

DOSSIERTÈCNIC

FORMACIÓ I ASSESSORAMENT AL SECTOR AGROALIMENTARI

N30

Agost 2008

ÚS EFICIENT DE L'AIGUA EN SITUACIONS EXTREMES

P03 La gestió del regadiu en temps d'escassetat d'aigua **P05** Maneig del reg de pomera en condicions de sequera extrema **P09** Aspectes sobre l'aplicació de l'aclarida de fruita com a tècnica de mitigació d'estrès hídric en perera **P12** Mitigació de sequera en presseguer mitjançant tècniques culturals: esporga d'estiu i aclarida de fruits **P15** Efectes del reg en préssec per a la indústria: creixement estacional, producció i qualitat **P18** El reg dels cítrics en condicions de sequera **P24** L'Entrevista



ruralCat

La comunitat virtual agroalimentària
i del món rural

www.ruralcat.net



Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura,
Alimentació i Acció Rural
www.gencat.cat/dar





PRESENTACIÓ



Joaquim Llena i Cortina
Conseller d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural

L'aigua és un recurs limitat i, alhora, un factor de producció clau per l'agricultura catalana, que cal gestionar de la millor manera possible. Per produir aliments, fa falta aigua, d'això no hi ha cap mena de dubte, però el que sí està clar és que, cada cop més, caldrà fer-ne un ús el més eficient possible, i, sobre tot, en situacions de manca de disponibilitat d'aquest recurs.

En el Dossier que ara us presentem, volem donar-vos una visió global sobre la gestió del reg en temps d'escassetat d'aigua, així com de les tècniques més adients per dur a terme el seu maneig en condicions de sequera extrema, en conreus com la pomera, la perera, el préssec i els cítrics.

Des del Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural (DAR) s'aposta per tota una sèrie d'actuacions encaminades a l'augment de l'eficiència dels regadius catalans; d'una banda, amb la modernització de regadius per part de la Direcció General de Desenvolupament Rural i d'altra, potenciant l'assessorament, la formació i la transferència tecnològica envers el reg mitjançant la Direcció General d'Alimentació, Qualitat i Indústries Agroalimentàries i a través de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA).

Recentment, el DAR ha signat el conveni RIDECO, inicials que pertanyen a 'Riego Deficitario Controlado', amb l'equip del projecte RIDECO-Consolider, format pels grups més rellevants d'investigadors en matèria de reg de l'arc mediterrani (CITA, AulaDei-CSIC, IRTA, UdL, IVIA, CEBAS-CSIC, UCO, IAS-CSIC) i que té com un dels seus principals objectius la divulgació i la transferència tecnològica al sector de tot el coneixement generat, mitjançant jornades tècniques, visites a parcel·les experimentals, etcètera.

Els articles que formen part d'aquesta publicació, realitzats tots per investigadors de l'equip RIDECO-Consolider, us proporcionaran coneixements tècnics contrastats, que us serviran d'ajuda en la presa de decisions envers com regar els vostres conreus en situacions extremes de manca d'aigua, procurant que la seva productivitat sigui màxima.

Regar bé no és fàcil i per aquest motiu des del DAR es compta amb diferents instruments, com el Pla Anual de Transferència Tecnològica (on s'emmarquen els convenis de col·laboració amb experts), el Programa Anual de Formació Agrària, el portal virtual agroalimentari de RuralCat, on disposeu de l'eina de recomanacions de reg, els Dossiers Tècnics, productes tots que volen servir-vos de suport en tot aquest camí complex que suposa regar les vostres parcel·les.

En aquesta mateixa direcció l'IRTA te endegat un potent programa de R+D+T+i, amb la finalitat de millorar la productivitat de l'aigua (que ha de significar una millora en la rendibilitat de les explotacions) i incrementar l'estalvi (amb els seus beneficis mediambientals i socials). L'esforç conjunt del DAR i els regants per dotar-nos de les millors tecnologies de reg i millorar la gestió de l'aigua de reg ens ha de permetre produir els aliments que necessita el nostre país i a la vegada tenir un model sostenible de la gestió dels recursos hídrics.

Dossier Tècnic. Núm. 30
"ÚS EFICIENT DE L'AIGUA EN SITUACIONS EXTREMES"
Agost de 2008

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

Consell de Redacció
Joan Gené Albesa, Ramon Lletjós Castells, Joaquim Porcar Coderch, Jaume Sió Torres, Elisabet Cardoner Martí, Joan Barniol Garriga, Agustí Fonts Cavestany (IRTA), 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.

Grafisme i maquetació
Quin Team!

Impressió
El Tinter
(empresa certificada ISO 14001 i EMAS)
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

Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural
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

Més recursos, enllaços i versió electrònica al web de RuralCat:
www.ruralcat.net

Foto presentació:
Plataforma de demostració de reg de suport en ametller a Maials
Foto: IRTA Tecnologia del Reg

Foto portada:
Assaig de Reg Deficitari Controlat (RDC) en cirerer
Foto: IRTA Tecnologia del Reg

LA GESTIÓ DEL REGADIU EN TEMPS D'ESCASSETAT D'AIGUA



Vinya en regadiu. Foto: IRTA Tecnologia del Reg

01 Introducció

L'agricultura de regadiu és la principal consumidora d'aigua dolça del Planeta. A nivell global, gairebé el 70% del total de l'aigua que hom destina a diversos usos s'utilitza en el regadiu, i en països semiàrids com el nostre aquesta xifra s'atansa al 80%, independentment del grau de desenvolupament econòmic. Tant a Califòrnia com a països en desenvolupament del Nord d'Àfrica, el regadiu representa la part cabdal de tots els usos de l'aigua. Explicar a una societat eminentment urbana les raons per les quals el regadiu empra tanta aigua no és una tasca fàcil, però és imprescindible per arribar a un enteniment entre tots els usuaris de l'aigua. Quan s'exposa la vegetació a un ambient necessàriament més sec, l'aigua del seu interior s'evapora en un procés que es coneix com a transpiració. Els cultius transpiren a tasses molt elevades; a l'estiu poden evaporar-se diàriament fins a 7-8 litres per metre quadrat. No hauria de sorprendre per tant que, per produir un quilo de blat, un cultiu evapori 500 litres i que un filet de 200 grams equivalgui a gairebé 1000 litres d'aigua transpirada, quantitat molt superior a la utilitzada a la nostra higiene diària.

Com el reg n'és el principal usuari, en èpoques de sequera és normal mirar cap a ell com a font

d'aigua per emprar en altres usos més prioritaris, com ara el consum urbà. La percepció en medis urbans que el regadiu malgasta aigua no és del tot certa, ja que les pèrdues en el regadiu per escolament i filtració poden recuperar-se aigües avall on s'utilitzen i de fet es recuperen en bona mesura dins de la conca hidrogràfica. En tot cas, en èpoques de sequera, cal fer un esforç especial per estalviar aigua en el regadiu i intentar alliberar recursos per a altres usos. A continuació, es donen unes directrius que poden ser útils per obtenir el màxim rendiment en el reg d'un subministrament d'aigua limitat per la sequera, per ajudar a mitigar els seus efectes negatius i a reduir l'ús d'aigua de reg.

02 Maximitzar la productivitat de l'aigua

Un objectiu important quan l'aigua és escassa és intentar generar la major riquesa possible per cada m³ d'aigua utilitzat. La productivitat de l'aigua (PA) es defineix com el valor de la collita per volum d'aigua consumida i es mesura en €/m³. Els cultius extensius tradicionals com el panís tenen els valors més baixos de PA, uns 0,4 €/m³. L'olivera té un valor molt superior, més del doble, podent arribar a uns 1.2 €/m³, de la mateixa manera que altres fruiters. Els valors més alts

de PA es troben en els cultius d'hivernacle, on la PA pot arribar a més de 6 €/m³, i, naturalment, el valor més alt s'obté en el reg de camps de golf, on un m³ pot generar més de 15 €. Quan el subministrament d'aigua és insuficient, resulta evident que el benefici econòmic més gran s'obté concentrant l'aigua en els cultius d'alta PA, i aquest ha de ser un dels objectius principals de l'autoritat de l'aigua, però no l'únic.

03 Concentrar l'aigua disponible prioritàriament en els cultius arboris

Si el subministrament és insuficient, la prioritat més gran correspondria als cultius perennes, és a dir, els fruiters i la vinya. Cal garantir la seva supervivència, així com que els efectes de la sequera no afectin la seva producció d'anys posteriors, ja que les pèrdues econòmiques podrien ser demolidores per als agricultors. Les mínimes quantitats d'aigua necessàries per aconseguir aquests objectius no es coneixen bé encara i són objecte d'investigació, però es poden donar ja unes xifres orientatives. Actualment s'investiga en el reg deficitari en fruiters per reduir les seves necessitats de reg sense afectar-ne la producció.

04 En cultius herbacis, és preferible concentrar l'aigua en una menor superfície

A la gran majoria dels cultius herbacis (panís i altres cereals, alfals, patata, etc.) una reducció en la transpiració per sota del màxim que dicta el clima local representa una reducció del rendiment. Com bona part dels costos de producció són fixes per unitat de superfície, els beneficis màxims d'una explotació s'obtenen quan el subministrament d'aigua és suficient perquè el cultiu no tingui reduccions notables en transpiració. De la mateixa manera, nombroses investigacions han demostrat que la màxim PA s'obté a tasses de transpiració properes a la màxima. Per tant, quan el subministrament sigui insuficient per regar tota la finca, és preferible concentrar-lo en una superfície menor, aplicant del 70% al 90% de les quantitats normals, segons el sistema de reg emprat. Repartir l'aigua en una superfície més gran amb un menor subministrament unitari acostuma a dur a beneficis inferiors o fins i tot a pèrdues.

05 Els mètodes de reg han de ser el més eficients possible

El reg tradicional per superfície (a manta) s'ha practicat amb èxit durant segles. Té avantatges, alguns d'actualitat (és el mètode que consumeix menys energia, per exemple) però quan l'aigua és escassa pot plantejar inconvenients, especialment en alguns tipus de sòls. Quan es rega per inundació, el mateix sòl controla la quantitat d'aigua que s'infiltra, depenent de les seves propietats, i és molt difícil aplicar petites quantitats per aquests mètodes i controlar les filtracions en sòls molt permeables o de propietats variables. Al contrari, en el mètodes de reg a pressió (aspersió i degoteig) el regant decideix la quantitat d'aigua que s'infiltra al regular el temps de reg.

→
Quan no hi ha prou aigua, conèixer quines són les necessitats exactes de reg és fonamental per utilitzar l'escassa aigua correctament

Això li permet aplicar el volum d'aigua necessari amb pèrdues mínimes, si utilitza el sistema de reg adequadament i disposa de la informació precisa. Les pèrdues d'aigua per evaporació des del sòl són elevades quan el sòl està exposat i es rega amb freqüència, però són molt petites (5-10% del total que transpira un cultiu) si el sòl està cobert totalment pel cultiu. La percepció que el degoteig estalvia aigua en reduir l'evaporació del sòl no és massa correcta, llevat del cas d'arbres molt joves o plantacions que cobreixen poc sòl. L'avantatge més gran del reg per degoteig és la seva capacitat d'aplicar les quantitats necessàries amb molta precisió a la freqüència desitjada i amb molt poques pèrdues.

06 Els regants han de disposar d'informació sobre les necessitats de reg

Quan no hi ha prou aigua, conèixer quines són les necessitats exactes de reg és fonamental per utilitzar l'escassa aigua correctament. Hi ha xarxes d'estacions meteorològiques que ofereixen una informació comarcal que cal adaptar a les condicions de reg de cada finca i parcel·la. Els esforços en investigació de les últimes dècades ofereixen una sèrie de mètodes i de sensors per determinar el moment òptim de reg i la quantitat necessària a aplicar. Fins ara, s'utilitzen poc perquè quan hi ha aigua suficient no existeixen incentius per emprar-la amb precisió. En època de sequera, qualsevol inversió per millorar la programació dels regs es paga amb escreix i pot canviar l'ús de reg de forma permanent.

07 S'ha de crear i regular el mercat de l'aigua

S'ha demostrat que en situacions de sequera és quan el mercat de l'aigua pot facilitar una millor gestió de l'aigua. Tot i que no pot ser la panacea i les quantitats que són objecte de transacció acostumen a ser petites, permet flexibilitzar l'ús i resoldre problemes puntuals amb un enfocament en què tots hi guanyen. L'autoritat de l'aigua ha de ser l'àrbitre i regulador del mercat, que garanteixi que la part cedent no surt perjudicada i que la transacció és temporal. Els mercats de l'aigua són la protecció més gran pels cultius arboris i per resoldre situacions extremes amb flexibilitat. Naturalment, és necessària la connexió hidràulica perquè l'aigua pugui intercanviar-se. A la sequera de Califòrnia dels anys noranta, el mercat va suposar un alleugeriment gran, tot i que al final només va comportar el 2% de l'aigua total de reg.

08 És moment d'explotar les aigües subterrànies

Les aigües subterrànies són en molts casos una reserva que pot i ha d'explotar-se quan les aigües superficials són escasses com a conseqüència de la sequera. Lamentablement, encara no es disposa d'un coneixement exacte de la seva disponibilitat a totes les zones, cosa que limita la seva explotació de forma integrada amb les superficials. No obstant això, on hi hagi un coneixement suficient, és possible incrementar el seu ús en aquests anys, si la recarrega es facilita en el anys plujosos.

