

EINA DE RECOMANACIONS DE REG EN AGRICULTURA A RURALCAT

CARME TRIGUEROS VILELLA

GRUP DE FORMACIÓ I TRANSFERÈNCIA EN REG, ESCOLA DE
CAPACITACIÓ AGRÀRIA DE TÀRREGA, DEPARTAMENT D'AGRICULTURA,
ALIMENTACIÓ I ACCIÓ RURAL
carme.trigueros@gencat.cat

Resum

L'aigua és un recurs cada cop més escàs, i no s'han d'estalviar esforços per a trobar fórmules i mecanismes per tal de millorar l'eficiència de la gestió i ús a les diferents zones de regadiu de Catalunya. En aquesta línia, el Servei de Transferència Tecnològica del Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural (DAR) de la Generalitat de Catalunya va desenvolupar, a mitjan 2003, una aplicació informàtica d'obtenció de recomanacions de reg dins del portal virtual agroalimentari de RuralCat, *www.ruralcat.net*.

L'eina de recomanacions de reg de RuralCat ofereix, setmanalment, a tècnics i regants un suport a la decisió de *quant* i *quan* regar i, com que es basa en dades diàries d'evapotranspiració de referència (ET_0) i de pluja registrades a les estacions de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya (XAC), permet adaptar el reg a les dades meteorològiques setmanals reals i aprofitar una informació existent i molt útil. A més a més, fa ús de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) via correu electrònic, Internet i missatges SMS a mòbil, d'una gran immediatesa i disponibilitat per un gran nombre d'usuaris.

1. Introducció

Els regadius són i seran un dels motors de les àrees rurals, tot i que, alhora, esdevenen un dels principals consumidors d'aigua. Per aquest motiu no s'han d'escatimar esforços per a trobar fórmules i mecanismes que permetin millorar l'eficiència de la gestió i l'ús.

El Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural (DAR) de la Generalitat de Catalunya desenvolupa, des del gener de 2003, el portal virtual agroalimentari RuralCat, amb la intenció d'oferir un web de referència per al sector agrari català, on també s'inclouen eines de gestió i de suport a la decisió. Entre aquestes hi ha l'eina de recomanacions de reg, que el Servei de Transferència Tecnològica del DAR va crear, també, al 2003. Es tracta d'una aplicació informàtica de càlcul de recomanacions de reg, que durant la campanya proporciona els valors de dosi de reg en m³/ha i setmana i les hores de reg setmanals (en cas que s'hagin introduït les característiques del sistema de reg) per a un total de quaranta cultius. Així mateix, com que la majoria d'activitats agràries es fan a l'aire lliure es va considerar, també des del DAR, la possibilitat que els usuaris tinguessin accés a la informació generada via missatges curts de text als mòbils (SMS).

2. Metodologia

2.1. Creació de l'eina «Recomanacions de reg» de RuralCat

Amb l'objectiu de facilitar el càlcul de les necessitats hídriques dels conreus, es crea l'eina «Recomanacions de reg» de RuralCat, www.ruralcat.net (figura 1).

Aquest servei de recomanacions de reg pretén facilitar la programació del reg a nivell de parcel·la, amb la voluntat d'oferir setmanalment, als tècnics i regants, una eina de suport a la decisió de *quant* i *quan* regar. Els usuaris introdueixen les dades personalitzades del seu conreu i obtenen, setmanalment, les recomanacions de reg al seu correu electrònic o al seu mòbil, via SMS.

2.2. Càlcul de les necessitats de reg

El càlcul de les necessitats hídriques es duen a terme sobre la base de les *diàries dades meteorològiques* mesurades al llarg de la setmana anterior per l'estació de referència que cada usuari escull en caracteritzar la seva explotació.



Figura 1. Logotip d'accés a l'apartat de recomanacions de reg de RuralCat.

Les dades meteorològiques són l'evapotranspiració de referència (ET_0) (mm) i la precipitació enregistrada (mm) a cadascuna de les estacions agrometeorològiques (repartides per les diferents comarques) que l'eina té introduïdes (figura 2). Aquestes estacions pertanyen a la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya (XAC).

Les necessitats de reg es calculen com a diferència entre la demanda evapotranspirativa (ET_c) (fórmula 1) i la pluja efectiva (P_e) per a cada període en concret (fórmula 2). Les necessitats netes de reg es calculen tal com s'observa a la fórmula 3:

$$N_h = ET_c = ET_0 \times K_c \quad (1)$$

$$N_r = ET_c = P_e \quad (2)$$

$$NN_r = \frac{(N_c - P_e)}{\epsilon_r} \quad (3)$$

On:

N_h : necessitats hídriques

ET_c : evapotranspiració del cultiu

ET_0 : evapotranspiració de referència

K_c : coeficient de cultiu

N_r : necessitats de reg

P_e : pluja efectiva

NN_r : necessitats netes de reg

ϵ_r : eficiència del sistema de reg



Figura 2. Estacions de la XAC que l'eina de recomanacions de reg té introduïdes.

