aquests valors de consum d'aigua que s'obtenen al llarg del cicle d'un cultiu són sense limitacions d'aigua en la zona explorada per les arrels. Cal dir que el kc únic és el més utilitzat en la determinació del consum d'aigua en els sistemes de producció agrícola perquè, tal com s'ha comentat anteriorment, és molt difícil a la pràctica separar els dos components d'evapotranspiració, però la FAO estableix el criteri del coeficient dual per l'ús en recerca, on es determina per separat els efectes de transpiració del cultiu i evaporació del sòl.

També la FAO té en compte l'evapotranspiració del cultiu sota condicions no estàndards, on les condicions ambientals i de maneig no són òptimes. Els càlculs que utilitza la FAO per al coeficient de cultiu ajustat (Kaj) són bastant complexos, però es poden sintetitzar utilitzant factors d'ajustament, com per exemple la reducció de l'índex de l'àrea foliar o l'estrès hídric.

Per determinar el coeficient de cultiu és necessari una investigació local, contrastada pels serveis d'assessorament per evitar diferències importants. A la nostra zona el Programa d'Ús Eficient de l'Aigua de Reg de l'IRTA porta a terme diferents investigacions en aquest sentit, utilitzant mètodes directes, com el lisímetre, que són més precisos i serveixen com a referència per a mesures indirectes. També utilitzen la correlació entre la interceptió de radiació mesurada amb ceptòmetre i el kc real mesurat amb lisímetre, vàlida per diferents moments del desenvolupament del cultiu i per a determinats cultius.



**El Kc depèn directament del tipus de cultiu, de l'àrea foliar desenvolupada per aquest i de la cobertura que en fa sobre el sòl (ombrejat).**

Totes les dades obtingudes pel Programa d'Ús Eficient de l'Aigua de Reg de l'IRTA i els seus col·laboradors són els que es publiquen en aquest *Dossier Tècnic* i en l'anterior *Dossier Tècnic 61: Requeriments hídrics dels cultius llenyosos (I)*.

#### 04 L'Eina de Recomanacions de reg de RuralCat

Disposar d'uns coeficients de cultius ajustats a les nostres zones i adaptats a les nostres condicions és un factor clau en la determinació de les necessitats de reg dels cultius. Un cop obtinguts, des del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (DARP) i a través de l'Oficina del Regant, s'ha potenciat l'ús de l'Eina de recomanacions de reg de RuralCat. En aquesta eina, gràcies a l'assessorament de l'IRTA, es van actualitzant els kc constantment per a disposar dels últims coneixements en aquest camp.

L'Eina de recomanacions de reg de RuralCat es basa en el mètode del balanç hídric per realitzar un càlcul de les necessitats de reg del cultiu. Aquestes es calculen com a diferència entre la demanda evapotranspirativa (ET<sub>c</sub>) (Fórmula 1) i la pluja efectiva (P<sub>e</sub>) per cada període en concret (Fórmula 2). Les necessitats netes de reg es calculen tal i com s'observa a la Fórmula 3.

Necessitats hídriques (NH) = ET<sub>c</sub> = ET<sub>0</sub> \* K<sub>c</sub>  
(Fórmula 1)

Necessitats de reg (NR) = (ET<sub>c</sub> - P<sub>e</sub>)  
(Fórmula 2)

Necessitats netes de reg (NNR) = [(ET<sub>c</sub> - P<sub>e</sub>) /  
Eficiència del sistema de reg]  
(Fórmula 3)



La Pluja efectiva (P<sub>e</sub>) es calcula de la manera següent:

Si la Pluja Total > 4 mm, llavors P<sub>e</sub> = PT \* 0,75  
Si la Pluja Total < 4 mm, llavors P<sub>e</sub> = 0

Aquestes recomanacions són genèriques, ja que només consideren alguns dels factors implicats en el reg, i que la decisió final sempre és dels tècnics i agricultors, d'acord amb la seva experiència i les peculiaritats específiques de cada parcel·la i/o comunitat de regants. Per exemple, l'eina no té en compte la reserva d'aigua al sòl, per tant cal que els regants, abans de regar, facin una estimació prèvia de l'estat d'humitat del sòl.

En aquest càlcul del balanç hídric té una gran importància el coeficient de cultiu utilitzat, ja



**Figura 3.** Fotografia d'un assaig de Reg Deficitari Controlat (RDC) en cirerer, inclosa en el Dossier Tècnic núm. 61. Autor: IRTA Programa Ús Eficient de l'Aigua.

que en estar adaptat a la nostra zona les recomanacions s'adapten millor als nostres cultius. Cal dir que aquests coeficients de cultius també tenen en compte si considerem una estratègia de reg total, una estratègia de reg de suport o de reg deficitari controlat, és a dir, si estem en reg de suport hi haurà un coeficient de cultiu reduït en relació a l'estratègia de reg total. També aquest coeficient de cultiu en cultius arboris, es pot ajustar segons el tant per cent de superfície ombrejada, ja que la transpiració de les plantes està directament relacionada amb la quantitat de radiació que poden captar, en aquest cas tindrem el  $K_c$  (coeficient ajustat).

Actualment, a l'Eina de recomanacions de reg hi ha 45 cultius amb 56 possibilitats d'elecció, ja que en alguns cultius s'ha adaptat els coeficients de cultius a cicles curts i cicles llargs o per estratègies de reg com, per exemple, reg de suport o reg deficitari controlat. Les dades climàtiques s'obtenen de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya, que actualment disposa de 75 estacions.



**A l'Eina de recomanacions de reg de RuralCat hi ha 45 cultius amb 56 possibilitats d'elecció.**



## SimulaReg

### 05 SimulaReg

Una altra eina a disposició del regant és el SimulaReg. Aquesta eina sorgeix d'un projecte Life+ que va implementar el consorci format per RuralCat, l'IRTA i el DARP entre els anys 2012-2015.

Actualment, aquest simulador es troba a RuralCat com a eina d'aprenentatge que permet definir escenaris virtuals on experimentar diferents estratègies de reg per observar els seus efectes i alhora provar qualsevol casuística sense cap tipus de risc econòmic ni productiu abans d'aplicar-la a la realitat.

Aquesta eina, que també realitza un balanç hídric per a determinar les necessitats del cultiu, té en compte la humitat al sòl i altres paràmetres que no considera l'Eina de Recomanacions de reg (més senzilla per a l'ús de l'agricultor). En el SimulaReg es consideren els mateixos coeficients del cultiu que en l'Eina de Recomanacions de reg, però permet ajustar aquests coeficients amb altres paràmetres com per exemple la salinitat.

En el SimulaReg es troben dades per a gestionar l'aprenentatge del reg de 68 cultius, en tres sistemes de maneig del reg i cinc textures diferents del sòl.



**En el SimulaReg es troben dades per a gestionar l'aprenentatge del reg de 68 cultius, en tres sistemes de maneig del reg i cinc textures diferents del sòl.**

En resum, tant l'Eina de recomanacions de reg com el SimulaReg tenen per objectiu el que hem comentat al començament de l'article: millorar l'eficiència en l'ús de l'aigua de reg.

### 06 Per saber-ne més

ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D., SMITH, M. (1998). "Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos". *Estudio FAO Riego y Drenaje* 56.

OFICINA DEL REGANT - Escola Agrària de Tàrraga: <http://ruralcat.gencat.cat/web/guest/oficina-del-regant> i [reg@ruralcat.net](mailto:reg@ruralcat.net)

### 07 Autora



**Maite Sisquella Vila**  
Coordinació de l'Oficina del Regant - EA de Tàrraga  
[mtsisquella@gencat.cat](mailto:mtsisquella@gencat.cat)



**Figura 4.** L'olivera és un dels cultius presents en l'Eina de recomanacions de reg de RuralCat.

# FITXES DE CULTIU

## AMETLLER



Figura 1. Ametller en regadiu. Autor: IRTA Programa Ús Eficient de l'Aigua en Agricultura.

### 01 Condicionants del reg

L'ametller és una espècie que s'ha mostrat altament plàstica a les condicions hídriques en les quals s'ha cultivat. Així, trobem plantacions d'ametller a zones molt àrides amb pluviometries al voltant del 300 mm/any i sense reg, com els secans mediterranis, però també a zones on es rega amb més de 9.000 m<sup>3</sup>/ha i any, com les plantacions de la costa Oest dels Estats Units. La producció, que es veu afectada per les condicions hídriques, pot anar des dels 150 kg/gra per ha a les zones més àrides fins a més de 3.500 kg/gra per ha en les zones de regadiu més intensiu (especialment, si es troba en bons sòls, amb totes les necessitats d'aigua i nutrients cobertes, pol·linitzadors adequats i un bon desenvolupament de les capçades).

### 02 Fenologia i necessitats hídriques del cultiu

L'ametller presenta baixos requeriments d'hores fred, és una de les espècies cultivades que més aviat floreix i és molt sensible a les gelades. No obstant això, les noves varietats han aconseguit que la floració es retardi fins i tot unes setmanes i es redueixi molt l'afectació per les gelades.

La floració de l'ametller es produeix gairebé al mateix temps que l'aparició de les primeres fulles, la pol·linització i el quallat d'uns fruits que creixen ràpidament. Això implica una gran competència per als carbohidrats de reserva de la planta perquè les poques fulles que té l'arbre encara en produeixen pocs en el procés de fotosíntesi. Cal doncs que l'arbre disposi d'unes bones reserves perquè, en aquest estadi, puguin quallar el màxim de fruits i créixer amb tota la seva potencialitat. A aquesta fase la denominem floració (F) (Figura 2).

Una vegada el fruit ha quallat i fins a la collita, podem diferenciar tres fases del seu creixement: F-I: la closca i la pellofa del fruit creixen en poc temps i, en conseqüència, queda definida la llargada del fruit en un moment a on el creixement vegetatiu és molt important; F-II: els creixements de la fase anterior han minvat força, però creix l'endosperma, és a dir, el que serà la pell del gra. També té lloc la iniciació floral o primer creixement dels borrons; F-III: els creixements han finalitzat i l'activitat més important és el transport de carbohidrats de la planta al gra, que s'omple fins a la collita. Cap al final d'aquesta fase ja queda clara la diferenciació floral que indica els borrons que aniran a flor l'any vinent i els vegetatius (Figura

2). Com a colofó de la F-III s'inicia la recollecció del fruit.