09 És necessària una planificació transparent i flexibilitat en el subministrament

Els regants han de saber amb la màxima anticipació possible les expectatives de subministrament per a la campanya de reg. Igualment, si hi ha restriccions, cal flexibilitzar el subministrament d'acord amb les necessitats dels regants, que dependran dels cultius, dates de sembra, mercats, etc. L'autoritat de l'aigua ha de fer un esforç especial per oferir informació a temps real de la situació i per consensuar les decisions que es prenguin per emprar l'escassa aigua que es destini al reg. La rigidesa dels torns de reg en xarxes col·lectives és una altra limitació a l'ús eficient de l'aigua que pot pal·liar-se amb la construcció de petits embassaments locals o basses a les finques.

Hi ha moltes altres mesures complementàries de les anteriors que poden pal·liar les dificultats a què s'enfronten els regants en anys de sequera com l'actual. Gairebé totes elles poden ser igualment convenientes per emprar l'aigua de reg en èpoques de subministrament normal i és ben sabut que la pràctica del reg millora de forma permanent després d'una sequera. Aprofitem l'oportunitat que se'ns dona!

10 Autor



Fereres, Elías
 Institut d'Agricultura Sostenible-CSIC i
 Universitat de Córdoba
 Acadèmic Numerari de la Reial Acadèmia
 d'Enginyeria
 ag1fecae@uco.es

MANEIG DEL REG DE POMERA EN CONDICIONS DE SEQUERA EXTREMA



Per a un reg eficient és important determinar on es situa l'aigua al sòl. Foto: IRTA Tecnologia del Reg



Equip mesurant l'estat hídric de la pomera durant l'assaig. Foto: IRTA Tecnologia del Reg

01 Introducció

La pomera és un cultiu dels que generalment anomenem poc resistent a la falta d'aigua o al dèficit hídric sever, ja que en qualsevol moment del seu cicle anual els efectes directes de la falta d'aigua sobre el creixement del fruit són irreversibles i a la llarga repercuteixen sobre la productivitat dels anys següents.

Una mostra d'aquesta característica és la gran dificultat que sempre hi ha hagut per aplicar-hi estratègies de reg deficitari controlat (RDC), ja que no s'ha trobat fins ara cap període en què la reducció d'aigua de reg no afecti de forma molt important el creixement del fruit.

D'altra banda, la pomera és una dels principals conreus de fruita dolça a Catalunya i a la Vall de l'Ebre, on sempre s'han pogut aplicar dotacions importants d'aigua de reg. Aquesta situació de disponibilitat d'aigua de reg per evitar dèficits hídrics severos en la pomera s'ha vist amenaçada en els quatre episodis de sequera que s'han donat en els darrers quinze anys.

Amb aquests antecedents, calia saber com afrontar un període de restriccions hídriques en el cultiu de la pomera, per tal d'aconsejar els productors

de poma si mai es presentava una situació de sequera important. Així, l'any 2002 l'IRTA va iniciar un projecte de recerca orientat a determinar la millor estratègia de reg per, en condicions de seques importants, reduir els efectes negatius sobre la producció de l'any en curs i la dels anys següents. Aquest projecte va ser parcialment finançat per l'INIA (RTA02-070-C02).

02 Els escenaris estudiats

El treball plantejava dos escenaris de sequera: 50% i 33% de disponibilitats d'aigua de reg (en el global del període reg), respecte al 100% que seria la dotació requerida per cobrir la demanda d'aigua del conreu.

Per tractar-se d'un conreu llenyós i caducifoli, els dos escenaris de 50% i 33% correspondrien a condicions extremes o molt extremes de sequera.

Es tracta en els dos casos de situacions previstes (abans de començar la campanya de reg ja es coneixen les limitacions globals de tota la campanya) i els càlculs d'aigua aplicada es poden fer de forma global per a tot el període anual de reg, per tant es pot aplicar l'aigua en qualsevol moment, amb l'única limitació de no

passar-se del 50% o del 33% del que s'apliqui en un any normal.

Finalment, el treball s'ha plantejat utilitzant sistemes de reg localitzat, ja que és el sistema més eficient; per tant, les dotacions òptimes del tractament de referència asseguren que no hi ha limitacions hídriques en el conreu. No obstant això, algunes de les conclusions del treball són transferibles a qualsevol tipus de reg, si es corregeix per l'eficiència d'aplicació del sistema de reg al qual es vulguin aplicar.

03 El disseny experimental

L'assaig es va realitzar del 2002 al 2005, en una parcel·la de pomera (cv "Golden Smothee", pol·linitzada per "Gala", en tots dos casos sobre M9), plantada l'any 1999 a un marc de 4 x 1.6 m, orientada N-S, i que ocupa una superfície aproximada de 0,5 ha.

Els tractaments a estudiar van ser:

1. Tractament Control (C):

Aplicar el 100% dels requeriments hídrics de la pomera. En aquest cas, es disposava del lisímetre de pesada en la mateixa parcel·la, per tant no era difícil comprovar que els

TRT	Aigua aplicada en Reg	
	(mm)	% Control
Control	643	100
RP 33	199	31
RDC 33	228	35
RSM 33	209	32
RP 50	292	45
RDC 50	334	52
RSM 50	327	51

Taula 1. Aigua de reg aplicada a cada tractament (Mitjana dels tres anys 2003-04-05).

arbres del tractament Control estaven ben regats.

2. Tractament de Reg de Primavera (RP):

Omplir el perfil del sòl a la primavera aplicant un reg inicial de 80 mm, i la resta de l'aigua aplicar-la en base a un factor reductor del Control, fix al llarg de l'any. Com que teníem dos escenaris, es van establir 2 tractaments:

- RP-33
- RP-50

3. Tractament de Reg Deficitari Control (RDC):

Tot i que amb RDC en pomera no s'havien trobat tan bons resultats com en altres conreus (presseguer per exemple) era evident que en una situació com la analitzada calia estudiar-ho. També hi havia 2 tractaments:

- RDC-33
- RDC-50

4. Tractament de RDC amb reducció de la superfície mullada (RSM):

L'objectiu d'aquest tractament era avaluar quin efecte tindria reduir el nombre de goters per arbre (passar de 2 a 1 goter per planta). La finalitat era disminuir l'evaporació de l'aigua des del sòl, ja que amb la meitat de goters hi hauria una reducció important de la superfície mullada de sòl. També hi havia 2 tractaments:

- RSM-33
- RSM-50

Per tant, es van plantejar 7 tractaments de reg, repetits 4 vegades a la parcel·la experimental, que va resultar en 28 parcel·les elementals. Cada una d'elles estava formada per 18 arbres (3 files

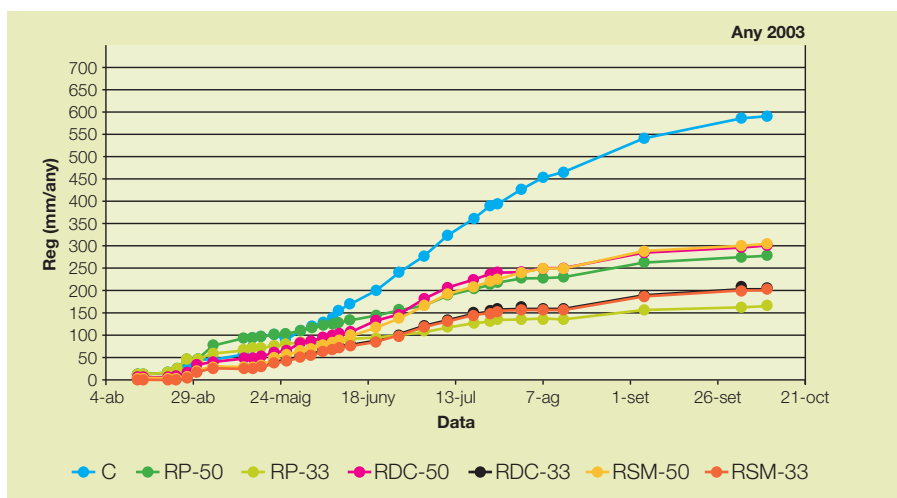


Figura 1. Evolució estacional de l'aigua de reg aplicada a cada tractament de reg durant l'any 2003.

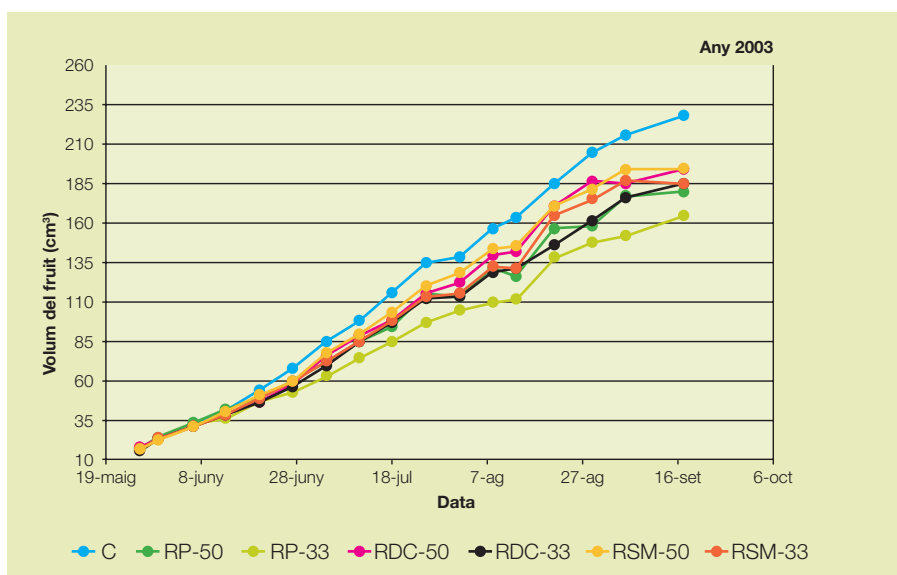


Figura 2. Evolució estacional del creixement de la poma com a resposta als diferents tractaments de reg aplicats durant l'any 2003.

de 6 arbres cada una), i els 4 centrals es van utilitzar com a controls.

04 Els resultats

L'aigua aplicada a cada tractament durant els anys d'assaig es va ajustar a la prèviament definida, aportant com a mitjana dels diferents anys uns 640 mm/any en el tractament Control,

aproximadament uns 213 mm/any per l'escenari 33% i 319 mm/any per a l'escenari 50% (Taula 1), i l'evolució estacional de cada any defineix clarament l'estratègia aplicada, com mostra la Figura 1.

El creixement del fruit es va veure afectat pels diferents tractaments aplicats (Figura 2) de tal manera que des de les primeres setmanes de

TRT	Producció			NFA	PMF
	Total	Comercial	% Control		
Control	69.4 a	49.0 a	100	258	172.6 a
RP 33	48.9 cd	16.6 d	34	262	121.1 d
RDC 33	52.7 cd	20.5 d	42	257	131.9 cd
RSM 33	54.9 bcd	31.3 c	64	253	140.7 c
RP 50	47.4 d	20.6 d	42	227	133.3 cd
RDC 50	57.2 bc	31.2 c	64	259	142.5 c
RSM 50	62.4 ab	40.5 b	83	257	157.0 b

Taula 2. Anàlisi dels efectes sobre la producció dels diferents tractaments de reg aplicats a la pomera durant el període 2003. NFA=Número de fruits per arbre / PMF=Pes mitjà del fruit (g).

creixement els fruits del tractament RP-33 eren els més petits i els del Control els més grans. Al final del cicle de creixement es podien diferenciar els tractaments RP com els més afectats pel que fa a creixement del fruit.

A la collita, la producció es va veure molt condicionada pels tractaments aplicats: així, el primer any d'assaig (Taula 2) la producció comercial (aquella que els fruits presentaven un diàmetre superior a 70 mm) dels tractaments RP (per a ambdós escenaris) eren els més afectats (reduccions del 66% i 58% respecte al Control), mentre que les produccions de RSM-50 eren només un 17% inferiors al Control. En aquest primer any el factor que va condicionar més les produccions va ser el pes del fruit, com es pot veure a la Taula 2.

Tant l'any 2004 (Taula 3) com el 2005 (Taula 4), els efectes dels diferents tractaments sobre la producció van ser evidents i consistents amb els resultats del primer any, només que en aquests anys el nombre de fruits totals per arbre ja es mostrava afectat pels tractaments de reg aplicats en l'any anterior.

L'anàlisi conjunta de la producció dels tres anys d'assaig (Taula 5) evidencia, especialment en el cas de la producció comercial, que els tractaments de RP es veuen molt afectats, tant per la disminució del pes mitjà del fruit (vegeu detalls en taules 2, 3 i 4) com per la reducció del nombre de fruits comercials (diàmetres > 70 mm) respecte a fruits totals del arbre. Per exemple, en RP-33 observem que de 261 que es cullen per arbre, només 99 són de mida comercial (un 38%), mentre que en Control la relació és de més del 80%.

D'altra banda, els tractaments RSM són els que presenten els millors resultats productius dintre de cada escenari, de tal manera que RSM-50 i RSM-33, al cap de tres anys consecutius d'aplicació dels tractaments només ha disminuït les produccions en un 14% i un 28%, respectivament.