La pluja efectiva (P_e) es calcula de la manera següent:

$$\begin{aligned} \text{Si } P_t > 4 \text{ mm} &\Rightarrow P_e = P_t \times 0,75 \\ \text{Si } P_t \leq 4 \text{ mm} &\Rightarrow P_e = 0 \end{aligned} \qquad (4)$$

On: P_t , pluja total

L'eina funciona de manera diferent segons el tipus de conreu de què es tracti. Així en el cas de l'alfals, l'eina calcula unes necessitats màximes i mínimes, segons el dall (abans o just després). En canvi, en el cas dels cultius arboris, el K_c s'ajusta amb relació al percentatge d'ombra de la plantació.

El valor de la dosi de reg es dona en *metres cúbics/ha i setmana*. En definir el sistema de reg, la dosi es pot traduir en nombre d'hores de reg setmanals que és necessari per a cada cultiu en qüestió.

L'eina *no té en compte la reserva d'aigua al sòl*, la textura del sòl o possibles problemes de salinitat, per tant, cal que els regants, abans de regar, facin una estimació prèvia de l'estat d'humitat del sòl i ajustin l'aportació d'aigua necessària.

2.3. Dades a introduir per l'usuari

Les dades que cada usuari ha d'introduir a l'hora de configurar una recomanació de reg per a la seva parcel·la es recullen a la taula 1:

Taula 1. Dades que cal introduir per a configurar una recomanació de reg a RuralCat

Dada a introduir	Descripció
PAS 1. DADES CLIMÀTIQUES	
Comarca	Cal seleccionar la comarca on es troba ubicada la parcel·la
Estació XAC	Selecció de l'estació XAC més propera o més representativa
ET_0 (mm) Pluja (mm)	FAO Irrigation and Drainage Paper, n. 24
PAS 2. DADES DEL CULTIU	
Cultiu	Es pot seleccionar el cultiu entre un total de trenta-nou cultius
Cicle del cultiu (floració, collita, etc.)	Aquí s'han d'introduir les dades d'inici i del final del cicle de cultiu
Enherbat o no?	S'ha d'especificar si els carrers (cultius arboris) es troben amb herba o sense

Taula 1. Dades que cal introduir per a configurar una recomanació de reg a RuralCat (*continuació*)

Dada a introduir	Descripció
Selecciona plantació	
Conducció cultiu	El tipus de formació es refereix al fet de si es tracta d'una formació en vas o en palmeta
Amplada carrers	Distància que hi ha entre els carrers de la plantació
Distància entre arbres (d'una mateixa filera)	Dins d'una mateixa filera d'arbres, la distància que hi ha entre arbre i arbre
Diàmetre de capçada / amplada d'arbres	El diàmetre de capçada és el diàmetre mitjà de capçada dels arbres que configuren la parcel·la en el cas de formació en vas. L'amplada d'arbre es refereix a l'amplada de la bardissa que forma la formació en palmeta.
PAS 3. DADES DEL TIPUS DE REG	
Defineix el sistema de reg	
Localitzat	Nombre d'emissors per arbre Cabal per emissor
Superfície	Reg a manta
Aspersió	Nombre d'aspersors per arbre o per hectàrea Cabal per aspersor
Eficiència	Eficiència del sistema de reg; el sistema té associats uns valors per defecte: 0,6 en reg per superfície, 0,8 en aspersió i 0,9 en reg localitzat. Aquesta eficiència també es pot ajustar segons el criteri de l'usuari, mitjançant el desplegable associat.

Pas 1. Dades meteorològiques

Comarca

La comarca es pot triar de les trenta-set existents, a dia d'avui, dintre l'eina «Recomanacions de reg» de RuralCat. Cada comarca té associades les respectives estacions meteorològiques de la XAC (cinquanta-dues actualment).

Estacions meteorològiques gestionades pel Servei Meteorològic de Catalunya (SMC)
Ofereixen els valors d' ET_0 i pluja de la setmana anterior a la que es fa la recomanació de reg. L' ET_0 s'obté d'acord amb l'equació de Penman-Monteith de la FAO (Allen *et al.*, 1998).