### 03 Coeficients de cultiu

Quan s'ha quedat sense fruits, l'arbre es dedica sobretot a desenvolupar les estructures dels borrons i a acumular reserves de carbohidrats perquè la floració i el quallat del proper any siguin de la màxima qualitat (PC, Figura 2).

Quan disposem de suficient aigua per satisfer les necessitats totals del cultiu, s'apliquen els Kc que es presenten a la Taula 1; si no, cal aplicar estratègies de reg amb dotacions reduïdes d'aigua amb reg deficitari controlat o reg de suport.

Aquestes estratègies passen per donar aigua a la planta en aquells moments que el dèficit hí-



**L'ametller és una espècie que s'ha mostrat altament plàstica a les condicions hídriques en les que s'ha cultivat.**

dric pugui afectar més la producció. Les fases sensibles són F-I i F-II, quan tenen lloc la majoria de creixements. Durant la F-III de transport de reserves i ompliment del gra, el cultiu pot tolerar dèficits hídrics més importants sense que la producció en quedi molt afectada. Després de la recol·lecció (PC), i sobretot si durant la F-III s'ha sotmès a l'arbre a un cert dèficit hídric, cal aportar més aigua per assegurar unes bones reserves. Només quan els hiverns són molt secs caldria aportar aigua durant la floració (F). És aconsellable que abans de la floració, el sòl no estigui molt sec.

Per tant, en aquestes condicions, l'estratègia de reg hauria de ser: Durant les F-I i F-II assegurar un bon estat hídric, regant al més proper al 100% dels requeriments totals. Durant la F-III permetre un dèficit hídric, aportant entre un 10 i un 40% de l'aigua que demana el conreu. I, després de la recol·lecció (PC), vigilar que l'ametller no arribi a un estrès hídric excessiu.

La Figura 3 resumeix aquesta estratègia i ens explica el percentatge d'aigua a aplicar respecte als requeriments totals de la plantació.

Amb l'estratègia de la Figura 3 i uns arbres amb un bon volum de capçada, si reguem amb uns 2.500 m<sup>3</sup>/ha podem esperar produccions properes o superiors als 2.000 kg/gra per ha.

Tant si disposem d'aigua suficient per cobrir tots els requeriments com si hem d'aplicar les estratègies de reducció (Figura 3), s'utilitzaran els Kc de la Taula 1.

#### 04 Bibliografia

GOLDHAMER DA, GIRONA J (2012) "Crop yield response to water: almond" In: Steduto P, Hsiao TC, Fereres E, Raes D (eds) *FAO irrigation and drainage Paper No. 66*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp 358–373

#### 05 Autors



**Joan Girona i Gomis**  
Investigador IRTA.  
Programa Ús Eficient de l'Aigua en Agricultura.  
joan.girona@irta.cat



**Xavier Vallverdú Llauredó**  
Tècnic i gestor innovació IRTA.  
Programa Ús Eficient de l'Aigua en Agricultura.  
xavier.vallverdu@irta.cat

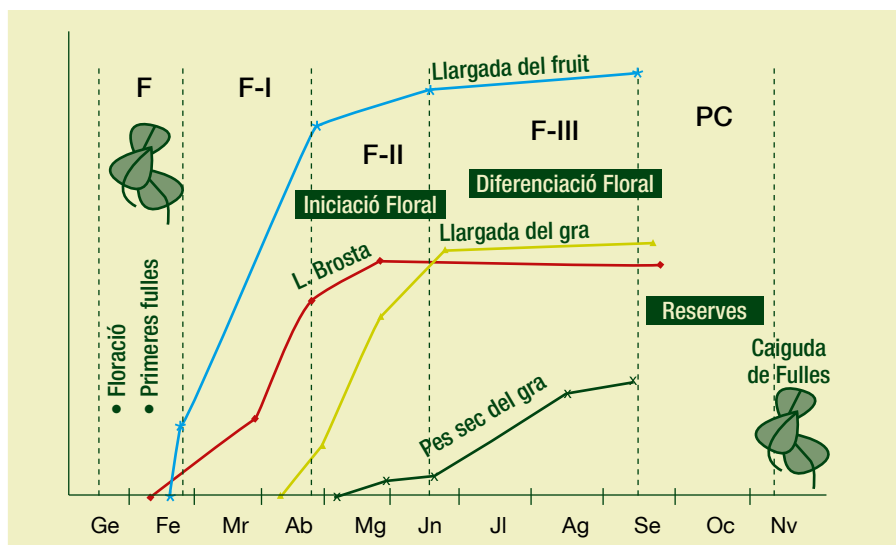


Figura 2. Cicle anual de l'ametller. Font: IRTA.

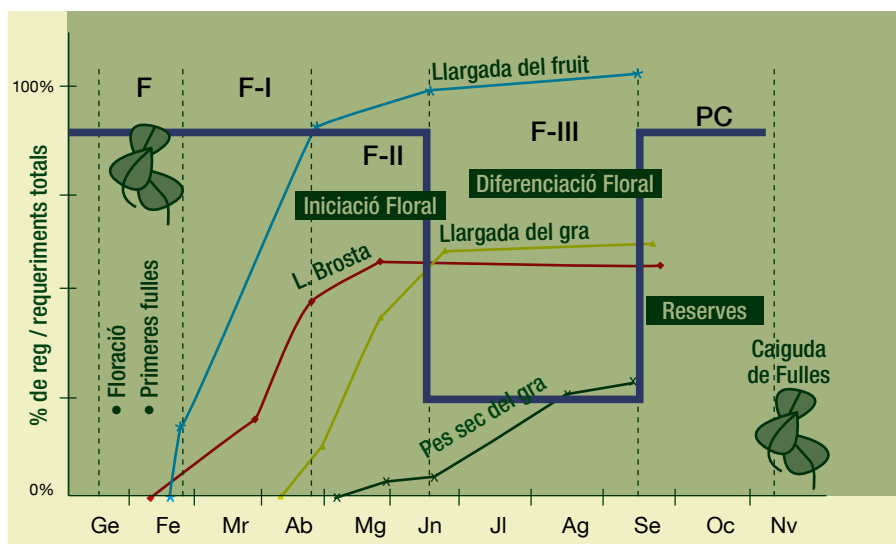


Figura 3. Estratègies de reg de suport. Font: IRTA.

Taula 1. Kc de cultiu de l'ametller. Kc (mitjans): el valor més aconsellat. Kc (màxims): valors utilitzats en alguns llocs d'altíssimes produccions (Goldhamer i Girona, 2012).			
Mes	Kc (mitjans)	Kc (màxims)	Observacions
Març	0,40		Floració: Durant el mes de març
Abril	0,70	0,70	
Maig	0,85	0,95	
Juny	0,95	1,09	Inici F-III: Finals mes de juny
Juliol	1,00	1,15	
Agost	1,05	1,17	
Setembre	0,95	1,12	Recol·lecció: A mitjan setembre
Octubre	0,70	0,85	
Novembre	0,40		

# CÍTRICS



Figura 1. Mandarinier. Font: IVIA.



Figura 2. Detall fruits del mandarinier. Font: IVIA.

## 01 Condicionants del reg

Les principals àrees de cítrics a Espanya es troben a les zones de clima mediterrani, on la precipitació anual és molt irregular (entre 250 i 650 mm/any) i es concentra sobretot a la primavera i la tardor. Això fa que el reg sigui una pràctica imprescindible per assegurar produccions acceptables en parcel·les comercials.

## 02 Fenologia i necessitats hídriques

Els cítrics són plantes perennes i acostumen a tenir tres brostes a l'any que ocorren a la primavera, l'estiu i la tardor. La brosta de primavera és la més important en tarongers i mandariners, ja que és la que aporta les flors útils, mentre que les altres només contribueixen al creixement vegetatiu. En les nostres condicions, les baixes temperatures hivernals són el principal factor inductor de la floració.

El creixement del fruit en els cítrics segueix una corba sigmoïdal amb tres fases distintes, com es pot veure a la Figura 3. La primera d'elles (F-I), que comprèn des de l'antesi fins a la caiguda fisiològica de fruits, ve marcada per una intensa divisió cel·lular en tots els teixits. Durant aquesta fase, el creixement en volum del fruit és lent, principalment perquè creix la pell. Un estrès hídric en aquesta fase pot reduir la grandària del fruit a la collita i sovint produeix un augment de la pèrdua de fruits. Després de la caiguda fisiològica de fruits, o "caiguda de juny" en l'hemisferi nord, té lloc una fase de creixement lineal (F-II) que finalitza amb la maduració del fruit. En varietats primerenques aquesta fase és més curta que en les tardanes i el fruit en alguns casos creix de manera continuada (Figura 4). Durant la F-II es produeix un allargament i diferenciació cel·lular i el fruit augmenta de mida sobretot gràcies al creixement dels gallons. Si l'aportació d'aigua és deficient, els fruits collits podrien ser més petits. En la tercera fase (F-III) té lloc la maduració del

fruit i el seu creixement és menor. En aquesta fase el fruit continua acumulant aigua i sucres mentre la concentració d'àcids orgànics decreix. Les restriccions de reg durant aquest període també poden disminuir la seva grandària final.

## 03 Coeficients de cultiu

La Taula 1 ens mostra els kc recomanats per al càlcul de l'evapotranspiració de cultiu, per a arbres adults i per a arbres en desenvolupament, quan es disposa d'aigua suficient per a totes les necessitats hídriques anuals. En general, a la nostra zona, aquestes oscil·len entre els 5.500 i 9.000 m<sup>3</sup>/ha.

En condicions d'escassetat de recursos hídrics es fa imprescindible l'aplicació d'estratègies de reg que permeten un estalvi substancial d'aigua sense afectar significativament la producció. Com hem mencionat abans, les fases I i III són molt sensibles al dèficit hídric.