05 Comentaris sobre els resultats de l'assaig

Aquest treball ha demostrat la importància que el maneig del reg pot tenir en la producció dels fruiters, i en aquest cas el de la pomera. Una bona fotografia dels resultats pot ser la Figura 3 on es posa de manifest que per a un mateix escenari, segons com distribuïm l'aigua al llarg

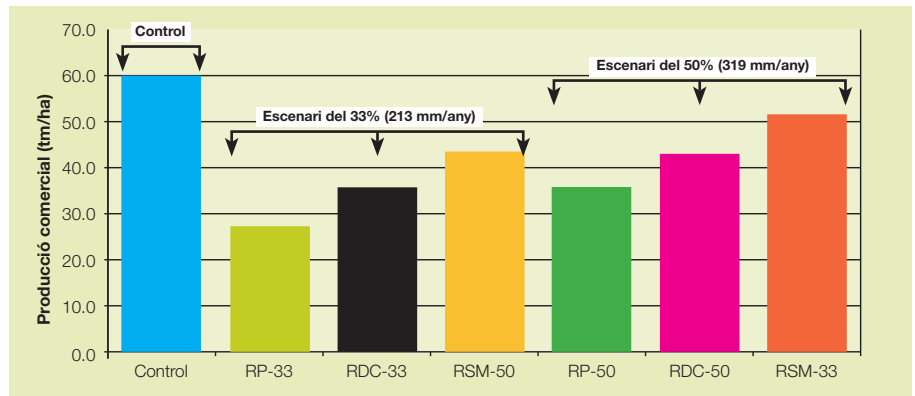


Figura 3. Resposta productiva comercial mitjana dels tres anys d'assaig dels diferents tractaments i escenaris de reg.

del temps, o de com es programi el reg o de les característiques del sistema de reg, es poden arribar a resultats productius ben diferents.

baixa més de 30 cm al sòl, i els 80 mm aplicats arriben a mullar gairebé 1 m de fondària, per tant és aigua perduda.

Els efectes més negatius que presenten els tractaments RP són deguts que en aplicar 80 mm a la primavera es mulla el sòl a una fondària que no exploren les arrels de la pomera. Pensem que aquests arbres estan sobre M9, un peu de poc vigor i amb un sistema radicular que no

L'efecte més interessant, però, és la diferencia productiva entre els tractaments RDC i RSM: en els dos casos s'aplica la mateixa estratègia de reg i el mateix calendari, o sigui, cada dia de reg reben els mateixos litres per arbre. Tot i així, les produccions són ben diferents 35,6 t/ha vers

TRT	Producció			NFA	PMF
	Total	Comercial	% Control		
Control	42.5 ab	37.3 a	100	141 b	202.1 a
RP 33	50.3 a	22.2 b	60	245 a	133.1 c
RDC 33	52.7 a	26.0 b	70	244 a	146.4 c
RSM 33	47.1 a	36.6 a	98	178 b	172.6 b
RP 50	34.1 b	27.8 ab	75	126 b	181.7 ab
RDC 50	42.3 ab	32.1 ab	86	161 b	187.1 ab
RSM 50	41.7 ab	36.0 a	97	144 b	195.6 a

Taula 3. Anàlisi dels efectes sobre la producció dels diferents tractaments de reg aplicats a la pomera durant el període 2004.

TRT	Producció			NFA	PMF
	Total	Comercial	% Control		
Control	97.2 a	92.0 a	100	314	199.2 a
RP 33	63.1 c	38.1 d	41	275	147.5 d
RDC 33	70.2 cd	55.1 c	60	272	164.2 d
RSM 33	79.1 bc	58.7 c	64	313	167.2 c
RP 50	73.4 cd	57.3 c	62	285	164.6 c
RDC 50	76.2 bc	62.1 c	68	291	171.3 bc
RSM 50	86.1 b	75.9 b	83	305	181.8 b

Taula 4. Anàlisi dels efectes sobre la producció dels diferents tractaments de reg aplicats a la pomera durant el període 2005.

TRT	Producció			NFA	
	Total	Comercial	% Control	Total	Comercial
Control	69.7 a	60.1 a	100	238 ab	191 a
RP 33	54.1 bc	27.3 d	45	261 a	99 d
RDC 33	58.5 bc	35.6 c	59	258 a	126 cd
RSM 33	60.4 bc	43.1 c	72	248 ab	153 bc
RP 50	51.6 c	35.8 c	60	213 b	125 cd
RDC 50	58.8 bc	42.7 c	71	237 ab	149 bc
RSM 50	63.4 ab	51.5 b	86	235 ab	173 ab

Taula 5. Anàlisi dels efectes sobre la producció dels diferents tractaments de reg aplicats a la pomera durant el període 2003-2005.



La radiació interceptada per les plantes és un bon indicador de la demanda de reg. Foto: IRTA Tecnologia del Reg



Collita assaig. Foto: IRTA Tecnologia del Reg



L'evolució del creixement del fruit és sempre un bon indicador per al maneig del reg. Foto: IRTA Tecnologia del Reg

43,1 t/ha de producció comercial a l'escenari del 33% i 42,7 t/ha vers 51,5 t/ha a l'escenari del 50% (Taula 5, Figura 3). En els dos escenaris hi ha un augment de producció comercial del 21% en passar de RDC a RSM.

L'única diferència entre RDC i RSM va ser que l'RDC tenia dos goters per arbre i l'RSM només un goter per arbre. Quan es rega amb alta freqüència, cada dia com es feia en aquesta parcel·la, en tirar poca aigua en cada goter implica que l'aigua penetra poc en el sòl i que hi ha una gran part de l'aigua a les capes superiors del sòl i per tant molt exposades a l'evaporació directa. Eliminar un goter per planta va suposar reduir la superfície mullada del sòl quasi a la meitat i per tant reduir dràsticament l'evaporació, i posar a disposició de la planta més quantitat d'aigua, que donada la situació de restricció (escenaris del 33% i 50%) va resultar molt productiva.

El treball no demostra si l'aigua aplicada al tractament Control és la que requereix la pomera en les condicions de l'assaig, i tots els indicis apunten a que el tractament Control es va regar amb més aigua de la requerida pel creu. No obstant això, l'objectiu del treball era disposar d'un tractament de referència amb la planta amb un on estat hídric, i això sí que és el que s'obté en el Control.

06 Consideracions finals sobre el maneig de l'aigua en condicions de sequera

El treball ha evidenciat la importància que té en casos de restriccions hídriques saber on va cada gota d'aigua que s'aplica, tant evitant pèrdues posant l'aigua allà on no hi ha arrels, com reduint les pèrdues per evaporació directa.

Una altra manera de reduir les pèrdues per evaporació és no regar cada dia, sinó fer-ho amb una freqüència més baixa (cada 3-4 dies) i assegurar-se que es mulla en fondària fins allà on hi ha arrels (uns 30-40 cm si es fa servir peus com l'M9 en pomera). D'aquesta manera, les pèrdues per evaporació es podrien reduir considerablement, encara que en situacions de sequera extrema com les aquí analitzades l'eliminació d'un goter per planta sembla la millor de les opcions.

07 Autors



Girona, Joan
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Tecnologia del Reg
Centre UdL-IRTA, Lleida.
joan.girona@irta.cat



Mata, Mercè
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Tecnologia del Reg
Centre UdL-IRTA, Lleida.
merce.mata@irta.cat



Del Campo, Jesús
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Tecnologia del Reg
Centre UdL-IRTA, Lleida.
jesus.delcampo@irta.cat



Marsal, Jordi
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Tecnologia del Reg
Centre UdL-IRTA, Lleida.
jordi.marsal@irta.cat



La disponibilitat d'aigua de reg per evitar dèficits hídrics severs en la pomera s'ha vist amenaçada en els quatre episodis de sequera que s'han donat en els darrers quinze anys



El treball ha evidenciat la importància que té en casos de restriccions hídriques saber on va cada gota d'aigua que s'aplica

ASPECTES SOBRE L'APLICACIÓ DE L'ACLARIDA DE FRUITA COM A TÈCNICA DE MITIGACIÓ D'ESTRÈS HÍDRIC EN PERERA



Vista general de l'assaig en perera. Foto: IRTA Tecnologia del Reg

01 Introducció

En un escenari en què s'esgoten les reserves d'aigua de reg, el productor de fruita es pot preguntar quins mètodes d'intervenció es poden aplicar per tal d'assegurar el màxim productiu possible. En el cas que es pugui continuar regant, encara que a dosis reduïdes, les intervencions més adients són sobre el sistema i disseny agronòmic del reg per augmentar-ne l'eficiència. Qualsevol mètode que ajudi a reduir la superfície mullada del sòl, ajuda a reduir l'evaporació i n'augmenta l'eficiència. Si ja es fan servir sistemes de reg molt eficients com el de goteig, encara se'n pot augmentar més l'eficiència reduint el nombre d'emissors per arbre (Girona et al., 2008). Altres mesures evidents passen per una revisió acurada del sistema de reg quant a homogeneïtat en la distribució de pressions i cabals en els ramals. En el cas que es pugui emmagatzemar l'aigua de reg a nivell de finca, llavors l'ús de tècniques de reg deficitari controlat o similars també poden ser interessants, ja que l'aigua estalviada en una estació es pot fer servir en l'altre.

Així mateix, quan l'escassetat d'aigua esdevé tant severa que els talls de reg durant el cicle de

desenvolupament del cultiu són l'únic possible i inexorable, hi ha dues possibles tècniques de cultiu que encara es poden aplicar: aquestes són la poda d'estiu intensiva i l'aclarida de fruita. En el següent article en presseguer (Lopez et al., 2008) s'ha fet palès l'interès d'aplicar aclarida de fruita durant les fases de desenvolupament del fruit. Això és degut al fet que l'eliminació de fruita moltes vegades reverteix sobre una millora en l'estat hídric de l'arbre. S'entén que aquesta aclarida es proposa com a posterior a l'aclarida estàndard que es fa a principis de primavera en molts fruiters. Per una altra banda, es desconeixen els mecanismes d'actuació de l'aclarida de fruita sobre la millora de l'estat hídric de l'arbre i per descomptat si aquest avantatge és indefinit o tendeix a desaparèixer en el temps.

02 Mecanismes d'actuació de l'aclarida de fruita sobre la millora de l'estat hídric

En els estudis que s'estan duent a terme en perera cv. 'Conference', s'ha comprovat que l'eliminació de fruita a l'arbre redueix de forma clara i sostinguda el grau d'obertura dels estomes (Marsal et al. 2008), i que això es relaciona amb reduccions en la transpiració

de l'arbre. La baixada en transpiració foliar explicaria, almenys en part, el perquè de les millores en estat hídric de l'arbre (Fig. 1) i el major nivell de conservació d'aigua en el sòl que s'observa quan s'aclareix la fruita (Fig. 2;



L'eliminació de fruita a l'arbre es relaciona amb reduccions en la transpiració foliar



La baixada en la transpiració foliar explicaria les millores en estat hídric de l'arbre. Aquesta millora es tradueix en un increment en els nivells de creixement del fruit



Foto 1. Mesurament de contingut d'aigua gravimètric en resposta als tractaments de reg i aclarida de fruita mitjançant barrenades a diferents profunditats. Foto: IRTA Tecnologia del Reg



Foto 2. Aspecte del sòl després de l'aplicació de subsolat per la poda d'arrels en la parcel·la d'assaig. Foto: IRTA Tecnologia del Reg

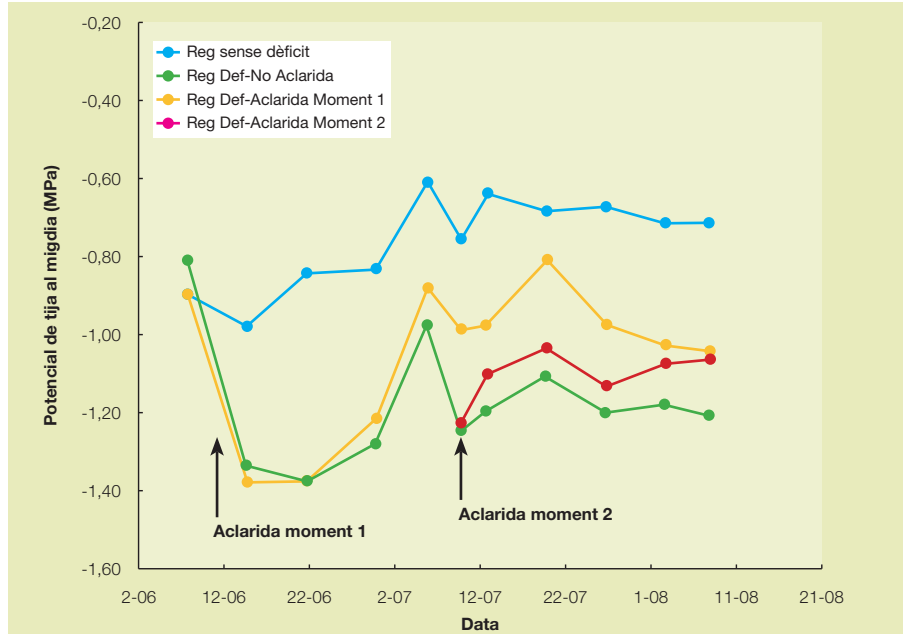


Figura 1. Evolució setmanal de la mesura d'estat hídric en l'arbre (potencial hídric de tija al migdia) en resposta a un reg sense dèficit amb càrrega comercial (150 fruits/arbre) i a un reg deficitari (Reg Def) molt restrictiu on s'ha aplicat aclarida de fruita (de 150 a 50 fruits/arbre) en dos moments diferents (moment 1 i moment 2) separats en un mes de temps, durant la fase II de desenvolupament del fruit.

