

*BASES PER UN SISTEMA  
INFORMÀTIC DE GESTIÓ  
EFICIENT DE L'AIGUA DE REG EN  
JARDINERIA I PAISATGISME*



Xavier Fàbregas  
Kim Llorente  
Ignasi Pujol-Xicoy

## Aplicació al reg d'espais verds

El maig de 2005 es va crear una comissió formada per representants del DARP, de la FEAC, l'APEVC i el Gremi de Jardineria, que va encarregar el treball d'adaptar l'eina de recomanacions de reg als espais verds.

L'objectiu té una doble vigència, per en banda la necessitat de fer un ús racional de l'aigua per contribuir a la sostenibilitat i per altre l'innovació d'un sistema de recomanació pioner a l'abast de tothom.

La proposta es fa tenint amb compte el següents paràmetres:

- Simplicitat i rigor per que ho pugui fer servir un jardiner professional i el públic en general.
- Des de el punt de vista de jardineria s'adapten les experiències dels investigadors més reconeguts en quant a càlcul de necessitats d'aigua i la característica d'aportar una dosi de reg de manteniment per facilitar el correcte desenvolupament de les plantes.
- Climàticament es fa servir la base de dades de la xarxa d'estacions agroclimàtiques.
- Divulgar els paràmetres que intervenen al reg per que els usuaris puguin fer un consum raonable de l'aigua

no és una adaptació directa de la metodologia fins ara utilitzada en agricultura ja que es considera que hi ha diferències importants:

- en agricultura es busca potenciar el creixement dels cultius per una millor producció i en canvi en jardineria el que busquem és potenciar els valors ornamentals.
- en agricultura calculem les dosis per un únic conreu i en canvi en espais verds és molt habitual trobar diferent tipologia de vegetació en molt poc espai: arbres, arbustos, entapissants, gespa
- en agricultura per determinar el valor de  $K_c$  tenim en conte el conreu i el seu estat de desenvolupament. En jardineria també considerem l'edat de les plantacions però a més a més hem de preveure l'efecte en la densitat de cobertura del terreny dels diferents nivells de vegetació.
- les condicions de les parcel·les agrícoles acostumen a ser molt més uniformes que les que ens trobem en un jardí, on la presència de edificis, vegetació i altres elements fa que tinguem zones de diferent orientació, exposició als vents, etc., i per tant tenen una major importància les condicions microclimàtiques.
- es pretén que l'eina per espais verds sigui utilitzada per un ventall d'usuaris molt ampli, des de tècnics fins a propietaris de jardins sense cap formació tècnica. Això fa que s'hagi de buscar un sistema molt senzill que faciliti la participació d'aquests usuaris menys qualificats.

Per aquestes raons es proposa una metodologia més propera a les propostes fetes per L. Costello<sup>1</sup>, on es substitueix el coeficient de cultiu ( $K_c$ ) pel coeficient de jardí ( $K_I$ ), que es calcula a partir de tres coeficients: l'espècie ( $K_s$ ), la densitat ( $K_d$ ) i el microclima ( $K_{mc}$ )

Un altre característica diferent de la proposta destinada als espais verds és que s'ha previst que les dosis de reg no es donin setmanalment sinó que també hi haurà l'opció

---

<sup>1</sup> Costello, L.R. 2000. A guide to Estimating Irrigation Water Needs of landscape Plantings in California . University of California Cooperative Extension. California Department of Water Resources.

d'una programació anual amb quatre programes diferents. Això suposa una menor adaptació a les condicions concretes del moment però facilita molt el maneig per part d'usuaris poc qualificats en no haver d'estar modificant constantment la programació.

#### Procés de càlcul de les necessitats de reg

Per determinar la quantitat d'aigua a aportar al jardí en un període de temps determinat i una superfície determinada utilitzem la fórmula:

$$\text{Necessitats (N)} = \text{ETo} * \text{Kj} - \text{Pe}$$

on ETo és la evapotranspiració de referència, la Pe és la pluja efectiva i Kj la constant de jardí. La ETo i la Pe ens la dona l'estació de la Xarxa Agrometereològica i la determinem com a l'aplicació de l'agricultura.

La Kj la determinem segon la metodologia proposada per Costello et al.:

$$\text{Kj} = \text{Ks} * \text{Kd} * \text{Kmc}$$

factor espècie (Ks)

Les espècies es classifiquen en quatre categories segons les seves necessitats: elevada, moderada, baixa i molt baixa.