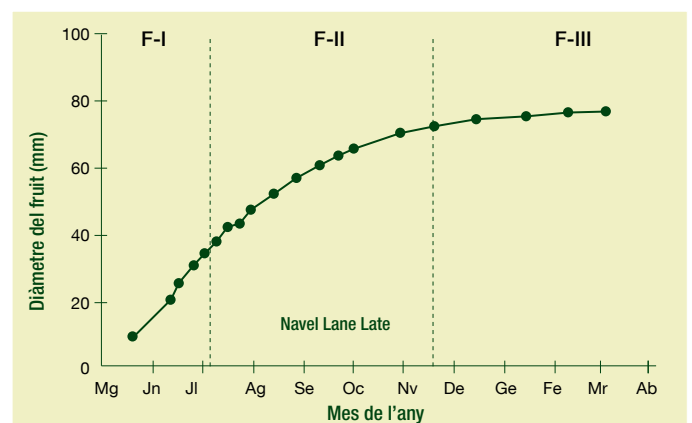
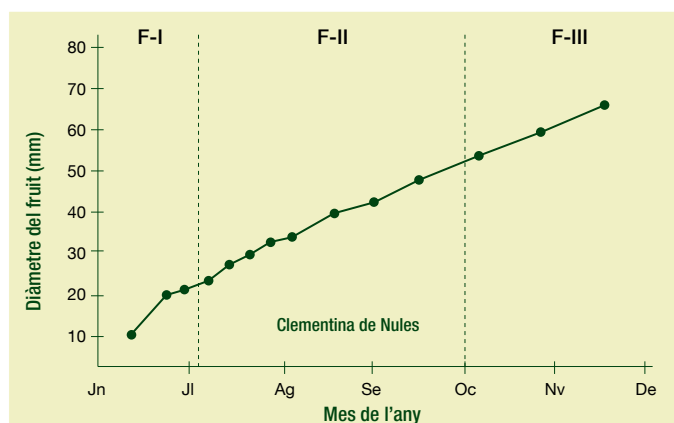


Figura 3. Corba típica de creixement del fruit en Clementina de Nules i Navel Lane Late. Font: IVIA.



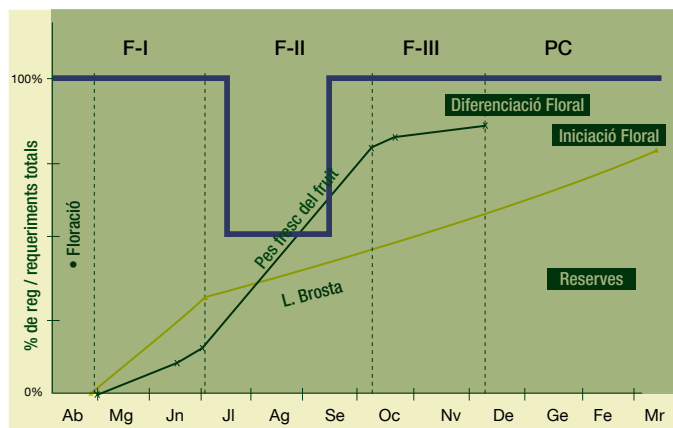
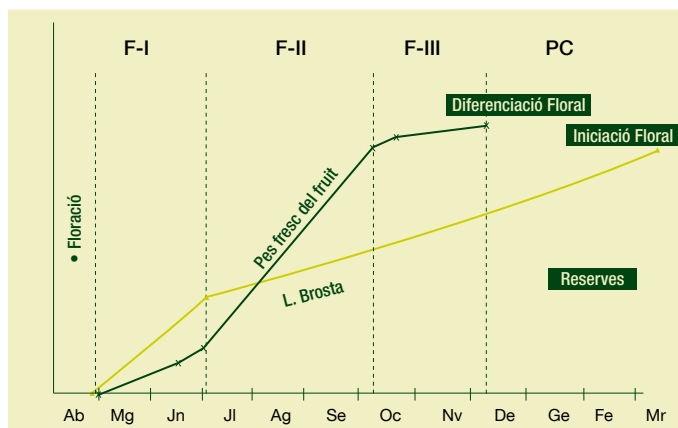


Figura 4. Cicle anual de varietat primerenca i estratègia de Reg Deficitari Controlat. Font: IVA.

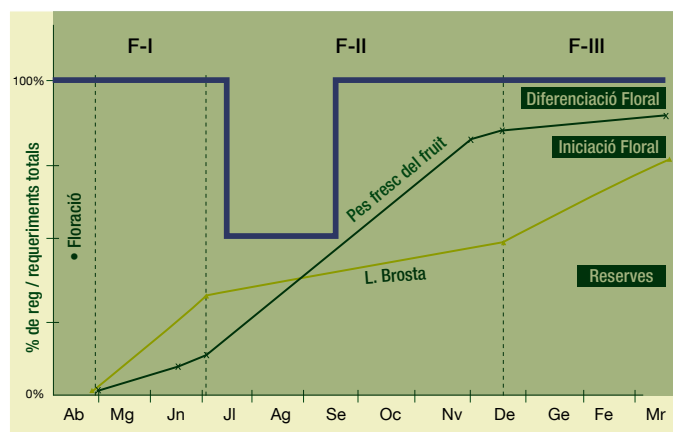
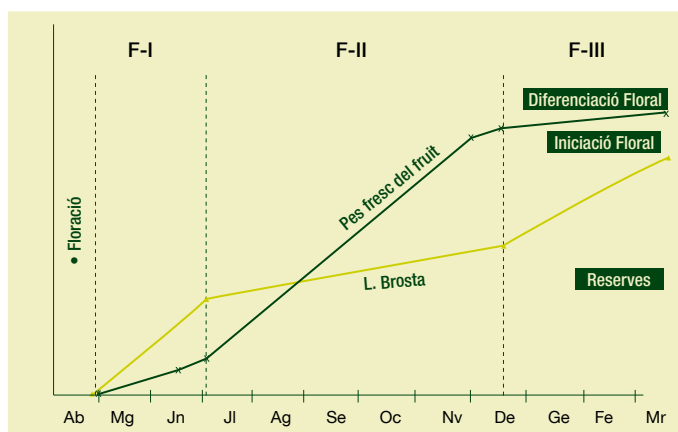


Figura 5. Cicle anual de varietat tardana i estratègia de Reg Deficitari Controlat. Font: IVA.

No obstant això, la F-II permet restriccions d'aigua importants sense comprometre la producció final, sempre que el reg a dosi normal es reprengui amb suficient antelació a la collita perquè els fruits assoleixin tota la seva mida potencial. En aquest sentit, s'ha comprovat durant diversos anys i en diversos horts que

estratègies de Reg Deficitari Controlat (RDC) en 'Clementina de Nules' durant els mesos de juliol a setembre han permès estalvis d'aigua de fins al 20% sense afectar la producció i, fins i tot, han millorat la qualitat interna del fruit. Malgrat tot, hem de posar especial atenció quan apliquem tècniques de RDC, ja que el

nivell d'estrès aconseguit pels arbres no ha de superar uns llindars determinats. En el cas d'estratègies de RDC a l'estiu en Clementina de Nules, no han de superar-se valors de potencial de tija al migdia de -1,5 MPa. A més, cal que tinguem en compte que no totes les varietats presenten la mateixa sensibilitat al dèficit hídric i per tant una estratègia que ha reeixit en una varietat pot reduir la producció en una altra. Així, per exemple, la varietat de taronger Navel Lane Late és més sensible al dèficit hídric que la mandarina Clementina de Nules, i és millor no superar valors de potencial de tija al migdia de -1,3 MPa per a estratègies de RDC a l'estiu.

04 Autors



**Juan Ramón Castel Sánchez (†)**  
 Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible,  
 Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias,  
 Moncada, València



**Carlos Ballester Lurbe**  
 Investigador al Centre Regional & Rural Future,  
 Deakin University, Griffith, Austràlia.  
 carlos.ballesterlurbe@deakin.edu.au

Taula 1. Valors mensuals del Kc recomanats per a cítrics en funció de l'àrea ombrejada.				
Àrea Ombrejada	> 70%	50%	20%	Observacions
Gener	0.66	0.52	0.33	
Febrer	0.65	0.54	0.39	
Març	0.66	0.40	0.22	Final Fase III (varietats tardanes)
Abril	0.62	0.54	0.30	Floració
Maig	0.55	0.51	0.35	Fase I
Juny	0.62	0.60	0.31	Caiguda fisiològica de fruits
Juliol	0.68	0.55	0.40	Fase II
Agost	0.79	0.67	0.44	
Setembre	0.74	0.56	0.49	
Octubre	0.84	0.70	0.66	Fase III (varietats primerenques)
Novembre	0.73	0.77	0.62	
Desembre	0.63	0.78	0.42	

# CAQUI



Figura 1. Detall de les flors i els fruits del caqui (esquerra) i d'un arbre de la varietat "Roig Brillant" amb reg per degoteig. Autor: IVA.

## 01 Condicionants del reg

El caqui (*Diospyros kaki* L. f.) pertany a la família botànica Ebanaceae, gènere Diospyros. Hi ha espècies d'aquest gènere adaptades a les zones tropical, subtropical i temperada. La majoria de les varietats de caqui que s'estan cultivant a Espanya pertanyen a l'espècie *Diospyros kaki*.

El caqui és un arbre de fulla caduca considerat com a minoritari en la fructicultura espanyola i mundial. No obstant això, els darrers set anys, el seu cultiu ha agafat una gran rellevància degut a la comercialització del tipus "Persimon" (caqui dur). Segons avança el Ministeri, hi ha al voltant de 18.000 ha de Caqui a Espanya.

La varietat "Roig Brillant" és una de les més es-teses, ja que, en una mateixa zona de cultiu, es pot collir des de principis d'octubre fins a mitjan desembre en funció del maneig que se'n faci. Per a retardar la maduració del fruit es poden aplicar tractaments amb àcid gibberèl·lic quan aquest comença a virar del color verd al groc. Quan es retarda la maduració de la fruita en l'arbre, l'activitat vegetativa del cultiu es prolonga fins a l'arribada de l'hivern, fet que també condiciona el maneig del reg.