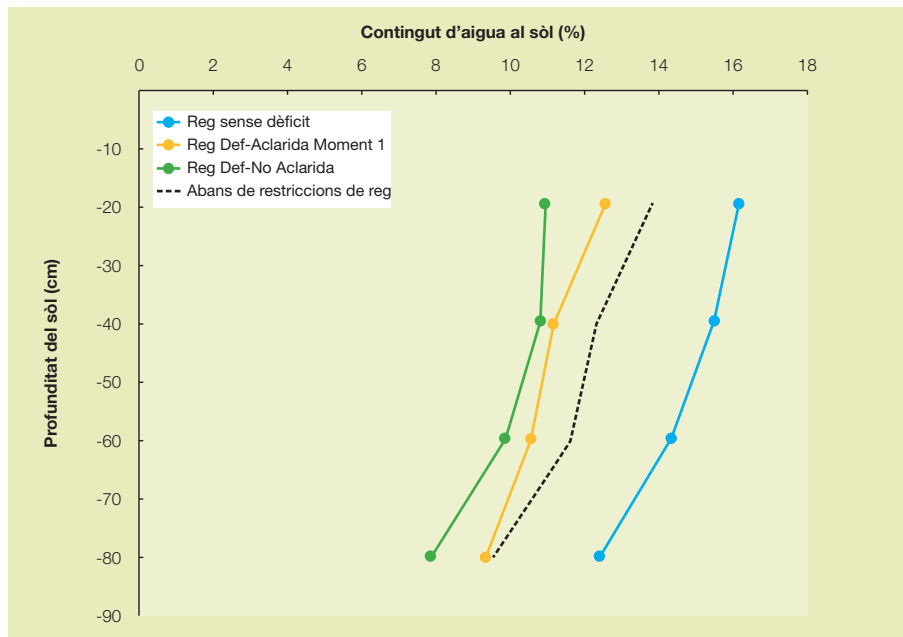


Figura 2. Contingut gravimètric d'aigua al sòl després de dos mesos d'aplicació d'un reg sense dèficit amb càrrega comercial i a un reg deficitari molt restrictiu on s'ha aplicat aclarida de fruita (de 150 a 50 fruits/arbre) durant la fase II de desenvolupament del fruit.

Foto 1). Al final, el resultat d'aquesta millora en estat hídric es tradueix en un increment en els nivells de creixement del fruit i calibres a la collita (Fig. 3). En aquest sentit, l'aclarida sembla ser un factor tan crític que, quan es comparen diferents moments d'aclarida, un retard en aquest (moment 1 comparat amb moment 2 a les Fig. 1 i 3) suposa una oportunitat que es perd de produir un major benefici sobre el creixement del fruit (Fig. 3). D'altra banda, sembla que la resposta beneficiosa de l'aclarida també podria estar causada pel tipus de resposta que es pot presentar a nivell d'arrel. S'ha pogut comprovar en aquest mateix estudi, mitjançant tractaments de poda d'arrel, que l'aclarida de fruita incideix sobre la capacitat de l'arrel en produir una certa recuperació de l'estat hídric de l'arbre que va lligat a una major producció d'arrel nova (Foto 2). Aquest tipus de resposta, però, sembla ser de caràcter transitori i no s'estén en més d'un mes de durada. Aquest fet s'ha relacionat amb la resposta durant les primeres setmanes després d'aclarir, caracteritzada amb una millora sostinguda de l'estat hídric de l'arbre (Fig. 1) (Marsal et al., 2008).

03 Patrons de millora en l'estat hídric

L'estudi que es resumeix en aquest article ha permès determinar que la millora en l'estat hídric de l'arbre lligada a l'aclarida de fruita no és constant després de l'eliminació dels fruits. Aquesta millora es presenta inicialment de forma progressiva des de zero, al mateix dia de l'aclarida, fins arribar a un màxim, que s'assoleix a partir del mes després de l'aclarida. A partir del mes, aquest avantatge tendeix a disminuir suament (Fig. 4). Tot i aquesta fluctuació en el temps, sembla que les millores en estat hídric de l'arbre es mantenen funcionals, almenys a 2 mesos vista, que és el màxim avaluat en aquest estudi (Fig. 4). Aquests tipus d'evolució en el temps ens suggereix que és rellevant plantejar-

se la pregunta sobre quin és el moment més idoni per aclarir per tal d'aconseguir el màxim benefici.

04 Aplicacions pràctiques

Com que es tarda almenys 2 setmanes en manifestar-se de forma evident una millora en estat hídric de l'arbre després d'aclarir la fruita, sembla lògic aconsellar que la intervenció d'aclareig com a tècnica de mitigació d'estrès hídric, es faci amb antelació a l'aparició de les restriccions de reg. El nivell d'aclarida a aplicar seria funció del nivell d'estrès hídric que ha d'experimentar l'arbre. Per exemple, i en un context hipotètic, en el cas que les restriccions de reg fossin d'una durada superior al mes, caldria almenys rebaixar la càrrega comercial de l'arbre a la meitat. És evident, doncs, que abans de plantejar una intervenció amb aclarida de fruita, cal disposar de previsions, i amb antelació d'almenys 3 setmanes sobre el moment en què les restriccions de reg es comencin a aplicar, de quin és el moment més probable en què aquestes hagin de succeir, de la seva durada més probable, i de la seva intensitat. De totes maneres, la informació que es disposa en aquest moment sobre la intensitat d'aclarida més idònia és molt incipient i cal continuar realitzant més estudis per poder afinar el nivell d'aclarida a la intensitat i durada de l'estrès hídric previst per tal d'optimitzar al màxim la producció comercial.

05 Bibliografia

LOPEZ et al. (2008): Mitigació de sequera en presseguer mitjançant tècniques culturals: esporga d'estiu i aclarida de fruits. Dossier tècnic 30: 12-14.

MARSAL et al. (2008): Factors involved in alleviating water stress by partial crop removal in pear trees. Tree Physiology 28: 1375-1382.

06 Autors



Marsal, Jordi
 Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Tecnologia del Reg
 Centre UdL-IRTA, Lleida.
 jordi.marsal@irta.cat



Lopez, Gerardo
 Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Tecnologia del Reg
 Centre UdL-IRTA, Lleida.
 gerardo.lopez@irta.cat



Mata, Mercè
 Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Tecnologia del Reg
 Centre UdL-IRTA, Lleida.
 merce.mata@irta.cat



Girona, Joan
 Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Tecnologia del Reg
 Centre UdL-IRTA, Lleida.
 joan.girona@irta.cat

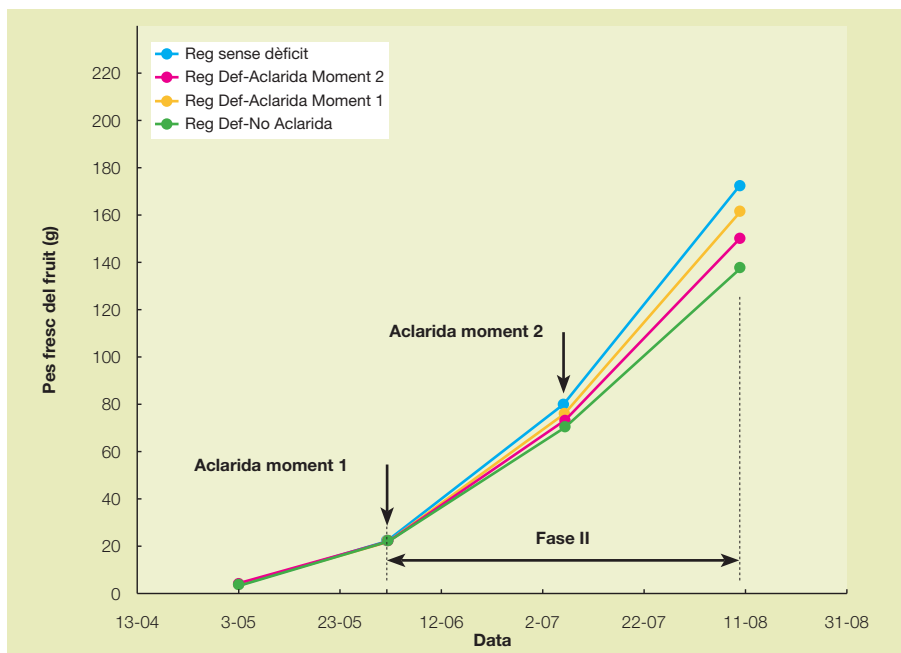


Figura 3. Evolució mensual del pes fresc del fruit en resposta a un reg sense dèficit amb càrrega comercial (150 fruits/arbre), i a un reg deficitari (Reg Def) molt restrictiu on s'ha aplicat aclarida de fruita (de 150 a 50 fruits/arbre) en dos moments diferents (moment 1 i moment 2) separats en un mes de temps, durant la fase II de desenvolupament del fruit.

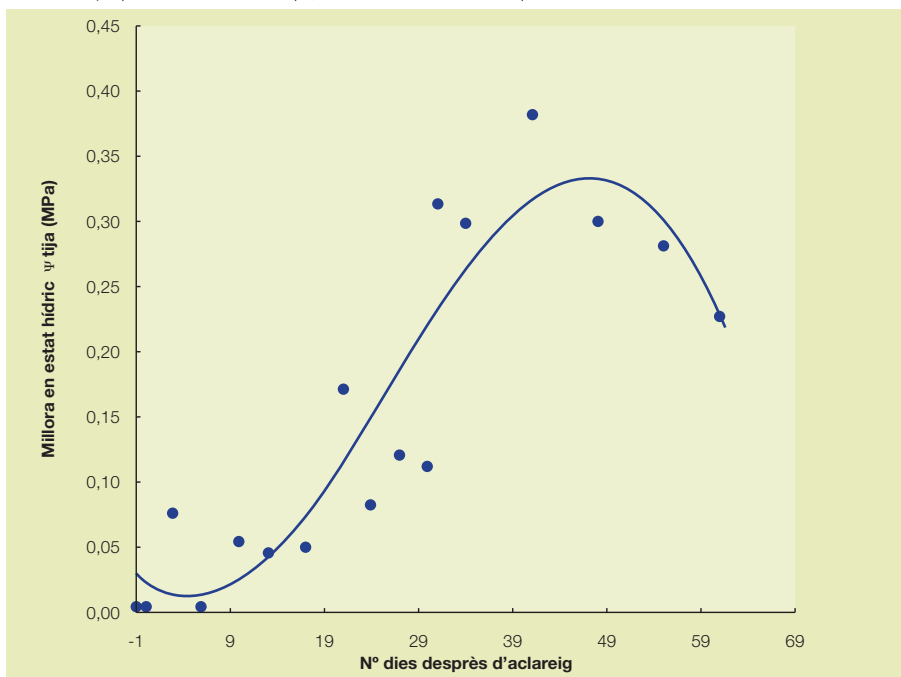


Figura 4. Evolució diària de la millora de l'estat hídric de l'arbre (potencial hídric de tija al migdia, ψ tija) a partir del moment en què s'ha realitzat l'aclarida de fruita.

→
 S'aconsella que la intervenció d'aclarida com a tècnica de mitigació d'estrès hídric es faci amb antelació a l'aparició de les restriccions de reg

MITIGACIÓ DE SEQUERA EN PRESSEGUER MITJANÇANT TÈCNiques CULTURALS: ESPORGÀ D'ESTIU I ACLARIDA DE FRUITS



Foto 1. Vista general de l'assaig situat en una parcel·la comercial de l'empresa SAT RIO CINCA.

01 Introducció

Diferents plantacions de fruiters han sofert últimament talls de reg importants a finals d'estiu



L'esporga severa d'estiu no és una tècnica interessant per a mitigar els efectes negatius d'una sequera, ja que no produeix cap benefici net sobre el creixement del fruit



L'aclarida de fruits és una tècnica recomanable sota condicions en les quals no es poden obtenir els calibres comercials desitjats, com en el cas d'una sequera

a causa de la sequera i el seu efecte sobre el nivell dels embassaments de Catalunya (ex.: estiu/tardor 2006, canal Aragó-Catalunya). Davant una restricció de reg prolongada, els fructicultors haurien d'aplicar mesures per mitigar els efectes negatius que provoca l'estrès hídric sobre el creixement del fruit.