Pas 2. Dades del cultiu

Cultiu
El nombre de cultius disponibles a l'eina «Recomanacions de reg» de RuralCat és de trenta-nou (taula 2):

Taula 2. Cultius disponibles a l'eina de recomanacions de reg de RuralCat

Cultius extensius (3)	Cultius llenyosos (14)	Cultius hortícoles (22)
Alfals	Albercoquer	Albergínia
Blat	Ametller	All
Blat de moro	Avellaner	Api
	Cirerer	Bròquil
	Cítrics	Calçot
	Festuc	Carbassó
	Nectarina	Ceba
	Noguer	Ceba tendra
	Perer	Col
	Olivera	Col-i-flor
	Pomera	Enciam
	Presseguer	Escarola
	Prunera	Espinacs
	Vinya	Meló
		Mongetera
		Pastanaga
		Patata
		Pebrot
		Pèsol
		Porro
		Síndria
		Tomàquet

Cicle del cultiu

El coeficient de cultiu (K_c) s'obté d'una base de dades introduïda al programa, juntament amb la definició per part de l'usuari de les dates d'inici i finalització del cicle del cultiu i amb el càlcul de l'ombrejament. Els valors de K_c s'han extrapolat, en cas d'existir, dels estudis locals que ha realitzat l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) per a diferents conreus, o de la literatura (FAO), en cas contrari. Si el valor de K_c no és constant al llarg del cicle del cultiu, el seu valor diari es troba d'aplicar la fórmula 5, a partir de conèixer els valors de les fases inicial i final introduïts.

$$K_c = K_f - (K_f - K_i) \times \left[\frac{(dia_f - dia_a)}{(dia_f - dia_i)} \right] \quad (5)$$

On:

- K_c : coeficient de cultiu
- K_f : coeficient de cultiu al final del cicle de cultiu
- K_i : coeficient de cultiu a l'inici del cicle de cultiu
- dia_f : dia de finalització del cicle de cultiu
- dia_a : dia actual
- dia_i : dia d'inici del cicle de cultiu

D'altra banda, el sistema permet que, en el cas d'alguns cultius, l'usuari pugui introduir les dates de floració, collita, naixement, gra pastós, trasplantament o brotació segons cada cas, i modificar les dates del cicle de cultiu. En aquests casos, l'aplicació té, per defecte, una data associada al moment descrit del cicle, tot i que es permet que l'usuari l'avanci o la retardi fins a cinc setmanes, recalculi les noves dates del cicle de cultiu, i mantingui la proporció de la durada en temps de les diferents fases (taula 3).

Taula 3. Exemple de modificació de la durada d'un cicle. Cicle tipus de 150 dies

Modificació	Durada del cicle	Fase I	Fase II	Fase III
Sense modificar	150 dies	40	80	30
S'avança 10 dies la fase I i es retarda 20 dies la fase III	180 dies	$\frac{40}{150} \times 180 = 48$	$\frac{80}{150} \times 180 = 96$	$\frac{30}{150} \times 180 = 36$

Enherbat o no

La presència o no d'herba als carrers implica que al coeficient de cultiu, K_c , se li sumi un valor de 0,1 en cas afirmatiu (fórmula 6) o no (fórmula 7), abans de ser modificat pel percentatge de demanda hídrica.

$$K'_c (ajustar) = (H_c + 0,1) \times f \quad (7)$$

On:

K'_c : coeficient de cultiu ajustat

K_c : coeficient de cultiu

f : percentatge de demanda hídrica

Conducció del cultiu

Les necessitats hídriques per als cultius arboris (a excepció dels cítrics) es calculen considerant el percentatge de demanda hídrica (f) (fórmula 8), segons la superfície ombrejada, que varia segons la formació del cultiu (en vas o en palmeta):

$$N_h = ET_0 \times K_c \times f \quad (8)$$

El càlcul de f es fa segons la superfície d'ombra (fórmules 9 i 10):

Formació en vas: Formació en palmeta

$$SO = \{(\prod (\frac{D}{2})^2) / MP\} \times 100 \quad (9)$$

$$SO = \{AA / (AA+AC)\} \times 100 \quad (10)$$

On:

SO: superfície ombrejada (m²)

MP: marc de plantació (m²)

D: diàmetre de copa (m)

AA: amplada dels arbres (m)

AC: amplada del carrer (m)