## 02 Fenologia i necessitats hídriques del cultiu

En las condiciones climàtiques de la província de València, aquest fruiter caducifoli



Els coeficients de cultiu poden arribar a valors de 0,90-0,95 durant els mesos d'agost i setembre, quan les necessitats hídriques d'aquest cultiu poden ser bastant elevades.

comença a brostar a mitjan març (al voltant d'un mes després de la floració dels fruiters de pinyol). Passats 25-30 dies de la brostada, floreix i el creixement del fruit es for-



Mitjançant estratègies de reg deficitari, es pot reduir la caiguda de fruits quan l'estrès hídric es produeix a finals de primavera i principis d'estiu.

ça lineal durant tot el període (Figura 2). En aquest sentit, en els estudis realitzats a València amb la varietat "Roig Brillant", no s'han observat períodes clars de parada en el creixement del fruit, tot i que s'alenteix a partir de mitjan agost.

D'altra banda, l'extensió dels brots vegetatius es produeix durant la primavera (Figura 2). A partir de finals de maig, els brots han arribat a la longitud definitiva. Més endavant poden seguir creixent amb molta intensitat altres tipus de brots només vegetatius denominats vulgarment "xupons", el creixement dels quals pot ser molt acusat i competir amb els fruits en creixement.

El caqui "Roig Brillant" per a la comercialització en format "Persimon" es cull abans que n'hagi finalitzat la maduració i, per tant, el seu creixement. Després de la collita, les fulles dels arbres comencen un ràpid procés de senescència i no serien necessàries aportacions de reg. No obstant això, si no hi ha pluges de tardor i la maduració de la fruita s'alenteix amb aplicacions exògenes de gibberèl·lic, és convenient continuar amb les aplicacions del reg fins a ben entrada la tardor.

### 03 Coeficients de cultiu

Els coeficients de cultiu recomanats per al caqui (Taula 1) s'han obtingut a partir d'assaigs en els quals es comparaven les aportacions del reg amb diferents mesures del continuïm sòl-planta-atmosfera. Els coeficients de cultiu poden arribar a valors de 0,90-0,95 durant els mesos d'agost i setembre, quan s'ha observat que les necessitats hídriques d'aquest cultiu poden ser bastant elevades.

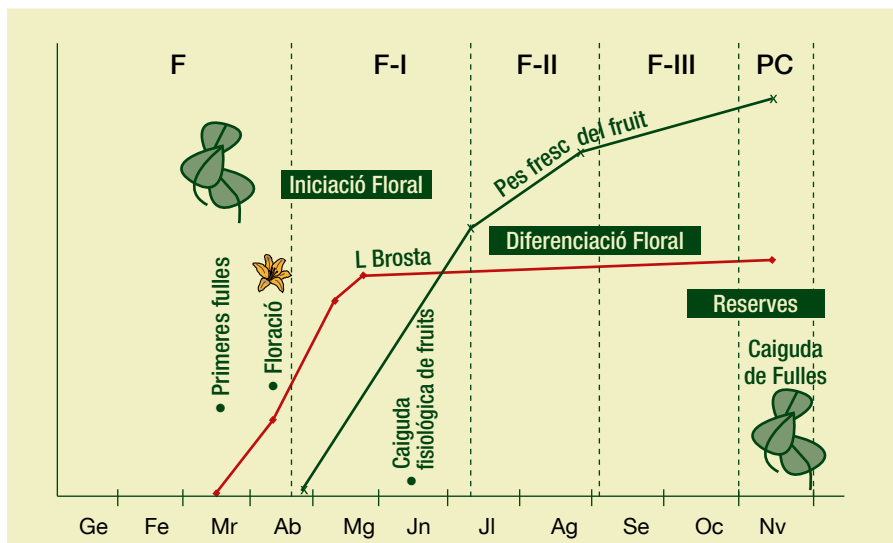


Figura 2. Cicle anual del caqui. Autor: IVIA.

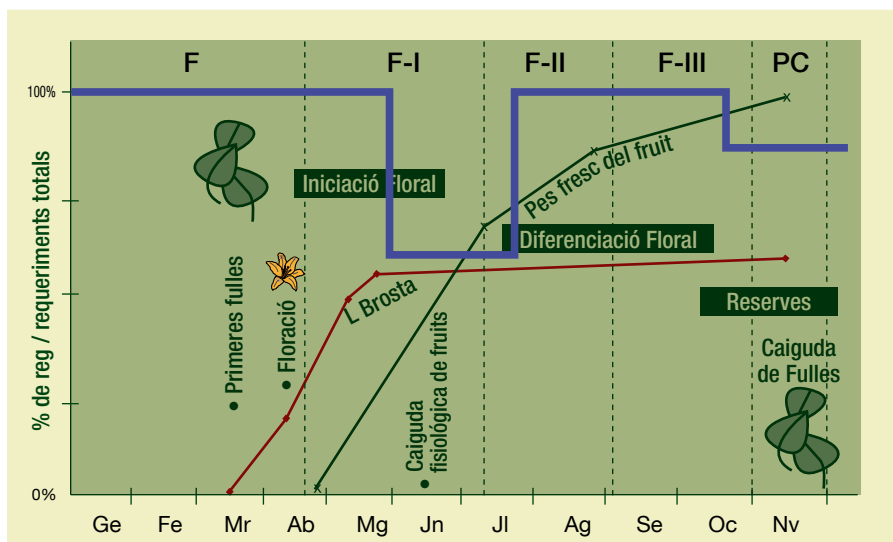


Figura 3. Estratègies de reg de suport. Autor: IVIA.

Aquests coeficients de cultiu són els que es recomana utilitzar per a un reg no limitant i al mateix temps eficient. Si el reg es programa utilitzant coeficients de cultiu inferiors als descrits a la Taula 1, s'estaria realitzant un reg deficitari, com demostren els resultats dels assaigs de camp descrits en detall a Buesa et al. (2013a i 2013b). En aquest sentit, cal destacar que el cultiu del caqui és sensible a l'estrès hídric perquè, independentment del període fenològic en què es produeixi, redueix la mida final del fruit. No obstant això, mitjançant estratègies de reg deficitari es pot reduir la caiguda de fruits quan l'estrès hídric es produeix durant la segona fase de la caiguda de fruits, a finals de primavera i principis d'estiu (Figura 3). Una reducció de la caiguda de fruits pot ser d'in-

terès agronòmic, en particular els anys de poca producció i forta caiguda de fruits en què la productivitat de la plantació pot estar limitada per la càrrega de fruits que l'arbre és capaç de retenir.

En últim lloc, també cal destacar que un estrès hídric moderat durant el creixement final del fruit i la maduració pot avançar la maduració de la fruita, fet de gran importància per al cultiu del caqui, que en aquests moments es basa en una sola varietat i per tant té un gran interès en ampliar el període de recollida. A més a més, els estudis duts a terme van demostrar que l'estrès tardà no afecta negativament la capacitat del fruit de perdre l'astringència després del tractament post-collita previ a la comercialització.

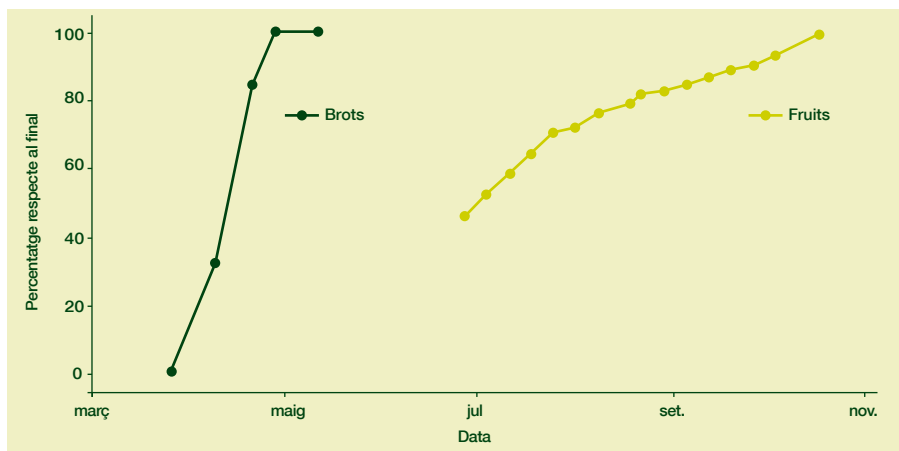


Figura 2. Creixement dels brots i fruit del caqui varietat "Roig Brillant" a València. Autor: IVIA.

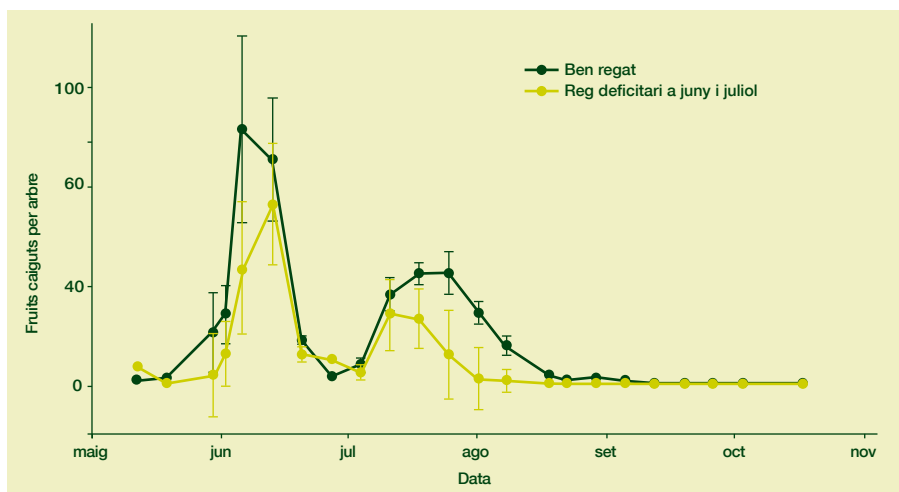


Figura 3. Evolució estacional de la caiguda de fruits als arbres ben regats i amb reg deficitari. Les barres d'error indiquen l'error estàndard de les determinacions. Autor: IVIA.