Els efectes negatius d'una sequera podrien alleugerir-se reduint el consum d'aigua de l'arbre. Una disminució considerable en el consum d'aigua de l'arbre podria mitigar l'esgotament d'aigua al sòl i finalment beneficiar el creixement del fruit (Li et al., 2003). Com que el punt de pèrdua d'aigua en un arbre és a través de la superfície foliar, una tècnica de mitigació a aplicar seria una esporga severa d'estiu. D'altra banda, els fruits també són importants consumidors d'aigua. Per tant, la reducció en el seu nombre després de l'aplicació d'una aclarida intensiva també podria considerar-se com una tècnica adequada. Tanmateix, és comprensible que el fructicultor es preguntari quina de les dues tècniques plantejades pot produir un benefici superior sobre el creixement del fruit en condicions de sequera. Per resoldre la pregunta an-

terior, es va realitzar un experiment de sequera en presseguer. Sota les mencionades condicions es van avaluar els efectes d'una esporga severa d'estiu i una aclarida de fruits intensiva sobre el creixement del fruit.

02 Característiques de l'assaig

L'assaig es va realitzar durant els anys 2003 i 2004 en una parcel·la de presseguer 'O'Henry' situada a Zaidín (Osca) (fotografia 1). Dos mesos abans de la collita es va tallar el reg dels arbres, simulant una situació de sequera (únicament es van aplicar regs puntuals de supervivència quan es va observar marçiment aparent en les fulles). Després del tall de reg, es van aplicar dues tècniques culturals: esporga severa d'estiu i aclarida de fruits intensiva. L'esporga aplicada va simular una esporga d'hivern i va eliminar una àrea foliar molt superior a la d'una esporga d'estiu estàndard. L'aclarida de fruits va suposar una reducció del 40% de la càrrega comercial de l'arbre. Una vegada aplicades les tècniques culturals es va avaluar setmanalment l'estat hídric de l'arbre mitjançant l'ús d'una cambra de pressió (fotografia 2). En el moment de la collita

Efectes analitzats	Càrrega de l'arbre (nombre de fruits)	Pes del fruit (g)	Producció total (kg)	% fruits >60 mm	Producció comercial (kg)
Reg					
Reg òptim	359	147	52.7	100	52.7
Supressió de reg	356	91	32.4	41	13.2
Pràctiques de mitigació sota condicions de sequera (Supressió de reg)					
Sense intervenció	356	91	32.4	41	13.2
Esporga severa d'estiu	349	84	29.3	35	10.2
Aclarida de fruits intensiva	230	105	24.1	78	18.8

Taula 1. Paràmetres productius obtinguts en la collita de l'any 2003.

es van determinar els paràmetres productius següents: càrrega de l'arbre, pes mitjà del fruit, producció total i calibre dels fruits collits.

03 Efecte de l'estrès hídric sobre el creixement del fruit

El tall de reg durant la fase final del creixement del fruit (durada de 2 mesos) va produir un efecte negatiu sobre l'estat hídric de l'arbre (Figura 1) i va limitar-ne el creixement (fotografia 3; Taula 1). Sota aquestes condicions només una petita part dels fruits collits podria haver estat comercialitzada (Taula 1). Per tant, al fructicultor, li interessaria aplicar tècniques que li permetessin recuperar part de la producció perduda.

04 Esporga d'estiu com a tècnica de mitigació de sequera

L'esporga severa d'estiu sota condicions de sequera va produir una millora en l'estat hídric de l'arbre (Figura 1). Com que una millora en l'estat hídric té un efecte positiu en el creixement del fruit (Shackel 2007), podria esperar-se que el creixement del fruit d'arbres esporgats fóra superior al d'arbres sense esporgar. No obstant això, no es va observar cap benefici en el pes final del fruit en arbres esporgats (Taula 1). S'ha constatat que la reducció en la superfície foliar de l'arbre després de l'aplicació de l'esporga severa va provocar una limitació en la capacitat fotosintètica total dels arbres, reduint la capacitat de creixement dels fruits (Lopez et al., 2006).

05 Aclarida de fruita com a tècnica de mitigació de sequera

L'aclarida de fruits intensiva sota condicions de sequera va millorar l'estat hídric de l'arbre (Figura 1), va augmentar el pes final del fruit (Taula 1) i el percentatge de fruits classificats en categories superiors (Taula 1; Figura 2). L'any 2003, els arbres que van rebre una aclarida intensiva, tot i tenir els nivells més baixos de producció total, van obtenir majors nivells de producció comer-



Foto 2. Mesura de l'estat hídric de l'arbre (potencial hídric de tija al migdia solar) amb una cambra de pressió. El procediment portat a terme per a amidar el potencial hídric de l'arbre és el següent: en primer lloc, se selecciona una fulla de l'arbre i es posa en una coberta plàstica recoberta d'alumini durant una hora. Una vegada que el potencial de fulla s'equilibra amb el de la tija, es talla el peciol al punt d'inserció al tronc. La fulla s'introdueix en la cambra de pressió i se li aplica pressió amb nitrogen gasós fins que la pressió aplicada a la fulla iguala la tensió negativa amb la qual l'aigua està retinguda en l'interior de la fulla abans del tall. El valor obtingut és el potencial hídric de la tija.

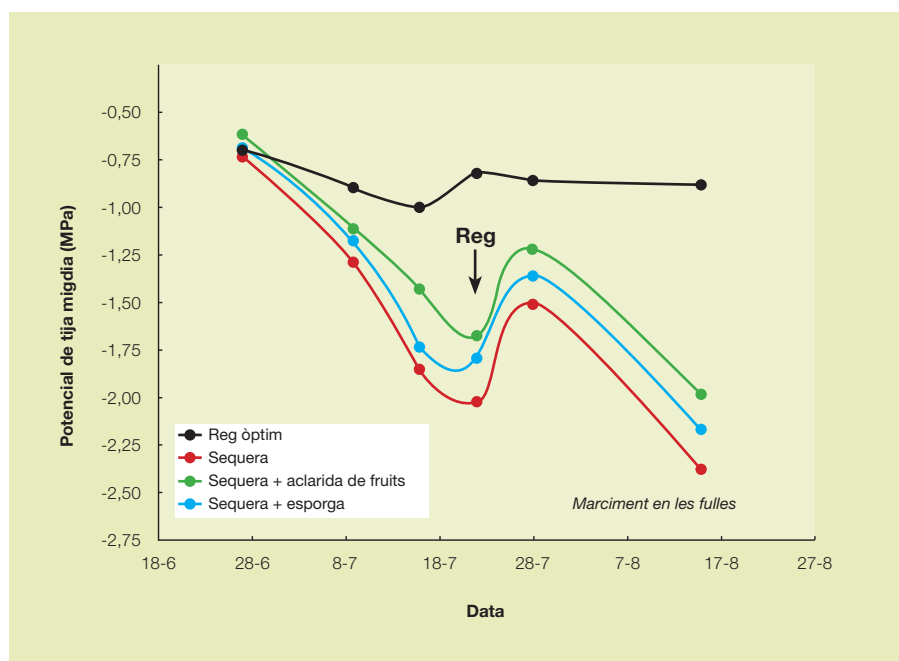


Figura 1. Evolució estacional de l'estat hídric de l'arbre durant la fase final del creixement del fruit en l'any 2003. L'estat hídric de l'arbre s'expressa com a potencial hídric de tija al migdia solar. Com més negatiu és el valor de potencial hídric de tija, major és l'estrès hídric de l'arbre. Valors inferiors a -1,8 MPa van provocar marciment aparent en les fulles.

cial que arbres esporgats i sense aclarir (Taula 1). Aquest efecte beneficiós sobre la producció comercial es va explicar per una major proporció de fruits amb calibres comercials (Taula 1). El resultat anterior es va corroborar l'any següent (2004). En avaluar la distribució de calibres d'arbres sota condicions de sequera, els millors resultats es van produir al reduir la càrrega de fruits de nivells comercials (250 fruits van produir 11.5

kg comercials) a nivells de càrrega baixos (160 fruits van produir 24.2 kg comercials) (Figura 2). Una reducció superior en el nombre de fruits (70 fruits/arbre), tot i que va presentar el màxim percentatge de fruits classificats en categories superiors (Figura 2), no va aportar el màxim benefici en la capacitat productiva de l'arbre (21 kg comercials). El resultat anterior indica que en aplicar una aclarida de fruits és necessari

establir un equilibri òptim entre la grandària del fruit produït i els quilograms comercials produïts. En el nostre cas, l'equilibri òptim es va obtenir en reduir la càrrega comercial en un 40%.

06 Conclusions

L'esporga severa d'estiu no és una tècnica interessant per a mitigar els efectes negatius d'una sequera, ja que no produeix cap benefici net sobre el creixement del fruit.

L'aclarida de fruits intensiva sota condicions de sequera va produir un benefici net en la producció comercial. Encara que l'aclarida és una pràctica costosa i que redueix la capacitat productiva total de l'arbre, és una tècnica recomanable sota condicions en les quals no es poden obtenir els calibres comercials desitjats, com en el cas d'una sequera.

07 Bibliografia

LI, K.T. i col. (2003): Summer pruning reduces whole-canopy carbon fixation and transpiration in apple trees. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 78:749-754.

LOPEZ, G. i col. (2006): Mitigation of effects of extreme drought during stage III of peach fruit development by summer pruning and fruit thinning. *Tree Physiol.* 26:469-477.

SHACKEL K.A. (2007): Water relations of woody perennial plant species. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 41:121-129.

08 Autors



Lopez, Gerardo
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Tecnologia del Reg
Centre UdL-IRTA, Lleida.
gerardo.lopez@irta.cat



Girona, Joan
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Tecnologia del Reg
Centre UdL-IRTA, Lleida.
joan.girona@irta.cat



Marsal, Jordi
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Tecnologia del Reg
Centre UdL-IRTA, Lleida.
jordi.marsal@irta.cat



Foto 3. Fruits collits en arbres sota condicions de reg òptimes (esquerra) i supressió de reg durant la fase final del creixement del fruit (dreta).

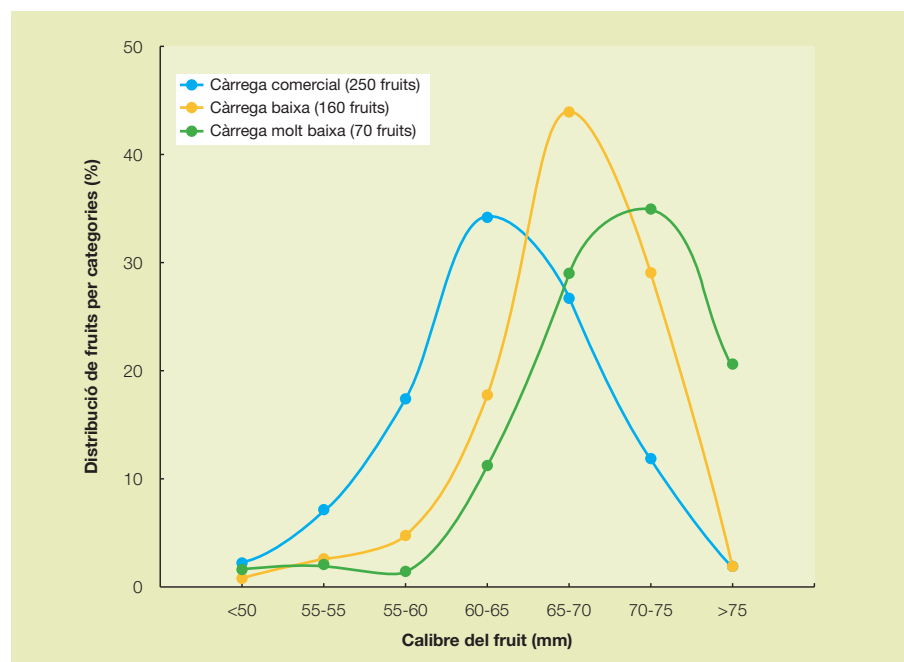


Figura 2. Distribució de calibres en arbres sotmesos a condicions de sequera i tres intensitats d'aclarida de fruits diferents.

EFFECTES DEL REG EN PRÉSSEC PER A LA INDÚSTRIA: CREIXEMENT ESTACIONAL, PRODUCCIÓ I QUALITAT



Foto 1. Màquina per a recol·lecció mecanitzada del préssec. Foto: IRTA Tecnologia del Reg.

01 Introducció

La producció de fruita amb un aprofitament per a la indústria de processat pot ser una nova forma de producció frutera amb una sèrie de característiques que la diferencien del producte destinat a consum en fresc. Factors com la mida o l'aclareig de fruits tenen una importància menor davant aspectes relacionats amb la producció total, la qualitat per al processat i la disminució de costos, que adquireixen més rellevància. A més a més, les possibilitats que ofereix la mecanització de la recol·lecció pel que fa a reducció de costos comporta implícites tècniques culturals que facilitin aquesta recol·lecció. Un factor clau que incideix sobre tots els processos esmentats anteriorment i que repercuteix tant en la producció com en la qualitat del producte final és l'aigua de reg.

A l'escenari climàtic actual, la possibilitat d'aplicar quantitats reduïdes d'aigua de reg que no comportin una reducció de la producció i qualitat del fruit poden ser tècniques que permetin al productor un estalvi d'aigua de reg. Ara bé, la imposició de reduccions d'aigua de reg al final del cicle com a conseqüència d'episodis de sequera i manca d'aigua comportarà una

reducció en la producció i també una possible compensació d'aquest efecte amb una millor qualitat final del fruit. L'aplicació d'estratègies de reg deficitari controlat (RDC) durant les fases de creixement menys sensibles a aquesta reducció pot comportar, a més del consegüent estalvi d'aigua, resultats positius relacionats amb els factors esmentats anteriorment.