ELEVAT	MODERAT	BAIX	MOLT BAIX
0,7-0,9	0,4-0,6	0,1-0,3	< 0,1

En aquest punt es fa necessari un estudi detallat de les principals espècies utilitzades en jardineria per poder establir els grups d'espècies segons necessitats i tipologia de vegetació.

Per determinar el valor en el cas de tenir diverses espècies barrejades haurem de regar en funció de les de menors necessitats.

El motiu pel qual apareix la categoria de necessitats molt baixes, amb un valor inferior a 0,1, és per que tot i que són espècies que normalment no necessiten reg, pot interessar que en anys molt secs es puguin fer regs de suport.

En qualsevol cas i per les gespes, que són la tipologia de vegetació que més requeriments té si que disposem d'uns valors coneguts de referència, que ens permeten ajustar bé la dosis de reg en funció del tipus de gespa que tenim (Taula 1).

Les gespes fredes són aquelles espècies de clima més continental (tipus *Lolium perenne* o *Festuca arundinacea*) i que tenen unes elevades necessitats a l'estiu. Les atemperades són gespes més mediterrànies (tipus *Paspalum vaginatum*, *Cynodon dactylon* o *Zoysia japonica*) de menors necessitats.

MES	ATEMPERADES	FREDES
gener	0.55	0.61
febrer	0.54	0.64
març	0.76	0.75
abril	0.72	1.04
maig	0.79	0.95
juny	0.68	0.88
juliol	0.71	0.94
agost	0.71	0.86
setembre	0.62	0.74
octubre	0.54	0.75
novembre	0.58	0.69
desembre	0.55	0.60
mitjana	0.70	0.80

Taula 1: Ks mensuals i mitjanes en gespes (Meyer, Gibeault i Youngner, 1985)<sup>2</sup>

factor densitat (Kd)

El que definim amb aquest factor és la superfície total de fulles de totes les plantes del jardí i el grau de cobertura del terreny, és a dir, el % d'ombra.

ELEVAT	MIG	BAIX
1,1-1,2	1	0,5-0,9

Així els valors baixos seran per jardins joves o amb vegetació molt dispersa. Els valors mitjos seran per jardins densos amb una sola espècie o amb varies espècies però una predominant i la resta escasses. Els valors elevats són per jardins densos amb diferents tipus de vegetació de forma abundant.

Com s'assigna un determinat valor:

- elevat: un jardí amb una vegetació predominant i moltes d'altres. Així tindrem:
  - gespa + arbres : 1,1
  - gespa + arbres + arbustos: 1,2
- mig:
  - un sol tipus de vegetació però amb un grau de cobertura del terreny gran:
    - arbres > 60% ombra 1
    - arbustos i entapitssants > 90% ombra 1
    - gespes 1
  - més d'un tipus de vegetació, una predominant i la resta escàs 1
- baix: un sol tipus de vegetació però amb un grau de cobertura del terreny pobre:
  - arbres < 60% ombra 0,9
  - arbustos i entapitssants < 90% ombra

<sup>2</sup> J.L. MEYER, V.A. GIBEAULT and V.B. YOUNGNER. 1985. Irrigation of turfgrass below replacement of evapotranspiration as a means of water conservation: determining crop coefficient of turfgrass. Pag. 357-364. Proceedings of the fifth International turfgrass research conference. Avignon. France.

el valor el determinem:

$$k_d = \% \text{ ombra} * 1,5 \text{ amb un valor màxim de } 0,9$$

arbustos i entapitssants 30-35% ombra	0,5
arbustos i entapitssants 40% ombra	0,6
arbustos i entapitssants 45% ombra	0,7
arbustos i entapitssants 55% ombra	0,8
arbustos i entapitssants 60 % ombra	0,9
arbustos i entapitssants 70 % ombra	0,9
arbustos i entapitssants 80 % ombra	0,9
arbustos i entapitssants 90 % ombra	0,9
arbustos i entapitssants 100 % ombra	1

factor microclima (Kmc)

Aquest factor intenta reflectir les diferents condicions ambientals que es poden trobar en un jardí i que hem de considerar en determinar les necessitats de reg.

ALT	MIG	BAIX
1,1-1,4	1	0,5-0,9
1,1-1,2 *	1	0,8-0,9 *

Els valors d'aquest factor són relativament senzills de definir. Així el valor mig són aquelles condicions poc influenciades pel lloc i que serien molt similars a les condicions en que es determina la ETo. Els valors elevats els aplicaríem en casos de zones molt exposades a forts vents, fonts de calor propera o altres condicions que suposin un augment de l'evapotranspiració. Els valors baixos seran pels casos contraris, es a dir, plantacions en cara nord, patis ombrívols o zones molt protegides.