Taula 1. Coeficients de cultiu (Kc) recomanats per al reg d'arbres adults de caqui "Roig Brillant". Autor: IVIA-STR

Mes	Kc	Observacions
Març	0,18	No començar a aportar reg fins que no brosti la planta.
Abril	0,42	
Maig	0,52	
Juny	0,66	
Juliol	0,84	
Agost	0,89	
Setembre	0,95	
Octubre	0,78	Incrementar a Kc = 1.0 si es retarda la maduració del fruit i la fulla es manté activa.
Novembre	0,48	No és necessari aportar reg després de la collita.



Un estrès hídric moderat durant el creixement final del fruit i la maduració pot avançar la maduració de la fruita i ampliar-ne el període de recollida.

## 04 Bibliografia

E. BADAL, T.A. ABD EL-MAGEED, I. BUESA, D. GUERRA, L. BONET, D.S. INTRIGLIOLO (2013a) "Moderate plant water stress reduces fruit drop of 'Rojo Brillante' persimmon (*Diospyros kaki*) in a Mediterranean climate" a *Agricultural Water Management*, 119:154-160.

I. BUESA, E. BADAL, D. GUERRA, C. BALLESTER, L. BONET, D.S. INTRIGLIOLO (2013b) "Regulated deficit irrigation in persimmon trees (*Diospyros kaki*) cv. 'Rojo Brillante'" a *Scientia Horticulturae*, 159:134-142.

## 05 Autors



### Diego S. Intrigliolo

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias  
Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible  
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC)  
dintri@cebas.csic.es



### Luis Bonet Pérez de León

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias  
Servicio de Tecnología del Riego  
bonet\_lui@gva.es

# MAGRANER



Figura 1. Detall de les flors i fruit del magraner (esquerra) i d'un arbre de la varietat "Mollar d'Elx" amb reg per degoteig. Autor: IVIA.

## 01 Condicionants del reg

El magraner és un fruïter conegut i cultivat des de l'antiguitat, que probablement fou introduït a la península Ibèrica des del Mediterrani oriental al segle VI aC. És un dels fruïters bíblics, com la vinya, l'olivera o la palmera. Encara que tradicionalment s'ha considerat com a minoritari, els darrers anys, ha despertat un gran interès per l'augment del consum de magranes com a aliment amb propietats antioxidants i benefici-



**En les condicions climàtiques de la principal zona de producció, les dotacions anuals poden apropar-se als 4.500 m<sup>3</sup>/ha.**

oses per a la salut. Segons les dades de l'Anuari d'Estadística Agrària, el 2010 a Espanya hi havia plantades 2.465 ha de magraners. Fent una estimació de les plantacions realitzades els darrers anys, el Ministeri estima una superfície de 5.000 ha. amb una producció superior a les 45.000 tones.

Aquest arbre de fulla caduca s'adapta bé als sòls marginals i és relativament tolerant a la sequera i a la salinitat. Així i tot, per a la comercialització de la magrana per a consum en fresc, es considera important realitzar aportacions correctes de reg per cobrir les necessitats hídriques del cultiu i maximitzar la mida final del fruit.

## 02 Fenologia del cultiu

A la província d'Alacant (principal zona de cultiu d'Espanya), el magraner comença a brostar a mitjan febrer (uns 15 dies després de la floració dels fruïters de pinyol). A finals

d'abril, uns 45-60 dies després de la brosta, comença la floració que continuarà de manera escalonada durant diversos mesos. En el mateix arbre pot haver flors hermafrodites o funcionalment masculines, en diferents proporcions segons la varietat.

El creixement del fruit és força lineal durant tot el període (Figura 2). De fet, durant els estudis realitzats a Elx (Alacant) amb la varietat "Mollar d'Elx", no es van observar períodes de parada; ni tan sols a l'octubre, quan es fa la collita, hi va haver desacceleració del creixement en el diàmetre dels fruits.

## 03 Necessitats de reg i coeficients de cultiu

Els coeficients de cultiu recomanats per al magraner (Taula 1) s'han obtingut a partir d'assaigs en què es comparaven les aportacions del reg amb diferents mesures del

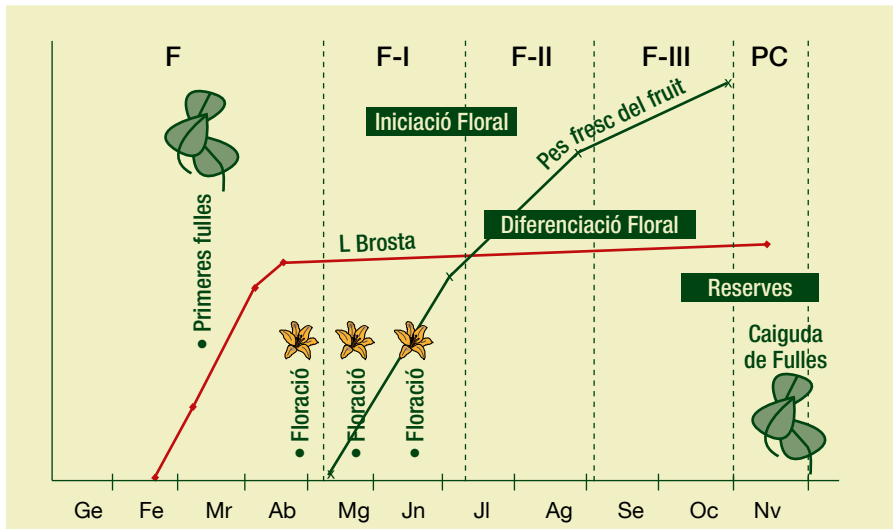


Figura 2. Cicle anual del magraner. Autor: IVA.

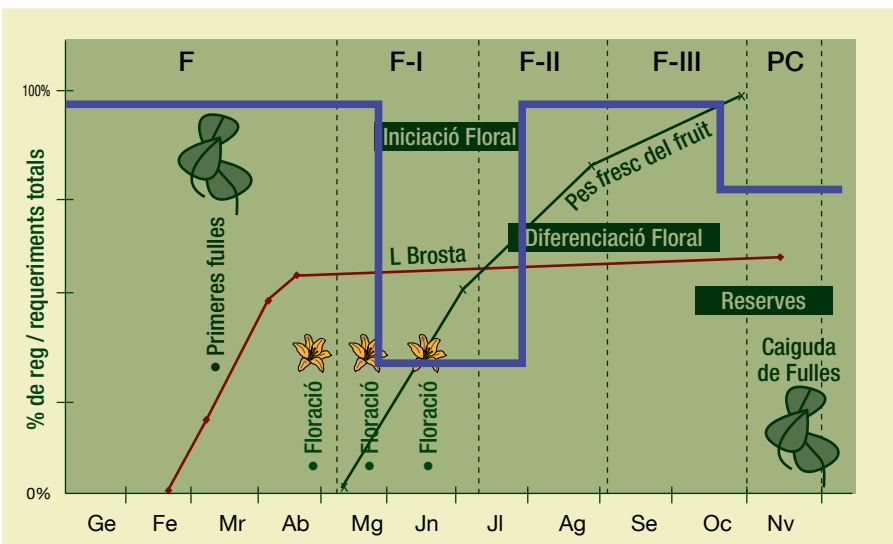


Figura 3. Estratègies de reg de suport. Autor: IVA.

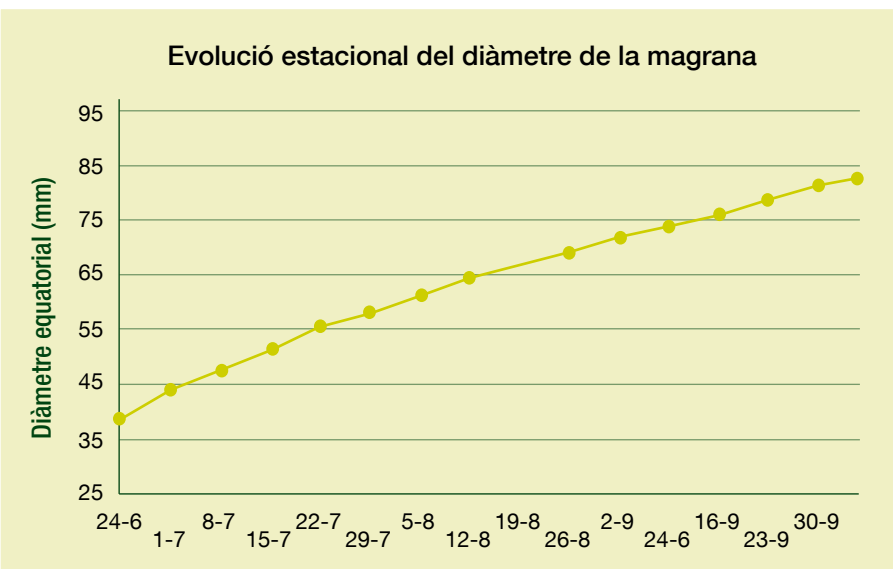


Figura 4. Creixement de la magrana "Mollar d'Elx" a la zona productora d'Elx (Alacant). Autor: IVA.



Permet incrementar notablement l'eficiència en l'ús de l'aigua (+15/25%) amb poca variació en el pes mitjà del fruit (-5/10%).

continuum sòl-planta-atmosfera. Els coeficients de cultiu van incrementant durant la primavera a conseqüència del desenvolupament vegetatiu dels arbres, arribant, en arbres adults, a valors màxims pròxims a 0,70 durant els mesos de setembre i octubre. Aquests coeficients de cultiu són els que es recomana utilitzar per a un reg no limitant, però al mateix temps eficient. Sobre aquesta base i en les condicions climàtiques de la principal zona de producció, les dotacions anuals poden apropar-se als 4.500 m<sup>3</sup>/ha.