L'eina calcula el percentatge de demanda hídrica (f) segons la hipòtesi següent (fórmules 11 i 12) per a tots els cultius arboris, a excepció del cas dels cítrics:

$$\text{Si } 8 < SO < 65 \text{ (en realitat, de 0 a 65)} \quad (11)$$

$$\text{Si } SO > 65 \Rightarrow f = 1 \quad (12)$$

En el cas dels cítrics, només es considera la formació en vas, el factor f de demanda hídrica es calcula segons les fórmules 13, 14 i 15:

$$\text{Si } SO < 20 \Rightarrow f_c = (0,021 + 0,0174 \times SO) / 0,68 \quad (13)$$

$$\text{Si } 20 < SO < 70 \Rightarrow f_c = (0,274 + 0,005 \times SO) / 0,68 \quad (14)$$

$$\text{Si } SO > 70 \Rightarrow f_c = 1 \quad (15)$$

Pas 3: Dades tipologia de reg

L'usuari ha de seleccionar el tipus de reg que té: localitzat, reg per superfície o reg per aspersió, així com el nombre de degotadors/arbre o el nombre d'aspersors/arbre o per hectàrea i el seu cabal. D'aquesta manera, l'eina de càlcul podrà traduir la dosi de reg en hores de reg.

3. Resultats

Un cop l'usuari ha introduït tots els paràmetres de configuració per primera vegada, ja rep, amb una periodicitat setmanal i al llarg de tota la campanya, les recomanacions de reg via correu electrònic, cas que així ho sol·liciti.

A més a més, tots els usuaris registrats poden rebre al seu mòbil les recomanacions de reg via missatge curt de text (SMS), també setmanalment, amb l'activació prèvia del servei SMS a la casella SMS de l'apartat «Gestió de cultius» de l'entorn de reg de RuralCat. En aquest sentit, cal recordar que només es poden rebre tres recomanacions de reg via SMS, perquè el text d'un missatge no accepta la introducció de més caràcters (figura 3).

Altres opcions que es presenten a l'apartat de reg de RuralCat són, entre d'altres, l'accés a «Gestió de cultius» (on es pot modificar i donar d'alta el servei de missatgeria o eliminar els conreus) i a «Consulta d'històrics» (històric de les necessitats hídriques i de la recomanació de reg per als diferents cultius des de l'inici de la campanya de reg fins la setmana actual).

D'igual manera, es poden consultar les «Dades setmanals d'evapotranspiració i precipitació» i accedir a l'apartat «Avaluació d'instal·lacions de reg localitzat» i al de «Recomanacions a diaris». A l'apartat «Documents de tecnologia del reg» es publiquen diferents documents relacionats amb la temàtica del reg.

4. Discussió

L'eina de recomanacions de reg serveix per a tenir una referència a l'hora de saber la dosi de reg a aplicar i, com que es basa en dades de les estacions meteorològiques automàti-



REGS RURALCAT:
Prèssec Lleida:
107 m³/ha; 10,7 h



Figura 3. Model de la recomanació de reg en format correu electrònic i de missatge curt de text al mòbil (SMS).

ques, permet adaptar el reg als registres meteorològics reals que proporcionen aquestes estacions.

A més, l'eina també treu partit de les noves tecnologies de què es disposa avui, com són els correus electrònics, Internet i els missatges SMS als mòbils; tecnologies que proporcionen sobretot una gran immediatesa i poden estar a l'abast d'un gran nombre d'usuaris.

L'eina es gestiona des de l'Escola de Capacitació Agrària de Tàrraga a dia d'avui, on els usuaris es poden adreçar per a fer els comentaris o suggeriments que creguin necessaris, com també via correu electrònic a l'adreça reg@ruralcat.net.

Bibliografia

ALLEN, R. W.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. (1998), *Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements*, Roma, Food and Agriculture Organization of United Nations, 300 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper; 56).

CASTEL, J. R. (2001), «Consumo de agua por plantaciones de cítricos en Valencia», *Revista Fruticultura Profesional*, núm. 123 (especial), p. 27-32.

CNABRL. *Memo irrigation. Le guide indispensable pour l'irrigant, soucieux d'améliorer la rentabilité de ses Productions*, Compagnie Nationale d'Amenagement de la Region du Bas Rhone et du Langhedoc.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. (1990), *Crop water requirements*, Roma, Food and Agriculture Organization of United Nations, 178 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper; 24).

FERERES, E.; ALDRICH, T. M.; SCHULBACH, H.; MARTINICH, D. A. (1981), *California Agriculture*, juliol-agost, p. 11-12.

GIRONA, J. (1997), «Coeficients de cultiu», *Normalització de les Bases de Càlcul per la determinació de les necessitats hídriques en la projecció de regadius*, Institut de Medi Ambient i les Ciències Socials, Regs de Catalunya, SA, cap. III.