El fet que a Espanya la majoria de les plantacions de fruiters estiguin situades a zones de clima semiàrid justifica el plantejament d'estratègies de RDC que permeten un important estalvi d'aigua i, al mateix temps, regular el creixement vegetatiu, amb mínims efectes sobre la collita i amb una millora de la qualitat final del fruit.

02 Parcel·la experimental i determinacions realitzades

L'experiment es va iniciar l'any 2006 en un àrea d'1.5 ha d'una plantació comercial localitzada a Torres de Segre (41.6° N, 0.44° E, 240 m d'altitud), a la zona de fruiters de Lleida. El sòl era de textura franca, amb un contingut mitjà de matèria orgànica del 3.25%, 8.84 mg N-NO₃-kg⁻¹ i un 25% d'elements grossos, amb exis-

tència d'un horitzó petrocàlcic limitant a 45 cm de profunditat. La CRAD es va estimar en 49.7 mm. Es van utilitzar presseguers d'un cultivar de maduració a mitjans d'agost (*Prunus persica* (L.) Batsch. cv. Andross) empeltats sobre un patró franc de presseguer (GF-305). Els arbres tenien 6 anys d'edat en un marc de 5 x 2.8 m i formats en palmeta amb 3 rames principals fins de 3.5 m d'alçada. Es va utilitzar un sistema de fertirrigació. Els arbres es regaven a diari avaluant les necessitats d'aigua segons la ET₀. La collita va ser mecànica amb un vibrador continu de tronc.

Es van establir tres tractaments de reg segons les fases de creixement del fruit: reg estacional complet 100% (R-100), restricció del 70% de l'aigua durant la fase II (R-II) i restricció del 30% durant la fase III (R-III). El disseny va ser en blocs completament aleatoris amb quatre repeticions. Cada parcel·la elemental estava constituïda per tres línies contigües d'arbres, en total 30 arbres, i el seguiment es realitzava sobre els 5 arbres centrals.

Per al seguiment continu del contingut volumètric d'aigua del sòl es van instal·lar sondes de capacítància ECH2O-25 (Decagon Devices, Inc.

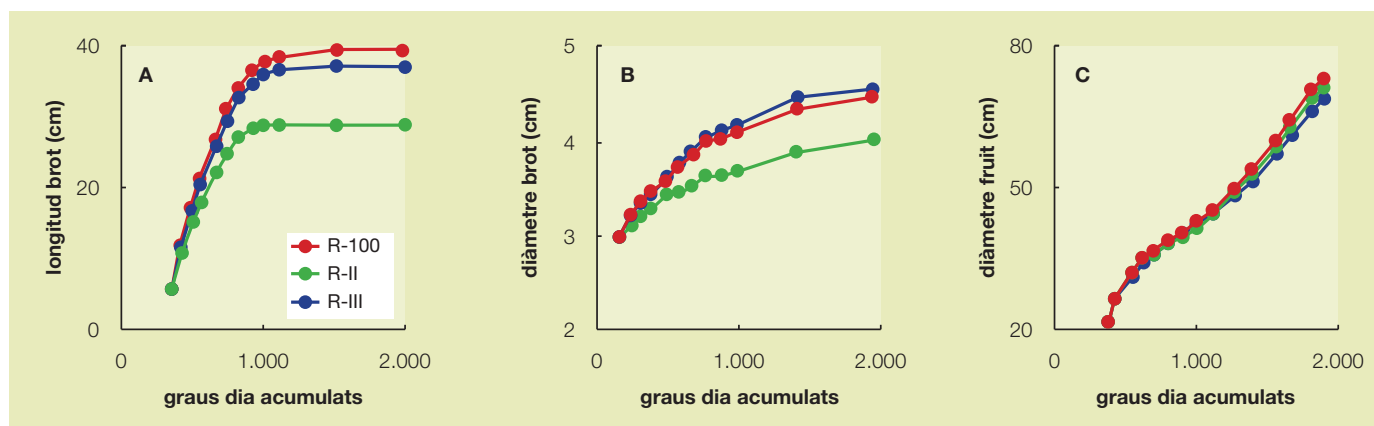


Figura 1. Creixement estacional en longitud de brots (A), diàmetre de brots (B) i diàmetre de fruits (C) segons el tractament de reg. Cada punt és la mitjana de 72 dades

Fases	Duració	(dies)	PREC (mm)	ETo (mm)	FI (mm)	R-II (mm)	R-III (mm)
Repòs hivernal	11/11/06-13/03/07	123	70	105	0	0	0
Fase I	14/03/07-16/05/07	64	96	181	42	43	43
Fase II	17/05/07-18/06/07	33	44	138	97	38 (61%)	98
Fase III	19/06/07-09/08/07	52	5	255	218	216	157 (28%)
Postcollita	10/08/07-30/10/07	81	30	238	120	121	121
Total		353	246	916	477	418 (12%)	419 (12%)

Taula 1. Fases de creixement, condicions climàtiques, dosis de reg aplicades (% estalvi d'aigua) per a cada estratègia de reg. Any 2007.

Tractament	Final fase II		Final fase III		Postcollita	
	SWC (mm)	Ψ_{tija} (MPa)	SWC (mm)	Ψ_{tija} (MPa)	SWC (mm)	Ψ_{tija} (MPa)
FI	181	-0.43 a	71	-0.81 a	75	-0.68 a
R-II	97	-0.52 b	68	-0.89 a	79	-0.71 a
R-III	146	-0.41 a	56	-1.19 b	87	-0.70 a

Taula 2. Contingut d'aigua en el sòl (SWC) i potencial de tija al migdia (Ψ_{tija}) al final de cada fase de creixement.

Tractament	N fulla (%)	K fulla (%)	Ca fulla (%)	Mg fulla (%)	N fruit (%)
FI	3.07	2.03a	2.66 ab	0.58 a	7.85
R-II	2.93	1.71 b	2.78 a	0.62 a	8.39
R-III	2.92	2.14 a	2.51 b	0.56 b	7.66

Taula 3. Efectes de l'estratègia de reg sobre la concentració de N, K, Ca i Mg en fulla durant la fase III i concentració de N en fruit a collita. Lletres diferents en columnes indiquen diferències significatives (LSD, $\alpha = 0.05$, $n=12$).

EUA) a 0.15 i 0.30 m de profunditat, separades 0.70 m del tronc i centrades entre degoters. Setmanalment es va determinar el creixement en diàmetre de fruits i longitud de brots. En acabar cada fase de creixement del fruit es va realitzar la mesura del potencial hídric de tija al migdia mitjançant una cambra de pressió model 3000 (Soil Moisture Equipment Corp., EUA). Es va realitzar un mostreig de fulles i fruits a mitjans de juliol per a la seva anàlisi mineral (espectòmetre ICP i mètode Kjeldhal per al N). A la collita es va determinar la producció total per arbre, el nombre de fruits i els seu pes mitjà. Es va determinar la qualitat de fruits, la duresa (Penefel, França) amb puntal de 8 mm, els sòlids solubles (refractòmetre termocompensat Atago Co. Ltd., Japó) i el color de la polpa amb

un colorímetre CR-200 Chroma Meter (Minolta Co., Osaka, Japó).

03 Resultats

L'aigua aplicada al tractament amb reg estacional complet (R-100) va ser de 477 mm (Taula 1). En el tractament R-II es van estalviar 59 mm, mentre que en el tractament R-III es van estalviar un total de 58 mm. Al final de la fase II (Taula 2) el contingut volumètric d'aigua del sòl per R-II era 97 mm, mentre que el tractament amb reg complet era 181 mm. Posteriorment, al final de la fase III, el contingut volumètric d'aigua del sòl en dèficit R-III era 56 mm, mentre que el tractament amb reg complet era 71 mm, similar al tractament R-II. D'altra banda, el dèficit

de reg durant la fase II determina un potencial hídric de tija al migdia al final d'aquesta fase de -0.52 MPa, mentre que en el tractament sense restriccions en aquesta fase, R-100, es van aconseguir valors mitjans de -0.43 MPa (Taula 2). Durant la fase III, en què ambdós tractaments van rebre les mateixes dosis d'aigua, en els arbres del tractament R-II es van mesurar potencials similars al tractament R-100, que van aconseguir un valor mitjà de -0.85 MPa. El dèficit hídric durant la fase III (R-III) va causar descensos del potencial hídric fins -1.19 MPa, valors molt per sota dels del tractament testimoni (R-100), que van arribar a -0.81 MPa. Ja durant la postcollita, tots els arbres es van regar igual i els valors de potencial hídric van arribar als -0.70 MPa.

Tractament	W (t/ha)	Q (fruits/arbre)	Y (kg/arbre)	M (g/fruit)
F I	4.0 ± 0.7 a	508.7 ± 55.9	65.6 ± 4.6 a	130.7 ± 7.6 A
R-II	3.1 ± 0.6 b	517.9 ± 40.6	62.7 ± 2.9 a	122.2 ± 7.4 b
R-III	3.8 ± 0.7 a	527.1 ± 63.6	57.8 ± 4.5 b	111.3 ± 7.3 c

Taula 4. Efectes de l'estratègia de reg sobre el creixement vegetatiu (pes de la fusta de poda, W), càrrega de fruits (Q), producció (Y) i pes mitjà del fruit (M).

Tractament	PDM (%)	FF (N cm ⁻²)	SSC (%)	Color (a*)
F I	14.6 ± 0.67 b	42.2 ± 3.03 b	11.5 ± 0.74 ab	3.20 ± 0.99
R-II	14.5 ± 0.75 b	42.0 ± 3.03 b	11.1 ± 0.87 b	3.83 ± 1.10
R-III	15.6 ± 0.64 a	49.3 ± 2.99 a	12.5 ± 0.70 a	2.50 ± 1.11

Taula 5. Efectes de l'estratègia de reg sobre el percentatge de matèria seca (PDM), fermesa de fruit (FF), concentració de sòlids solubles (SSC) i color de la polpa (valor a*). Lletres diferents en columnes indiquen diferències significatives (LSD, α = 0.05, n=12).

A la Figura 1 es mostra el creixement estacional de brots i fruits segons els graus dia acumulats des de l'antesi, produïda el 21 de març. El dèficit de reg durant la fase III redueix el diàmetre de fruit. El dèficit d'aigua durant la fase II ocasiona una reducció en la longitud i diàmetre de brots. De la mateixa manera, el pes total de la fusta de poda va ser inferior per a aquest tractament (Taula 4).

Encara que les estratègies de RDC no van afectar la concentració de N en fulla (Taula 3), l'aplicació de R-II va reduir la concentració de K en fulla, mentre que va succeir el contrari amb les concentracions de Ca i Mg. Aquests resultats són consistents amb la importància de l'absorció de K en condicions d'alta humitat del sòl i posen de manifest la interacció competitiva entre les absorcions de K i de Ca i Mg per part de l'arrel.

El dèficit de reg durant la fase III (R-III) va reduir la collita final (Taula 4) i la mida del fruit va ser inferior per als tractaments de RDC, especialment per a R-III. A la Taula 5 es mostren els resultats de qualitat del fruit en el moment de la recol·lecció. S'observa que el tractament R-III incrementà el percentatge de matèria seca, concentració de sòlids solubles i duresa, però no va afectar el color de la polpa. En canvi, R-II no va afectar la qualitat del fruit. Aquests resultats demostren que l'aplicació de RDC a la fase III del creixement del fruit és més decisiva en la qualitat del fruit.

Les sondes de capacítància ECH2O s'han mostrat com a sensors útils per al seguiment del contingut de l'aigua en el sòl. Les característiques del sòl on es realitza l'experiència permeten observar l'estreta relació entre les variacions del contingut d'aigua en el sòl i el potencial hídric de la planta, a més de la sensibilitat del creixement

vegetatiu al dèficit hídric. Segons els resultats obtinguts, l'aplicació de RDC a la fase III afecta el creixement del fruit, reduint la collita, però suposa millores en el contingut de sòlids solubles del fruit que destaquen els avantatges del reg deficitari en aquest aspecte. Tot i que el contingut en sucres del fruit no suposa cap incentiu al preu del producte a l'actualitat, sí que és un factor preuat per la indústria. El dèficit de reg no va suposar cap efecte negatiu sobre la duresa del fruit, incrementant-ne els valors quan es realitza durant la fase III, aspecte que es considera molt important per a la producció de préssec per a indústria amb recol·lecció mecanitzada.

04 Consideracions sobre l'ús del reg en condicions de sequera extrema

L'estudi posa de manifest la importància que té l'ajustament del reg a les característiques del cultiu. Així es plantegen estratègies de reg que sense afectar negativament a la producció total o fins i tot millorant alguns aspectes qualitius que puguin compensar lleugeres disminucions en producció, només necessiten 420 mm anuals. Cal observar que la disponibilitat de només aquests volums d'aigua per a reg podrien considerar-se en alguns casos com dotacions restringides per sequera.

05 Agraïments

Estudi finançat amb el projecte INIA RTA2005-00065. Amb el recolzament de l'empresa LAB-FERRER S.L., el Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya i la col·laboració de les empreses AGROCEMELI i Solfranc Tecnològias.