No obstant això, el magraner acostuma a trobar-se en zones amb fortes limitacions hídriques que no permeten realitzar una programació de reg que cobreixi el 100% de les seves necessitats; en aquest cas, és necessari conèixer la resposta d'aquesta espècie a les restriccions de reg. Si el reg es programa utilitzant coeficients de cultiu inferiors als descrits a la Taula 1, s'estaria realitzant un reg deficitari, els efectes del qual han estat estudiats en assaigs de camp descrits amb detall a Intrigliolo et al. (2013) i Laribi et al. (2013).

En aquest sentit, cal destacar que el cultiu del magraner és tolerant a l'estrès hídric perquè, independentment del període fenològic en què es produeixi, permet incrementar notablement l'eficiència en l'ús de l'aigua (+15/25%) amb poca variació en el pes mitjà del fruit (-5/10%). De tota manera, és recomanable estar atent i no superar els -1,7 MPa de potencial hídric de tija. A més a més, mitjançant estratègies de reg deficitari es poden reduir la caiguda de fruits quan l'estrès hídric s'aplica durant el quallat a finals de la primavera. Una reducció de la caiguda de fruits pot ser d'interès agronòmic, en particular els anys de poca producció i forta caiguda de fruits en els quals la productivitat de la plantació pot estar limitada per la càrrega de fruits que l'arbre és capaç de retenir.



Figura 5. Detall de magranes "Mollar d'Elx" amb diferents tractaments de reg: controlat i sempre ben regat (esquerra) i reg deficitari durant la maduració de la fruita (dreta). Autor: IVIA.

→  
Un estrès hídric moderat dut a terme durant el creixement final del fruit i la maduració pot permetre incrementar la coloració externa dels fruits.

**Taula 1. Coeficients de cultiu (Kc) recomanats per al reg d'arbres adults de magraner.**  
Autor: IVIA-STR

Mes	Kc	Observacions
Març	0,29	No començar a aportar reg fins que no brosti la plantació
Abril	0,39	
Maig	0,48	
Juny	0,58	
Juliol	0,63	
Agost	0,64	
Setembre	0,70	
Octubre	0,70	Reduir el coeficient de cultiu després de finalitzar la collita
Novembre	0,39	No és necessari aportar reg després de la recol·lecció

Un estrès hídric moderat dut a terme durant el creixement final del fruit i la maduració pot permetre incrementar la coloració externa dels fruits (Figura 5). Aquest fet és de particular interès agronòmic en la varietat "Mollar d'Elx", perquè la fa més atractiva comercialment. Per acabar, destaquem que el reg deficitari pot aplicar-se en el cultiu del magraner com una eina per a millorar la composició i conservació de la fruita.

**04 Bibliografia**

D.S. INTRIGLILOLO, L. BONET, P. A. NORTES, H. PUERTO, E. NICOLAS AND J. BARTUAL (2013) "Pomegranate trees performance under

sustained and regulated deficit irrigation". *Irrigation Science*, 31:959-970.

A.I. LARIBI, L. PALOU, D.S. INTRIGLILOLO, P.A. NORTES, C. ROJAS, V. TABERNER, J. BARTUAL, M.B. PÉREZ-GAGO ( 2013) "Effect of sustained and regulated deficit irrigation on fruit quality of pomegranate cv. 'Mollar de Elche' at harvest and during cold storage". *Agricultural Water Management*, 125:61-70.

Superficies y producciones anuales de cultivos, MAPAMA <http://www.mapama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/>

**05 Autors**



**Diego S. Intrigliolo**  
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias  
Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible  
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura  
(CEBAS-CSIC)  
[dintr@cebas.csic.es](mailto:dintr@cebas.csic.es)

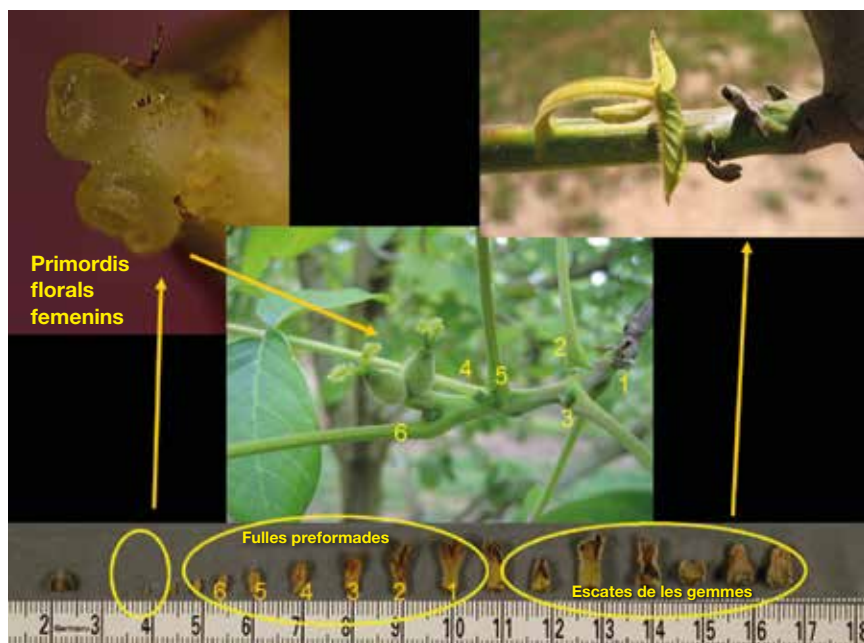


**Luis Bonet Pérez de León**  
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias  
Servicio de Tecnología del Riego, Unidad Asociada al CSIC Riego en la Agricultura Mediterránea  
[bonet\\_lui@gva.es](mailto:bonet_lui@gva.es)



**Julián Bartual Martos**  
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias  
Estación experimental de Elche  
[bartual\\_jul@gva.es](mailto:bartual_jul@gva.es)

# NOGUER



**Figura 1.** Durant la primavera actual, el creixement inicial en fulles de noguer prové de material preformat en el borró durant l'estiu anterior. Autor: B. Lampinen (UCDavis).

## 01 Condicions de reg

El noguer és una espècie altament sensible al dèficit hídric i molt exigent des d'un punt de vista de requeriments hídrics. És típic de zones humides o amb dotacions importants d'aigua de reg.

## 02 Fenologia del cultiu

El desenvolupament dels borrons en el noguer comença a partir de mig març i es perllonga fins a finals d'abril segons la varietat i el lloc (Fig. 1 i 3-F veg.). Les flors del noguer són monoiques, això vol dir que les flors poden ser solament masculines o femenines i que, a més, estan localitzades en llocs diferents de l'arbre. La flor femenina donarà lloc a la nou i la masculina aportarà el pol·len per a la fertilització, que per cert, és autocompatible. En la majoria de varietats de noguers comercials, les flors masculines cauen abans que les femenines siguin receptives. És per aquesta raó que l'ús de pol·linitzadors amb una flor masculina que coincideix en el moment de clímax de la flor femenina ha estat tradicionalment necessari, i en una proporció del 3-5%. En el cas de varietats en què hi ha un bon solapament entre la florada masculina i la femenina, no resulta necessari utilitzar pol·linitzadors.

L'aparició de fulles noves, des d'un bon principi, obeeix a l'expansió d'òrgans ja formats i replegats en el borró durant l'any anterior (indicat com a 1-6 a la Figura 1). El noguer és únic quant al fet que, quan és jove, durant l'estiu es pot trobar material vegetal preformat l'any anterior (creixement vegetatiu ocorregut sota la posició de la nou) juntament amb creixement vegetatiu de neoformació durant l'any en qüestió (Figura 2). Si hi ha condicions favorables per al creixement vegetatiu durant l'estiu anterior, pot passar que l'estiu present hi hagi una gran quantitat de material neoformat (més fulles de la present estació que de l'estiu anterior).

La iniciació de borrons amb contingut combinat reproductiu/vegetatiu es produeix sobre brots amb creixement actiu de forma continuada des de finals de primavera i es perllonga durant tot l'estiu. En conseqüència, qualsevol tipus d'estrès durant aquest període pot influenciar la formació dels borrons.

## 03 Necessitats Hídriques

Com que el noguer borrona relativament tard comparat amb d'altres espècies arbòries com ara l'ametller o el presseguer, els seus requeriments hídrics poden ser retardats en

**Taula 1.** Coeficients de cultiu en noguer. Autor: Goldhamer, 2012

	Coeficient de cultiu (Kc)
Març 16-31	0,12
Abril 1-15	0,53
Abril 16-30	0,68
Maig 1-15	0,79
Maig 16-31	0,86
Juny 1-15	0,93
Juny 16-30	1,00
Juliol 1-15	1,14
Juliol 16-31	1,14
Agost 1-15	1,14
Agost 16-31	1,14
Setembre 1-15	1,08
Setembre 16-30	0,97
Octubre 1-15	0,88
Octubre 16-31	0,51
Novembre 1-15	0,28





Figura 2. Creixement neofomat (a l'esquerra de les nous) i preformat (a la dreta de les nous). Autor: B. Lampinen, UC Davis.

el temps (Taula 1). Una parcel·la de noguer amb una molt bona cobertura vegetativa a Califòrnia té un consum mitjà de 1.067 mm d'aigua a l'any (aquesta quantitat inclou aigua emmagatzemada al sòl, pluja i reg).

En el cas de la zona regable de l'Urgell, aquests requeriments totals podrien arribar (tan sols pel que fa a l'aigua de reg) a uns 750 mm anuals (Fig. 4)

La presència d'estrès hídric (tant en excés com per defecte) durant la fase d'ompliment de la nou pot provocar una sèrie de defectes en el fruit, segons el moment exacte de l'estrès màxim. En el cas concret de la varietat "Chandler", això succeeix entre el juliol i principis de setembre. Si l'estrès passa a principis de juliol, la nou pot quedar força clivellada, però si succeeix a mitjan o finals de juliol el clivellat pot manifestar-se només a la punta. En canvi, si es produeix més tard (entre agost i principis de setembre), el problema es limita a la coloració de la capa externa de la llavor.