En qualsevol cas es considera que els valors de Costello et al. són massa elevats i es proposa que per aquest factor les variacions no siguin superiors a un 20% per dalt o per sota del valor mig i que són els valors indicats amb \* a la taula.

Quant reguem ? Quan reguem?

Un cop coneixem la quantitat d'aigua a aplicar (Dn) hem de decidir quant i quan reguem, es a dir, hem de decidir la dosi neta de reg i la freqüència de reg. Això ho farem en funció de les característiques del sòl que ens determinarà la seva capacitat de retenció d'aigua i la disponibilitat d'aquest element per part de les arrels. En aquest sentit hem de definir dos paràmetres:

- Capacitat de camp (CC): és la quantitat d'aigua que queda al sòl després de que un excés d'aigua ha drenat i ha disminuït de forma important el moviment en profunditat, fet que té lloc entre dos i tres dies després d'una pluja o d'un reg en un sòl amb textura i estructura uniforme. Es correspon amb un potencial matricial de  $-0,2$  atm.

- Punt de marciment permanent (PMP): és el límit per sota del qual les plantes no poden extreure aigua del sòl. Es correspon amb un potencial matricial de -16 atm.

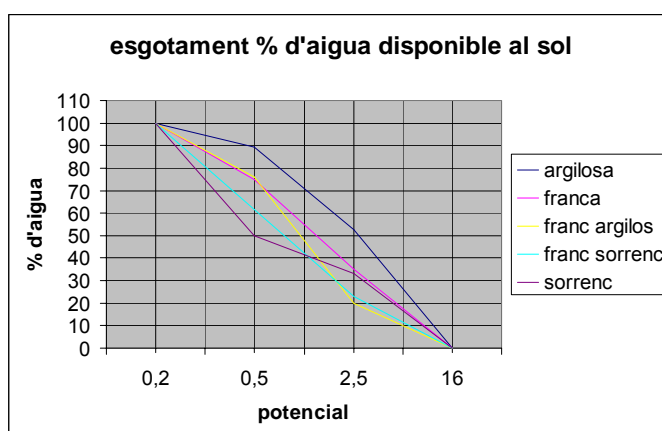
TEXTURA	TENSÍO D'HUMITAT DEL SÒL	
	- 0,2 atm	- 16 atm
argilosa	19 %	0 %
franca	20 %	0 %
sorrenc	6 %	0 %
franc sorrenc	13%	0%

Taula 2: Valors de CC i PMP en funció del tipus de sòl

La quantitat d'aigua que hi ha en un volum de sòl determinat entre CC i PMP és el que anomenem Aigua Útil. El nivell d'esgotament d'aquesta és la que ens determinarà el moment en que hem de regar.

Aquest punt el determinem com aquell valor per sota del qual la planta perd valors estètics. El problema que tenim és que aquest valor el coneixem per molt poques espècies i per tant el que hem de fer és una aproximació, que pot variar en funció del tipus de vegetació i que consisteix en regar quan s'ha esgotat un % d'aigua útil. La proposta per un sòl de textura franca és:

- Gespes: regar quan s'ha esgotat el 20%
- Arbustos: regar quan s'ha esgotat el 40%
- Arbres: regar quan s'ha esgotat el 60%



Com la corba d'esgotament d'aigua disponible varia molt en funció del sòl, tal i com es pot veure a la gràfica anterior es proposa l'adaptació dels valors proposats per un sòl franc a les diferents opcions de sòl. (taula 3)

TEXTURA	TIPUS DE VEGETACIÓ		
	Gespes	Arbustos	Arbres
Franca	20 %	40 %	60%
argilosa	18,4 %	38,2 %	52,6%
sorrenc	45,8 %	58,3 %	66,7%
franc sorrenc	34,6 %	53,8 %	73,1%

Taula 3: % d'esgotament d'aigua disponible a la que regariem en funció del tipus de sòl

La formula a aplicar per determinar l'aigua a aportar:

$$Dnr = V (\Phi_{CC} - \Phi_{PMP}) * (\% \text{ aigua esgotada}/100)$$

n Dnr = dosi neta de reg

V = volum d'arrels per m<sup>2</sup> de superfície

$\Phi_{CC}$  = % d'aigua a capacitat de camp

$\Phi_{PMP}$  = % d'aigua a punt de marciment permanent

Un cop tenim les necessitats (N) o la quantitat d'aigua a aportar en un període i la que aportem a cada reg (Dnr) ja ens determinen la freqüència de reg

Amb la pluviometria de la instal·lació calcularem la durada del reg o minuts que hem de posar al programador.