06 Autors



Rufat, Josep
 Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Tecnologia del Reg
 Centre UdL-IRTA, Lleida.
 josep.rufat@irta.cat



Domingo, Xavier
 Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Tecnologia del Reg
 Centre UdL-IRTA, Lleida.
 xavier.domingo@irta.cat



Arbonés, Amadeu
 Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Tecnologia del Reg
 Centre UdL-IRTA, Lleida.
 amadeu.arbones@irta.cat



Villar, Josep Maria
 Universitat de Lleida (UdL) Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl
 ETSEA, Lleida.
 jmvillar@macs.udl.es



Villar, Pere
 Applus agroambiental
 Laboratori agroambiental
 Sidamon, Lleida.
 pvillar@appluscorp.com



Pascual, Miquel
 Universitat de Lleida (UdL) Departament d'Hortofruticultura Botànica i Jardineria
 ETSEA, Lleida.
 pascual@hbj.udl.es

EL REG DELS CÍTRICS EN CONDICIONS DE SEQUERA



La gestió del reg en cítrics afecta directament el tamany dels fruits. Foto: J.R. Castel

01 Necessitats d'aigua

Els cítrics són plantes perennes i per tant transpiren durant tot l'any. La quantitat d'aigua que les plantes necessiten per al seu correcte creixement i producció és la suma de l'evaporació de l'aigua del sòl i de la transpiració per les fulles, o evapotranspiració del cultiu (ETc).

L'evapotranspiració depèn fonamentalment de dos grups de factors: els climàtics (temperatura i humitat de l'aire, radiació solar i vent) i els derivats de la planta (àrea foliar o fracció de sòl ombrejat pel cultiu i característiques aerodinàmiques i de regulació estomàtica d'aquesta àrea foliar).

Les necessitats reals del cultiu, ETc, estan relacionades amb la demanda climàtica o evapotranspiració de referència (ETo) mitjançant un factor corrector anomenat coeficient de cultiu, Kc, de tal manera que $ETc = Kc \cdot ETo$.

Els valors de Kc obtinguts en tarongers adults Salustiana i Washington Navel regats per inundació (Castel et al. 1987), la validesa dels quals per a reg localitzat es va comprovar a Salustiana (Castel i Buj 1988) i Washington Navel (Buj et



Assaig de RDC en cítrics. Foto: J.R. Castel



L'aigua és indispensable per a un bon creixement del fruit i desenvolupament de la planta. Foto: J.R. Castel

al. 1990) i de mandariners regats per degoteig (Castel 1991 i 1997) s'inclouen a la Taula 1.

02 Dosis de reg

Un bon ús del reg comporta optimitzar, tant com sigui possible, l'eficiència de les aplicacions, entenent com a tal la fracció de l'aigua aplicada que és consumida pel cultiu com a ETC. Per a això, cal minimitzar les pèrdues per escolament

i, sobretot, per percolació profunda. Això es pot aconseguir utilitzant cabals i temps de reg adequats a les característiques d'infiltració del sòl i amb un bon anivellament en els regs a manta, o evitant les obturacions i descompensacions de pressió en els regs localitzats mitjançant un adequat manteniment de les instal·lacions. En termes generals, aquesta falta d'uniformitat en el reg, unida a la necessitat de rentar les sals que l'aigua aporta al sòl, fan que la dosi real de

reg hagi de ser l'ETc augmentada en una fracció que es pot xifrar en un 15-20%.

L'aigua a aplicar en reg ha de ser l'ETc minorada per l'aportació real de la pluja o precipitació efectiva, Pe.

En termes generals, a la zona de Llevant la pluja aporta, en anys de pluviometria normal, aproximadament el consum d'aigua dels cítrics des

Àrea ombrejada, %	G	F	M	A	Mg	Jn	J	A	S	O	N	D	Mitjan a any
As > 70 (a)	0.66	0.65	0.66	0.62	0.55	0.62	0.68	0.79	0.74	0.84	0.73	0.63	0.64
As = 50 (a)	0.52	0.54	0.40	0.54	0.51	0.60	0.55	0.67	0.56	0.70	0.77	0.78	0.56
As = 20 (b)	0.33	0.39	0.22	0.20	0.35	0.31	0.40	0.44	0.49	0.66	0.62	0.42	0.40

Taula 1. Valors del coeficient de cultiu Kc per a cítrics en funció de l'àrea ombrejada i del control de males herbes (Dades de Castel et al. 1986 i Castel 1997). (a) CASTEL i cols. (1986). Amb control de males herbes a la primavera-estiu i coberta d' Oxalis spp. a l'hivern. (b) CASTEL (1997). Reg per degoteig amb control de males herbes durant tot l'any.

TRACTAMENT DE REG							
Paràmetre	Control Sense Dèficit (- -)	SR P-I (0-R-R)	SR P-II (R-0-R)	SR P-III (R-R-0)	SR P-I+II (0-0-R)	SR P-I+III (0-R-0)	SR P-II+III (R-0-0)
Reg (mm)	460	310	344	357	193	206	240
ET relativa	1.0 (390 mm)	0.88	0.83	0.78	0.69	0.66	0.59
Estrès Hídric (MPa·dia)	42	42	58	138	134	155	163
Producció (kg/arbre)	35.8	14.8 ^{xy}	15.3 [*]	19.0 [*]	5 [*]	6.1 [*]	7.7 [*]
Nombre Fruits / arbre	370	140 [*]	173 [*]	324	56 [*]	104 [*]	137 [*]
Pes Fruit (g)	104	109	87	62 [*]	79	68 [*]	43 [*]
Sucres (°Brix)	11.1	10.6	10.7	12.8 [*]	9.7	12.9 [*]	11.6
Acidesa (g/l)	6.9	7.4	7.7	10.7 [*]	8.7	11.7 [*]	15 [*]

Taula 2. Efecte de la supressió del reg en diferents períodes fenològics sobre la producció i qualitat del fruit de mandariners 'Clementina de Nules'. Valors mitjans de 1993 i 1994. (Dades de Ginestar i Castel, 1996). * La denominació dels tractaments com SR (sense reg) indica la supressió total del reg durant el (els) període(s) especificat(s), cosa que també s'indica mitjançant el "0" a la línia inferior; i "R" indica reg sense restriccions. Els períodes van ser: I (des de 1 Març a 13 Juny els dos anys), II (des de 14 Juny a 6 Agost el 1993 i a 25 Juliol el 1994), i III (des de 7 Agost a 16 Octubre el 1993 i des de 26 Juliol a 7 Setembre el 1994). * L'asterisc indica diferències significatives respecte al Control en base al test de Dunnnett a $P < 0.05$.

TRACTAMENT DE REG					
Paràmetre	Control	20-T	40-T	40-P	40-O
Reg, m ³ /ha-any	5770	4490	3330	4610	4880
Producció, Tm/ha	62.9 a ⁽¹⁾	57.9 b	49.4 c	58.0 b	60.5 ab
Pes mitjà fruit, g	162 a	156 ab	151 b	158 a	160 a
Núm. fruits/arbre	1285 a	1236 a	1128 b	1226 a	1237 a
Sucres (°Brix)	12.0 a	12.2 a	12.6 b	12.0 a	12.1 a
Acidesa (g/l) ⁽²⁾	7.0 a	7.4 a	7.3 a	6.8 a	7.6 a

Taula 3. Producció i components de la producció en tarongers Salustiana en funció del tractament de reg per degoteig durant 1985-1992. ⁽¹⁾ A cada filera els números seguits de lletra no comú difereixen significativament $P < 0.05$. ⁽²⁾ L'espessor mitjà de l'escorça i el contingut de suc dels fruits no van ser afectats pels tractaments de reg i els valors mitjans del període van oscil·lar entre 5.3-5.7 mm i 44.5-46.5% en pes, respectivament.

d'octubre a mitjans de març. Per tant, les necessitats netes d'aigua (ETc-Pe) per la temporada habitualment seca (finals de març a setembre) serien d'uns 450 mm, i en cas de reg localitzat amb bona uniformitat (eficiència d'aplicació del 85%) la dosi necessària seria de 5.300 m³/ha-any.

03 Creixement i producció dels cítrics en relació als dèficits hídrics

Els dèficits hídrics a les plantes es produeixen principalment per dues raons: 1) perquè el contingut d'aigua en el sòl és baix, 2) perquè la

demanda evaporativa de l'aire és alta (aire sec i temperatura elevada), com succeeix en les èpoques de ponent. En algunes ocasions es poden presentar dèficits hídrics a causa de condicions en el sistema radical com ara falta d'aereació (sòls molt argilosos amb mal drenatge), baixa temperatura i malalties (tristeses, psoriasi, etc.) que redueixen la seva conductivitat hidràulica. També poden presentar-se dèficits hídrics quan l'aigua de reg té un contingut excessiu en sals.

L'efecte del dèficit hídric en la collita acostuma a ser més gran en determinats períodes que, per aquest motiu, s'anomenen 'crítics'. A la majoria dels cultivars de cítrics, el període de màxima sensibilitat a la falta d'aigua és el de floració i quallat dels fruits, seguit del període que compren les fases de creixement inicial dels fruits fins a la caiguda de juny. El període de maduració dels fruits acostuma a ser el menys sensible. Això s'ha posat de manifest en experiments a diferents zones cítriques com les de Ginestar i Castel (1996) en Clementina de Nules regats per degoteig (Taula 2).

En les condicions climàtiques de València, l'efecte de diferents tractaments de reg per degoteig, al llarg de set anys, sobre la producció i qualitat

de la fruita d'arbres adults de Salustiana (Castel i Buj, 1993) van ser (Taula 3):

I) Quan es va aplicar al llarg de tot l'any un 20% menys d'aigua que les necessitats (20-T) hi va haver una reducció a la producció del 8%. Quan es va aplicar un 40% menys que les necessitats (40-T), la producció va disminuir un 22%.

II) Quan en el període d'abril a finals de juny l'aigua aplicada va ser un 40% menys que les necessitats i la resta de l'any es va regar sense limitació (40-P), la disminució de producció va ser del 8%. Quan aquest mateix dèficit d'aigua es va aplicar en els mesos de setembre a març (40-O), llavors la producció va disminuir només un 4%.

III) La majoria dels anys, els tractaments de reg deficitari van disminuir el pes mitjà del fruit en comparació al dels arbres ben regats, i gairebé no van afectar el nombre de fruits per arbre.

IV) El reg deficitari durant tot l'any (40-T) va produir un augment dels sucres del fruit, un augment més fort com més gran va ser el



En casos d'escassetat d'aigua, els objectius del reg s'han de concentrar a obtenir el màxim rendiment per unitat d'aigua, no la màxima producció per unitat de superfície

TRACTAMENT DE REG								
Paràmetre	Control	25%-I*	50%-I	25%-II	50%-II	25%-III	50%-III	50%-Any
Reg (m³/ha)	3840	2750	3090	3350	3540	2670	2880	1700
Estalvi d'Aigua (%)	--	28	20	13	8	30	25	56
Producció (kg/arbre)	54.7	20.1**y	38.7*	49.9	56.7	41.6	46.9	45.0
Producció Relativa (%)	100	37	72	92	105	77	87	83
Nombre Fruits/arbre	551	198*	387*	565	601	545	528	489
Pes mitjà Fruit (g)	103	102	103	92*	99	77**w	92**w	94*
Sucres (°Brix)	11.3	10.6	11.0	11.4	11.0	14.2*	13.1*	12.5*
Acidesa (g/l)	7.5	7.2	7.5	8.0	7.7	9.4*	8.2*	8.5*

Taula 4. Influència dels tractaments de reg en la producció i qualitat del fruit de 'Clementina de Nules'. Valors mitjans de 1995 i 1996. (Dades de González-Altozano i Castel, 1999). (*) Durada dels períodes: I) 20/3/95 a 3/7/95 i 1/4/96 a 1/7/96; II) 4/7/95 a 7/8/95 i 2/7/96 a 28/7/96; III) 8/8/95 a collita i 29/7/96 a collita. (†) L'asterisc indica diferències significatives respecte al Control en base al test de Dunnett a P < 0.05. (‡) El 1995 gairebé un 23% dels fruits tenien 'clareta' i encara que en menor proporció també va succeir en el 50%.

TRACTAMENT DE REG								
Paràmetre	Control	25%-J	50%-J	50%- J+A	75%- J+A	50%- A+O	75%- J+O	50%-Any
Reg (m³/ha)	4520	3980	4240	3540	4010	3530	3650	2080
Estalvi d'Aigua (%)	--	12	6	22	11	22	19	54
Producció (kg/arbre)	69.3	71.3	70.0	69.3	66.6	57.1**y	72.5	53.4*
Producció Relativa (%)	100	103	101	100	96	82	105	77
Nombre Fruits/arbre	656	771	741	735	673	730	898*	624
Pes mitjà Fruit (g)	109	95*	99	98	102	79**z	82*	88*
Sucres (°Brix)	12.0	12.1	12.2	12.5	12.3	15.6*	14.2*	14.8*
Acidesa (g/l)	7.5	7.8	7.4	8.2	7.9	9.8*	8.6*	9.8*

Taula 5. Efecte dels tractaments de RDC en la producció i qualitat del fruit de 'Clementina de Nules'. Valors mitjans de 1997 i 1998 (Dades de González-Altozano i Castel, 2000a). (*) L'asterisc indica diferències significatives respecte al Control en base al test de Dunnett a P < 0.05. (†) El 1998 un 30% dels fruits van ser afectats de 'clareta' i encara que en menor proporció també el 1997.

dèficit hídric. Aquest efecte no es va observar quan els dèficits es van produir només durant el període de floració-quallat o durant el període de maduració.