El noguer és sensible al dèficit hídric i, per això, els experiments on s'ha intentat aplicar reg deficitari donen resultats menys positius que els fets amb d'altres espècies que presenten un període ben clar on es pot reduir el reg (Goldhamer et al., 1990; Lampinen et al., 2004). Tanmateix, cal tindre present que el reg en excés és molt perillós, ja que el noguer també és molt sensible a un excés d'humitat al sòl. A Califòrnia, l'excés de reg tendeix a ser un problema més greu per al noguer que regar per sota dels nivells recomanats a la Taula 1.

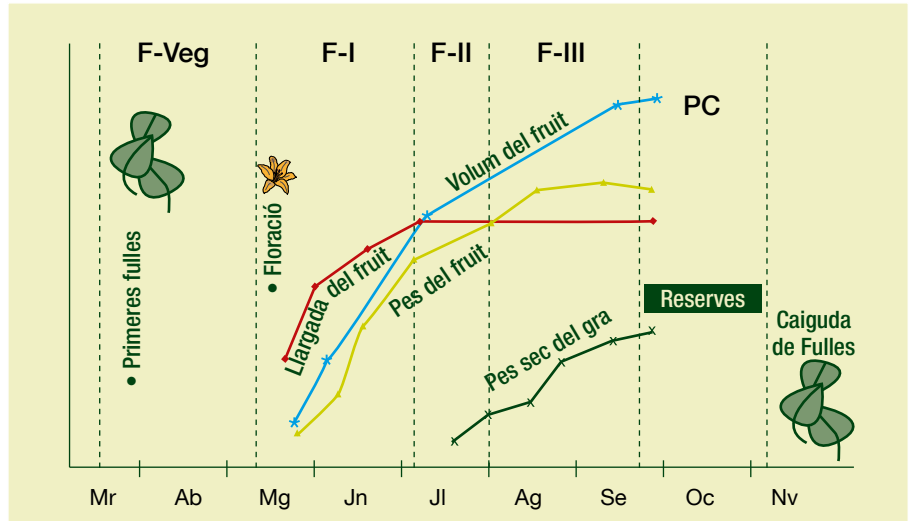


Figura 3. Cicle anual del noguer. Font: IRTA.

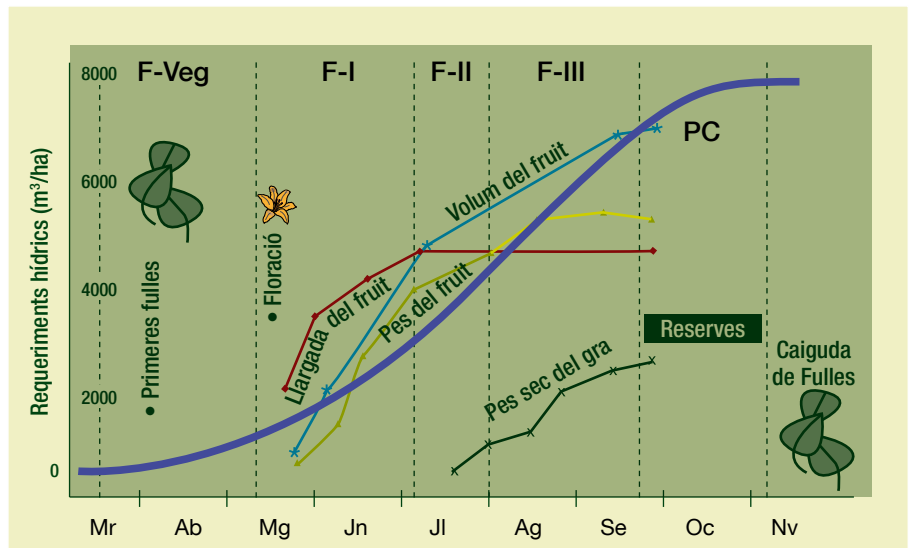


Figura 4. Evolució estacional dels requeriments hídrics acumulats del noguer per les condicions climàtiques del Pla d'Urgell. Font: IRTA.

04 Bibliografia

GOLDHAMER, D.A., BEEDE, R., SIBBETT, S., RAMOS, D., VAN BROCKLING, F., 1990. First year recovery following a simulated drought in walnut. In: Walnut Research Reports. Sacramento, CA, USA, Walnut Marketing Board:66-72.

GOLDHAMER, D.A., 2012. Crop Yield Response to Water: Walnut. In: Steduto P, Hsiao TC, Fereres E, Raes D (eds). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 66, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp 410-413.

LAMPINEN, B., BUCHNER, R., FULTON, A., FRANT, J., MILLS, N., PRICHARD, T., SCHWAN- KL, L., SHACKEL, K., GILLES, C., LITTLE, C.,

METCALF, S., RIVERS, D., GAMBLE, V., 2004. Irrigation management in walnut using evapo- transpiration, soil and plant based data. In: Walnut Research Reports. Sacramento, CA, USA, Walnut Marketing Board:113-136.

05 Autors



**Bruce D. Lampinen**  
Especialista en noguers i ametllers  
Departament de Ciències Vegetals,  
Universitat de Califòrnia, Davis  
bdlampinen@ucdavis.edu



**Joan Girona i Gomis**  
Investigador IRTA  
Programa Ús Eficient de l'Aigua en Agricultura  
joan.girona@irta.cat

# REQUERIMENTS HÍDRICS DEL PRESSEGUER SOTA XARXES ANTICALAMARSA A CATALUNYA



Figura 1. Detalls del camp experimental amb xarxes. Corbins, 2006. Autor: Joan Girona.

## 01 Introducció

Les xarxes anticalamarsa protegeixen els cultius dels danys de tempestes i calamarsa, però també redueixen la radiació solar que incideix sobre els arbres. Aquest fet afecta el càlcul de l'evapotranspiració (ET) i pot reduir el consum d'aigua dels fruiters. Per tant, la instal·lació de xarxes podria oferir un estalvi potencial d'aigua per als cultius que creixen en zones àrides.

## 02 Metodologia

Per tal de comprovar quanta aigua es pot estalviar, es va estudiar l'efecte d'una xarxa de color negre sobre l'ús de l'aigua, el creixement, el rendiment i la qualitat de la fruita en presseguers durant dos anys consecutius (2006 i 2007). Es va fer servir un disseny experimental en 3 blocs a l'atzar i 3 repeticions. Cada bloc, tenia una unitat de parcel·la coberta per una xarxa anticalamarsa (malla) i una altra unitat, immediatament adjacent sense coberta (Control). Cada unitat de parcel·la tenia 6 fileres de 12 arbres. La xarxa era del tipus Benihail negre (mida de malla 7,42 mm × 3,02 mm; BeniPlast, SA, Benigànim, València, Espanya) i el fabricant certificava una reducció de radiació d'un 16%.

Per al càlcul de l'estalvi d'aigua, es va assumir que aquest es podria estimar quan la mesura d'estrès hídric de l'arbre (potencial al migdia ( $\Psi_{stem}$ )) fora semblant entre els arbres sota i fora de les malles. Aquest mètode es va ajustar durant la campanya 2006, reduint seqüencialment el reg en els arbres sota malla.

## 03 Resultats

Durant el 2006 es va començar amb una primera fase de reducció de reg per als arbres sota malla (vegeu fase A de la Taula 1), aplicant-se un 85% de la dosi del Control. En aquesta primera fase es va trobar que els arbres sota malles podrien haver estat regats en excés perquè presentaven valors superiors en  $\Psi_{stem}$  (Figura 2).

En la segona fase (vegeu fase B de la Taula 1), es va fer una aplicació més restrictiva, del 72% del Control, i els valors de  $\Psi_{stem}$  entre tractaments es van igualar (Figura 2).

Més endavant, es va reduir l'aplicació de reg al 56% del control i els arbres sota malla van començar a donar indicis de falta d'aigua (els valors inferiors de  $\Psi_{stem}$  eren dels arbres sota malla) (Figura 2).

D'aquesta resposta, se'n pot despendre que la reducció de reg adequada per a arbres sota malla podria ser del 25% respecte al Control.

Càlculs addicionals sobre la reducció de l'evapotranspiració en arbres sota malla a partir de mesures de radiació incident sota malla, temperatura, humitat i velocitat del vent van confirmar que sota malla l'evapotranspiració es reduïa en igual proporció al 25% (Taula 1).

És per això que a l'any següent (2007) es va decidir aplicar de forma constant un 75% de les dosis Control per poder avaluar possibles canvis sobre la capacitat productiva.

El resultat durant 2007 va ser que els valors de  $\Psi_{stem}$  van ser afins entre els tractaments confirmant la idoneïtat de l'ajust del reg a les condicions de les malles. Els resultats productius durant el 2007 indicaren que la grandària del fruit va ser semblant entre els tractaments, però els rendiments van ser més baixos en els arbres sota malla a causa de la disminució del nombre de fruits. El 2007, no hi va haver diferències entre els tractaments en el color de pell o fermesa de la polpa dels fruits. Les concentracions de sòlids solubles, però, van ser majors en la fruita dels arbres de Control (Taula 2).

## 04 Conclusions

Quan sigui necessari l'ús de les xarxes anticalamarsa com la que s'ha utilitzat en l'experiment, es recomana una reducció del 25% del reg, malgrat la possible inducció a rendiments inferiors en nombre de fruits. Aquesta reducció és causada per la disminució de radiació incident sobre els arbres sota malla i no pels ajustos recomenats en el reg.