Es recomanarà regar en hores sense insolació per reduir pèrdues per evaporació, si és que no hi ha altres condicionants d'ús del jardí. L'hora d'inici del reg es pot calcular per a que a les 7:00 AM s'hagi acabat de regar, és a dir, és començarà a regar segons el total de minuts de cada sector.

#### 4.- Procés d'execució

Les variable que haurà de definir l'usuari per poder fer els càlculs són:

- I. Localització de l'espai verd
- II. Escollir per un programa anual o setmanal
- III. La vegetació existent
- IV. Les característiques del sòl
- V. Les característiques més particulars del jardí
- VI. Les característiques de l'instal·lació de reg

- I. Definir la localització de l'espai verd

Al definir la localització de l'espai verd determinem l'estació de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya. En aquest moment hi ha un total de 27 estacions meteorològiques repartides en 22 comarques, el que fa que de cara al futur sigui necessari augmentar el nombre d'estacions.

- II. Escollir per un programa anual o setmanal

Si és un usuari qualificat es proposa treballar amb una programació setmanal que permetrà ajustar molt millor les dosis de reg. Aquest es calcula en base a les dades actualitzades de la setmana anterior.

En cas d'usuaris poc qualificats hauran d'escollir la programació anual que es calcula en base al històric de ETP i pluviometria i es donen quatre temps de reg, un per estació. Aquesta opció té l'inconvenient en el cas d'anys amb unes condicions

climàtiques molt diferents i pot fer necessari ajustos al llarg de l'any. (s'avisaran al mòbil si cal fer regs manuals complementaris)

### III. Indicar les espècies presents al jardí

Aquí s'haurà de definir quin tipus de vegetació tenim i les espècies. Per aquest motiu tal i com hem dit serà necessari crear una base de dades amb les necessitats de les principals espècies utilitzades en jardineria per a poder determinar el coeficient del jardí. En principi l'aplicació estarà activa per l'apartat de gespes

L'usuari haurà d'indicar les espècies presents i si es troben barrejades o no. Les espècies es classificaran en grans grups de tipologies com serien:

- gespes fredes i atemperades (per orientar a l'usuari es poden fer unes ajudes per definir que és un gespa o altre). Si l'usuari a escollit l'opció de programació setmanal els valors de Ks que utilitzarà són els mensuals. Si ha escollit programació anual els valors seran las mitjanes anuals trimestrals. (taula 1)
- arbres
- arbustos i entapitssants
- planta aromàtica i de clima mediterrani

També haurà d'indicar l'edat del jardí, la superfície del jardí, el nº total d'arbres plantats (distancia plantació) i el grau de cobertura del terreny. Si únicament donen edat i distancia podem determinar nosaltres el % d'ombra:

tipologia	anys plantació	marc plantació	% ombra
arbres	1-3	5 x 5	30 %
	1-3	7 x 7	25 %
	1-3	9 x 9	15 %
	4-7	5 x 5	60 %
	4-7	7 x 7	50 %
	4-7	9 x 9	30 %
	> 7	-	> 60 %
arbustos i entapitssants	1-2	-	30 %
	3-4	-	70 %
	> 5	-	> 90 %

Algunes situacions que es poden donar:

- arbres + gespes:
  - si hi ha sistemes de reg separats es calcularan com espècies soles.  
gespes:  $K_s$  segons tipus i  $K_d = 1$   
arbres:  $K_s$  segons espècie i  $K_d$  segons % d'ombra.
  - Si només es rega amb el sistema de les gespes no es consideraran els arbres per la  $K_s$  però la  $K_d = 1,1$
- arbres + arbustos:
  - si hi ha sistemes de reg separats es calcularan com espècies soles.  
arbres:  $K_s$  segons espècie i  $K_d$  segons % d'ombra.



- arbustos: Ks segons espècie i Kd segons % d'ombra.
- Si es reguen conjuntament  
Ks espècie menors necessitats i Kd segons % d'ombra

Fins aquí, d'aquestes dades en traurem les necessitats

#### IV. Les característiques del sòl

L'usuari haurà de definir el tipus de sòl que té entre les opcions: franc, sorrenc o argilós. Aquest pot ser un dels paràmetres més difícils de determinar pels clients poc qualificats. En cas de que l'usuari no pugui definir el paràmetre podrà agafar un opció per defecte que el que donarà és un valor mig corresponent a un sòl franc sorrenc (es considera que si és un jardí o gespa ben feta s'haurà millorat amb sorra) (taula 2)

Fins aquí, determinarem la dosi útil o quantitat d'aigua de cada reg.