04 Reg quan hi ha escassetat d'aigua

En casos d'escassetat d'aigua, els objectius del reg s'han de concentrar a obtenir el màxim rendiment per unitat d'aigua, no la màxima producció per unitat de superfície. Una de les alternatives proposades per a aquesta finalitat és l'anomenat reg deficitari controlat "RDC". El Reg Deficitari Controlat, RDC en la forma més comunament utilitzada en fructicultura, consisteix en l'aplicació de quantitats d'aigua inferiors a les necessàries (o evapotranspiració màxima del cultiu, ETc) durant períodes determinats del cicle del cultiu en els quals la producció i la qualitat siguin poc (o gens) afectats, i aplicar el total d'aquestes necessitats durant la resta del cicle i en especial en aquells moments en què la producció i/o la qualitat són més danyats per la manca d'aigua, o períodes crítics.

El RDC ha estat àmpliament estudiat en Clementina de Nules (González-Altozano i Castel, 1999; 2000 a i b). Els resultats de quatre anys d'investigació sobre la producció i qualitat dels fruits de Clementina de Nules (Taules 4 i 5) mostren grans diferències de sensibilitat a l'estrès segons el període fenològic en què es van aplicar els tractaments RDC. Així, el període més crític i per tant el menys aconsellable per estalviar aigua va ser la primavera, en què el RDC va causar una important reducció de la collita (entre el 28% i 63%) degut a l'augment de la 'caiguda de juny' i consegüent disminució del nombre final de fruits per arbre. A més, l'estrès a la primavera va provocar una sobreproducció de brots florals en la següent brotada (A2) que va originar fruits tardans sense valor comercial.

El RDC durant el final de l'estiu i principis de tardor va reduir de forma notable la mida del fruit, i en alguns casos va provocar malformacions externes (clareta) en una proporció important dels mateixos, fins i tot en els tractaments de menys restricció d'aigua en aquest període

(50%-II, 50%-A-O) en què els nivells d'estrès hídric experimentats pels arbres van ser bastant moderats.



El Reg Deficitari Controlat consisteix en l'aplicació de quantitats d'aigua inferiors a les necessàries durant períodes determinats del cicle del cultiu en els quals la producció i la qualitat siguin poc afectats, i aplicar el total d'aquestes necessitats durant la resta del cicle



Noves plantacions de cítrics. Foto: J.R. Castel



Instal·lació del sistema de reg. Foto: J.R. Castel

A ple estiu (juliol i agost), quan es produeix la fase inicial de creixement ràpid del fruit, és el període més adequat per a l'aplicació del RDC en Clementina de Nules, atès que si es té cura de no sobrepassar un valor de Ψ_n al voltant de -1.1 MPa (que correspon a un valor de potencial matriu del sòl al voltant del límit de lectura dels tensiòmetres, -100 kPa), es poden aconseguir estalvis importants d'aigua (entre el 6% i el 23%) sense afectar la producció ni la qualitat, ni la

mida del fruit. Això es deu a què els fruits de Clementina de Nules, així com els d'altres espècies de cítrics, són capaços de créixer a més gran velocitat "creixement compensatori" quan es restableix el reg sense limitació després de períodes d'estress moderat.

Adicionalment, per aconseguir una bona eficiència del reg cal minimitzar les pèrdues d'aigua, de manera que un percentatge més gran d'aigua aplicada sigui utilitzat pel cultiu. Algunes de les

mesures recomanables per reduir les pèrdues d'aigua són:

1. Reducció de les pèrdues en canals:
a) Millorant el seu revestiment, b) evitant els sobrants de reg mitjançant torns de reg més controlats (per exemple, en el cas de pous convé establir torns seguint el desnivell de forma que el sobrant d'un regant aigües amunt pugui ser fàcilment aprofitat pel següent aigües avall), c) reduint les pèrdues per evaporació dels canals o sobretot dels aspersors regant a la nit.

2. Millorant la uniformitat de distribució a la parcel·la es pot reduir el drenatge. Això es pot aconseguir millorant l'anivellament i en part ajustant el cabal, de forma que l'aigua tardi poc en arribar al final del bancal. En general, per aconseguir una bona eficiència i uniformitat en el reg per bancals tancats convé tallar l'entrada de l'aigua quan hagi avançat entre el 0.6 i 0.9 de la longitud total del mateix segons textures i rugositat. El límit de 0.6 es recomana per sòls amb baixa infiltració (per exemple, argilosos o amb tendència a formar crosta) o amb gran rugositat (acabats de treballar, o amb herbes altes) i el de 0.9 per a sòls amb una infiltració alta (per exemple arenosos) o molt llisos.

3. Evitant l'escolament o posant els mitjans adequats per poder reutilitzar-lo.

4. Controlant les males herbes. Les males herbes competeixen amb el cultiu per l'aigua. Tant és així que en casos extrems poden representar d'un 10% a un 25% de l'aigua total consumida. En general, des del punt de vista de l'economia de l'aigua, resulta més convenient tallar les herbes o aplicar herbicides que no el laboreig.

5. L'ús excessiu de fertilitzant pot agreujar els problemes de sequera, en especial si s'apliquen al principi de la temporada, donat que promouran un creixement més ràpid i vigorós del cultiu i també de les males herbes.

6. Regant amb menys quantitat d'aigua per reg i augmentant lleugerament el número de regs també aconseguirem reduir les pèrdues per drenatge. Així, a la Comunitat Valenciana (Castel et al. 1987) es van obtenir millores de l'eficiència del reg a manta al voltant del 10-15% adequant els cabals de reg a les



Sistema de reg per aspersió mòbil en cítrics. Foto: J.R. Castel



Sistema de reg per aspersió mòbil en cítrics. Foto: J.R. Castel

característiques del sòl i anivellament amb la finalitat d'aplicar làmines més petites amb bona uniformitat. Això obliga a augmentar lleugerament la freqüència de reg (2 a 3 regs més per any, respecte als 5-6 habituals per a sòls amb alta capacitat de retenció o als 7-8 per a sòls amb capacitat mitja). Resultats similars de millora d'eficiència en el reg per aspersió es van obtenir a Israel amb la reducció de la dosi d'aigua aplicada a cada reg i amb ella la profunditat humitejada.

7. En el cas d'arbres joves, regant només part de la superfície; i en el cas d'adults, mitjançant reg per bancals alterns amb el corresponent augment de la freqüència.

05 Autor



Castel, Juan R.
Institut Valencià d'Investigacions
Agràries (IVIA)
Departament Recursos Naturals València
castel_jua@gva.es



Per aconseguir una bona eficiència del reg cal minimitzar les pèrdues d'aigua, de manera que un percentatge més gran d'aigua aplicada sigui utilitzat pel cultiu



Regant amb menys quantitat d'aigua per reg i augmentant lleugerament el número de regs aconseguirem reduir les pèrdues per drenatge



Llicenciat i membre del cos d'enginyers tècnics agrícoles de l'Estat, José Luis Pérez presideix, des de 1991, la Comunitat General de Regants del Canal d'Aragó i Catalunya que abasta un total de 104.850 hectàrees, tant a les províncies d'Osca com Lleida. Des del seu càrrec coordina el subministrament de 4 hm³ diaris durant el set mesos de la campanya de reg per satisfer la demanda de la comunitat de regants. Parlem amb ell del funcionament del Canal d'Aragó i Catalunya i sobre el reg en èpoques de sequera.

Quines mesures especials han pres o tenen previst prendre en el Canal davant la situació d'emergència pluviomètrica a Catalunya?

En base a les dades aportades pels serveis tècnics, la Comunitat General del Canal d'Aragó i Catalunya efectua l'administració de l'aigua de reg que posteriorment subministrarà a les 134 comunitats de regants de base, mitjançant la dosificació dels litres per segon i hectàrea.

L'objectiu és mantenir el subministrament de forma ininterrompuda durant tota la campanya de reg, que abasta des de l'1 de març al 30 de setembre. En aquest sentit, per poder repartir l'aigua disponible durant tot el període, cada 15 dies s'ajusta la dotació de litres per segon i hectàrea. Aquesta dotació és més generosa en anys normals i s'ajusta a l'escassetat en èpoques de sequera, aplicant una "mesura de gestió" del recurs hídic.

Com variarà el funcionament normal del Canal d'Aragó i Catalunya amb l'aplicació de mesures contra la sequera a Catalunya?

Les mesures aprovades pel govern de la Generalitat, que consisteixen bàsicament en usos de l'aigua per a abastaments, no interfereixen en la gestió dels usos de regadiu en el nostre sistema.

L'ENTREVISTA

José Luis Pérez

President de la Comunitat General de Regants del Canal d'Aragó i Catalunya

"LES MESURES CONTRA LA SEQUERA NO INTERFEREIXEN EN LA GESTIÓ DELS USOS DE REGADIU DEL NOSTRE SISTEMA"

"Si els agricultors fan un ús eficient del recurs obtenen una càrrega econòmica menor pel subministrament d'aigua"

Es parla molt de la gestió eficient de l'aigua en el reg. Com definiria aquest concepte?

El concepte clàssic d'eficiència en el maneig del recurs per a reg es defineix com la necessitat d'ajustar el subministrament d'aigua de reg a les necessitats biològiques del cultiu, utilitzant el nivell tècnic òptim en cada moment.

L'aigua és un bé escàs però necessari. Considera que existeix una consciència real de la importància d'una bona gestió de l'aigua entre els agricultors?

El pagament de les tarifes de reg en el Canal d'Aragó i Catalunya està en relació directa amb els m³ consumits. Si els agricultors fan un ús eficient del recurs obtenen una càrrega econòmica menor pel subministrament d'aigua. Aquesta conseqüència pràctica crea una consciència real de bona gestió entre la comunitat de regants.

Quins paràmetres o elements hauria de tenir en compte un sistema de reg ideal?

El subministrament d'aigua per a reg es pot dividir en tres fases:

·Xarxa d'alta: transport del recurs del lloc d'emmagatzematge (embassament) a l'entrada de la zona regable.

·Xarxa de baixa: distribució del recurs per tota la zona regable fins a l'entrada a cada finca o explotació.

·Aplicació en la parcel·la: incorporació de l'aigua al cultiu.

El plantejament "ideal" de reg hauria d'optimitzar les tres fases.

Atesa la situació de sequera que s'arrossega des de fa anys, quins creu que són els cultius més afectats?

Els cultius que es veuen més danyats pel dèficit pluviomètric a la nostra zona són les plantacions de fruita, sobretot els presseguers, i els cultius farratgers permanents, com és el cas de l'alfals.

"Des del Canal lamentem la falta de conscienciació de la pròpia administració i de la societat en general"

Quines mesures pot adoptar l'agricultor per a minimitzar els danys del dèficit d'aigua?

Els agricultors de la nostra zona regable han optat per optimitzar l'aplicació d'aigua en parcel·la, assumint-ne, en gran part, el seu cost.

A més, les comunitats de regants de base estan equilibrant la fase de distribució (xarxa de baixa) amb ajuda econòmica variable. Així mateix, la xarxa d'alta (transport), propietat de l'Estat i gestionada per l'administració hidràulica, també s'ha d'optimitzar i modernitzar-se.

Tanmateix, des del Canal lamentem la falta de conscienciació de la pròpia administració i de la societat en general, que estan molt més preocupades per la modernització de l'aplicació de l'aigua en parcel·la per part de l'agricultor, un procés que ja s'està duent a terme en gran mesura.

El Canal d'Aragó i Catalunya compta amb algun servei d'assessorament de reg per a l'agricultor?

Des de la nostra comunitat de regants oferim el servei dels serveis tècnics que es dediquen a atendre consultes, resolen dubtes i problemes i, de tant en tant, imparteixen cursos i organitzen jornades tècniques.

D'aquesta manera, els agricultors coneixen les darreres novetats i recomanacions dels diferents sistemes de reg que existeixen.

Com valora la política de reg del Departament d'Agricultura de Catalunya? Com es podria millorar?

Els Departaments d'Agricultura de les dues comunitats autònomes de les que depenem (Diputació General d'Aragó i Generalitat de Catalunya) mantenen una política d'ajuda al regadiu que desitgem es millori i incrementi.

Les millores en el reg passen per tenir una visió més àmplia del problema hídic, tenint en compte que existeixen la fase de transport, distribució i aplicació de l'aigua al cultiu.

El Departament de Medi Ambient i el MARM van pactar una proposta de transvasament d'aigua des de Tarragona a Barcelona. Quina postura adopta el Canal d'Aragó i Catalunya en aquesta qüestió?

Tal i com es va acordar per majoria en l'Assemblea General de la Federació de Regants de la Conca de l'Ebre, des del Canal ens mostrem solidaris amb les necessitats puntuals i temporals de l'aigua en boca, ateses amb els recursos procedents de l'estalvi d'aigua de totes les Comunitats de regants de la Conca durant el proper període de tardor i hivern.

RuralCat.
redaccio@ruralcat.net