**Amb xarxes anticalamarsa com la que s'ha utilitzat en l'experiment, es recomana una reducció del 25% del reg, malgrat la possible inducció a rendiments inferiors en nombre de fruits.**

**Taula 1. Paràmetres de consum d'aigua pel cultiu. Evapotranspiració potencial estimada (ET0) i els valors de l'evapotranspiració del cultiu calculat (ETc), i les taxes d'aplicació d'aigua als presseguers cultivats sense coberta (Control) o sota xarxes de calamarsa a Catalunya, 2006 i 2007**

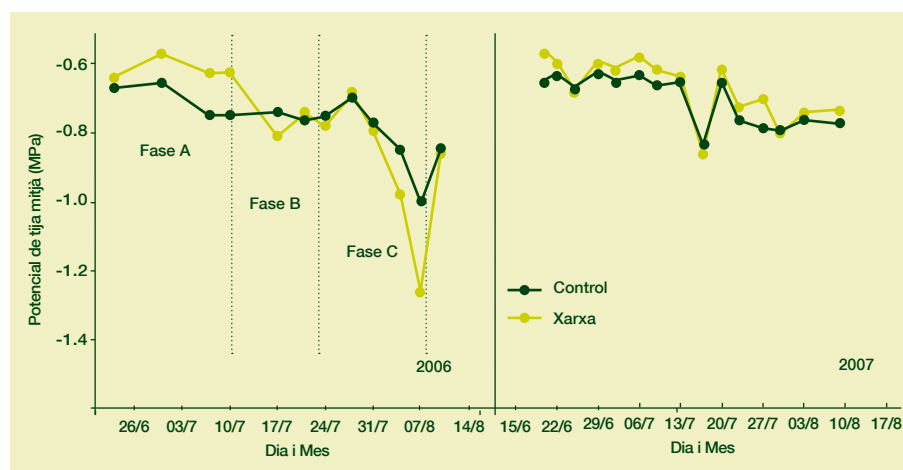
Anys	ET0 (mm)		ETc (mm)		Reg (mm)	
	Control	Malla	Control	Malla	Control	Malla
<b>2006 (Seqüències de reg)</b>						
A (18 juny-10 juliol)	139*	104	120	90	147	125
B (10 juliol-24 juliol)	86	65	79	60	118	85
C (24 juliol-7 agost)	93	70	90	68	98	55
<b>Total</b>	<b>318</b>	<b>239</b>	<b>289</b>	<b>218</b>	<b>363</b>	<b>265</b>
<b>2007</b>						
(1 juny-16 agost)	425	322	403	306	439	332

\* Són les mitjanes de 30 arbres per tractament (TRT). Els arbres control es van regar per restituir l'evapotranspiració del cultiu. Els arbres sota malla es van regar durant el 2006 amb reduccions seqüencials sobre els valors d' ETc i durant el 2007 es va aplicar una reducció fixa que produís valors de Ψstem similars en els dos tractaments.

**Taula 2. Efectes de les xarxes de calamarsa sobre el creixement, el rendiment i la qualitat de la fruita en els presseguers que creixen a Catalunya**

Paràmetres	2006		2007	
	Control	Xarxa	Control	Xarxa
Collita 1 (kg/arbre)	33,9a*	28,9b	14,0a	8,4b
Collita 2 (kg/arbre)	-	-	12,5	14,1
Total (kg/arbre)	33,9a	28,9b	26,5a	22,5b
Nre. fruits a l'arbre	215	206	132a	111b
Pes fresc del fruit (g)	159a	141b	208	204
Color de la pell	86,1b	88,8a	86,4	88,4
SSC(%)	-	-	12,3a	11,6b
Fermesa del fruit (N)	-	-	54,9	54,2
Floració de retorn (nre. de flors node-1)	0,67	0,66	0,72a	0,63b
Quallat (%)	28,2	25,4	40,5	35,0

\* Les dades de les components del rendiment són mitjanes de 30 arbres per tractament. Les dades sobre la qualitat de la fruita són mitjanes d'almenys 12 fruits per tractament. Els valors seguits d'una lletra minúscula diferent són significativament diferents a P ≤ 0,05. ‡ SSC, concentració de sòlids solubles.



**Figura 2.** Canvis en el potencial hídric de la tija del migdia (Ψstem) per al 2006 i 2007 en arbres Control i arbres sota malla. Les dades són les mitjanes de 12 arbres per tractament. Els asteriscs indiquen diferències estadísticament significatives (P ≤ 0,05). Els arbres control es van regar per restituir l'evapotranspiració del cultiu. Els arbres sota malla es van regar durant el 2006 en reduccions seqüencials sobre els valors d'ETc i durant el 2007 es va aplicar una reducció fixa que produís valors de Ψstem similars en els dos tractaments.

05 Autors



**Joan Girona i Gomis**  
Investigador IRTA  
Programa Ús Eficient de l'Aigua en Agricultura  
joan.girona@irta.cat



**Jordi Marsal i Vilà (†)**  
Investigador IRTA  
Programa Ús Eficient de l'Aigua en Agricultura



## L'ENTREVISTA

**Gabriel Anzaldí**  
Cap de la Unitat de Sistemes de Gestió Intel·ligents d'Eurecat

### “AMB SIMULAREG, POTS MILLORAR LES TEVES ESTRATÈGIES DE REG VEIENT-NE ABANS ELS RESULTATS I COMPARANT-LES AMB LES D'UN EXPERT”

Extracte de l'entrevista publicada a <http://ruralcat.gencat.cat>



**Gabriel Anzaldí és cap de la Unitat de Sistemes de Gestió Intel·ligents d'Eurecat (membre de Tecnio) i gerent de la seu d'Eurecat a Lleida, des d'on lidera l'equip que desenvolupa aplicacions TIC avançades per als sectors agroalimentaris, energètics, mediambientals i industrials. És enginyer electrònic i de telecomunicacions, màster especialista en telecomunicacions i diplomat en Estudis Avançats en Sistemes Electrònics. La seva extensa trajectòria professional s'ha desenvolupat en els àmbits públic i privat, a escala tant nacional com internacional.**

#### Què és el SimulaReg?

És un simulador de reg que ofereix un entorn de proves per poder comprovar el comportament d'un cultiu o parcel·la virtual davant una determinada programació de reg. A la parcel·la virtual, es poden definir paràmetres de climatologia, tipus de cultiu, sòl i sistema de reg; i, en el programador de reg, es poden configurar les estratègies que l'usuari consideri apropiades, com si es tractés d'un programador de reg convencional.

Una vegada definida la parcel·la i la programació, es poden simular i visualitzar els resultats teòrics de la programació proposada per l'usuari, i comparar-los amb els resultats que obtindria un expert.

#### Quina és la història d'aquesta eina?

SimulaReg és el fruit d'un consorci format pel centre tecnològic Eurecat, l'Institut de Recerca

i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) i el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (DARP).

Vam començar a parlar del projecte l'any 2011. En aquell moment, hi havia diferents simuladors de reg, però cap enfocat a l'aprenentatge o que permetés als agricultors introduir-se d'una manera senzilla en les millors pràctiques de reg. L'any 2012, ens vam presentar a una ajuda europea del programa Life+ i vam obtenir el finançament. Llavors, vam començar el procés de definició i desenvolupament del producte.

La primera fase va ser la creació del programari, per a la qual es va recollir l'experiència i el coneixement agronòmic de l'IRTA i es va integrar en la plataforma. Per validar tot aquest programari, es va realitzar un monitoratge molt exhaustiu en una parcel·la demostrativa de l'IRTA i a 14 parcel·les de 7 comunitats de regants diferents (Canals d'Urgell, Catalunya i Aragó, Segarra-Garrigues, Garrigues Sud, Segrià Sud, Algerrí-Balaguer i Carrassumada). La informació es va incorporar a la base de dades del Sistema Expert i es van fer sessions de formació i seguiment dels resultats amb els agricultors col·laboradors.

La segona etapa, de difusió i transferència, va tenir lloc al llarg de 2015. Es van impartir classes de formació i jornades de difusió de l'eina a agents del sector: estudiants d'escoles agràries, agricultors professionals, emprenedors i tècnics.

**“Arriba a una gran quantitat d'usuaris, ja siguin científics, tècnics, agricultors o estudiants. A més, tothom hi pot accedir en línia de manera gratuïta a través de RuralCat i l'Oficina del Regant”**

#### Quins són els punts forts d'aquesta eina? Quin paper pot tenir en la formació en reg?

Com a punt fort, en destacaria la senzillesa i disponibilitat. Com ja he dit, quan vam iniciar

el projecte, hi havia altres programadors de reg en el mercat però eren complicats: els usuaris necessitaven proporcionar molts paràmetres per caracteritzar les seves parcel·les. En el SimulaReg, gràcies a la combinació dels models agronòmics proporcionats per l'IRTA i els sistemes d'intel·ligència artificial d'Eurecat, amb poques dades es pot fer una simulació i un ús òptim de l'eina. Així, arriba a una gran quantitat d'usuaris, ja siguin científics, tècnics, agricultors o estudiants. A més, tothom hi pot accedir en línia de manera gratuïta a través de RuralCat i l'Oficina del Regant. De fet, tenim usuaris no només a Catalunya sinó també a Espanya i d'altres països d'Europa i Amèrica Llatina.

Pel que fa a la formació en reg, resulta una eina excel·lent perquè l'usuari pot evolucionar les seves estratègies de reg segons els resultats de les simulacions i la comparació amb les recomanacions de Bones Pràctiques del Sistema Expert. El poden utilitzar els formadors en cursos sobre reg o els usuaris de manera autònoma.

**“Hem millorat part de la seva programació i la seva usabilitat perquè sigui més pràctica i intuïtiva, i també hem editat noves guies didàctiques”**

#### S'han assolit els objectius del projecte? Preveieu desenvolupar més aquesta eina?

L'objectiu era aconseguir una eina senzilla que ajudés a aprendre i consolidar Bones Pràctiques de reg, i això està totalment aconseguit. Considerem que ha estat tot un èxit, no només per tota la gent que s'hi va involucrar, sinó també per la seva difusió i implementació, ja que tenim molta activitat a l'eina.

Tant és així que, malgrat que el projecte Life+ va finalitzar l'any 2015, hem continuat millorant-la. Hem millorat part de la seva programació i la seva usabilitat perquè sigui més pràctica i intuïtiva, i també hem editat noves guies didàctiques per al professorat. Ha esdevingut un projecte útil i de continuïtat.