#### V. Les característiques més particulars del jardí

Aquí definirem aquells paràmetres que ens permetran determinar el factor Kmc. Així indicarem si el jardí es troba en una zona urbana o residencial, si és ombrívol o assolellat, si la zona és molt ventós o està arrecerada dels vents, etc..

paràmetre	variació kmc
urbà	+ 10%
residencial	0 %
ombrívol	- 10%
ple sòl	0 %
zona de molt de vent	+ 10 %
zona molt arrecerada	- 10 %
humit	- 10 %

els augments o disminucions es sumen amb un màxim d'un 20% en positiu o negatiu.

Fins aquí determinem dosi neta de reg i freqüència de reg

#### VI. Les característiques de l'instal·lació de reg

S'hauran d'indicar els l/m<sup>2</sup> de cada sector del seu sistema el que ens permetrà donar la durada en minuts del reg de cada sector

Si no es coneix la pluviometria de cada sector en primer lloc s'ha de demanar la dada a l'instal·lador del reg o al fabricant.

Convé saber:

- Que tenim?: aspersió difusió o degoteig.
- La marca, model i el color de la boquilla que acostuma a diferenciar els cabals.
- Separació entre elements difusors d'aigua o el nombre per unitat de superfície.

- Son distàncies usuals:
  - Aspersors 8-10 mts.
  - Difusors 4 m
  - Degoteig 30 o 50 cm
- Pressió que treballa el sistema.

Es poden prendre com resultats correctes els següents:

- aspersió: de 8 a 20 mm/h            donem 15 mm/h
- difusió: de 40 a 50 mm/h            donem 45 mm/h

En el cas del degoteig el ventall és molt ampli i aniria de 2 a 25 mm/h. Donat l'important error que es pot cometre es considera que no es poden donar valors per defecte. Si fos imprescindible fer-ho el valor que es proposa és de 10 mm/h (correspon aproximadament a degotadors a 50 x 50 de 2,3 l/h).

Fins aquí donarem durada o minuts de reg i freqüència o dies de reg

La majoria de programadors de reg ens permet fixar un temps de reg el qual s'obté de:

Temps de reg = necessitats de les plantes (mm/unitat de temps) / pluviometria o aportació del sistema de reg (mm/hora).

El resultat son hores de reg per cada unitat de temps que pot ser dia o setmana.

Després de preguntat impediments o hores disponibles per regar es pot donar una hora d'inici per a que el reg acabi a les 7:00 del matí

Hem de considerar que l'objectiu és fer un ús eficient d'un recurs escàs per ho que és important que en cas de que l'usuari no pugui complimentar totes les preguntes els valors per defecte tendeixin a aportar menys aigua. Per aquest motiu l'eina s'haurà de complementar, tal i com passa ara per agricultura, amb una ajuda que permeti solucionar determinades problemàtiques que es puguin arribar a donar

## 5.- Bibliografia

Contreras, F., A. González, J. López y A. Calvo. 2005. Estimación de necesidades hídricas para especies de jardín en la región de Murcia: adaptación de WUCOLS y utilización del sistema de información agraria de Murcia. pg 167-176. Llibre de ponències del XXXII Congreso Nacional de Parques y Jardines Públicos. Almería.

Costello, L.R. 2000. A guide to Estimating Irrigation Water Needs of landscape Plantings in California. University of California Cooperative Extension. California Department of Water Resources.

Costello, L.R., 2000. Cálculo de riego. Estimación de las necesidades de riego de los jardines. Capítol 4 en Avances en Xerojardineria. Edicions Horticultura i Junta de Andalucía.

Costello, L.R., N.P. Mayheny i J.R. Clark. 1995. Estimación de las necesidades hídricas de las plantas de jardín. Rev. Horticultura nº 108, pg 117-127.

J.L. Meyer, V.A. Gibeault and V.B. Youngner. 1985. Irrigation of turfgrass below replacement of evapotranspiration as a means of water conservation: determining crop coefficient of turfgrass. Pag. 357-364. Proceedings of the fifth International turfgrass research conference. Avignon. France.

Trigueros, C. 2005. Eina de recomanacions de reg a Ruralcat. Jornada tècnica Eficiència en l'ús de l'aigua per al reg de parcs i jardins. Terrassa.

Varis autors. 2005. Gestió eficient de l'aigua de reg (I). Dossier tècnic nº 4 Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya.

Villalobos, F.J., Mateos, L., Orgaz, F., Fereres, E. 2002. Fitotecnia. Bases y tecnologías de la producción agrícola. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

Castelldefels a 25 de maig de 2006