



## MÒDUL 04:

### Reg de precisió basat en simulacions ajustades per teledetecció

#### RESUM

En aquesta fitxa introduïm breument l'operació *Sistema d'informació per difondre i fomentar el reg de precisió al Baix Ter*. L'objectiu de l'operació és aprofitar l'oportunitat que representa, de cara a la gestió de l'aigua de reg, la simulació dels cultius a temps real ajustada amb observacions per teledetecció. Aquesta combinació de simulació i teledetecció ens permet fer estimacions del consum d'aigua pel cultiu sobre la marxa, en cadascuna de les parcel·les, i preveure les seves necessitats fins a final de campanya. Aquest document presenta el plantejament general de l'eina que s'està desenvolupant en el marc del projecte i que s'oferirà públicament a través del web.

#### 1. INTRODUCCIÓ

Les necessitats d'aigua pels cultius varien al llarg del temps degut al seu cicle estacional de creixement i d'activitat, així com per la meteorologia. Al mateix temps, pot variar molt d'una parcel·la a una altra, degut al tipus de cultiu i a altres factors com ara el sòl, les pràctiques agronòmiques i en cas de cultius arboris, de l'estructura de la plantació i mida dels arbres. Fins i tot pot variar entre diferents zones d'una mateixa parcel·la si el sòl o la vegetació hi presenten diferents propietats.

Davant d'aquesta variabilitat dels requeriments hídrics, en el temps i en l'espai, hi ha algunes tecnologies emergents que poden ajudar a programar un reg de precisió. Parlem de l'aplicació de simulacions de cultius ajustades parcel·la a parcel·la usant imatges de teledetecció obtingudes sobre la marxa, al llarg de la campanya de reg.

Aquest tipus de tecnologia pot presentar un marge d'error més gran que no pas l'ús de sensors instal·lats a les finques. Però presenta l'avantatge que cobreix pràcticament totes i cadascuna de les parcel·les del territori, tant si han instal·lat algun dispositiu a camp, com si no.

No es tracta de què cada regant hagi de posar en pràctica pel seu compte els procediments que expliquem en aquest mòdul, sinó que aquests passos ja estan implementats en l'eina que posarem a disposició dels regants. Aquí n'expliquem el principi de funcionament.

#### 2. OBJECTIUS / QUÈ APRENDREU EN AQUEST MÒDUL

- a. En què consisteix el reg de precisió

- b. Com la teledetecció ens pot ajudar a programar el reg
- c. Com preveure una forquilla de necessitats de reg per cada parcel·la

### 3. REG DE PRECISIÓ

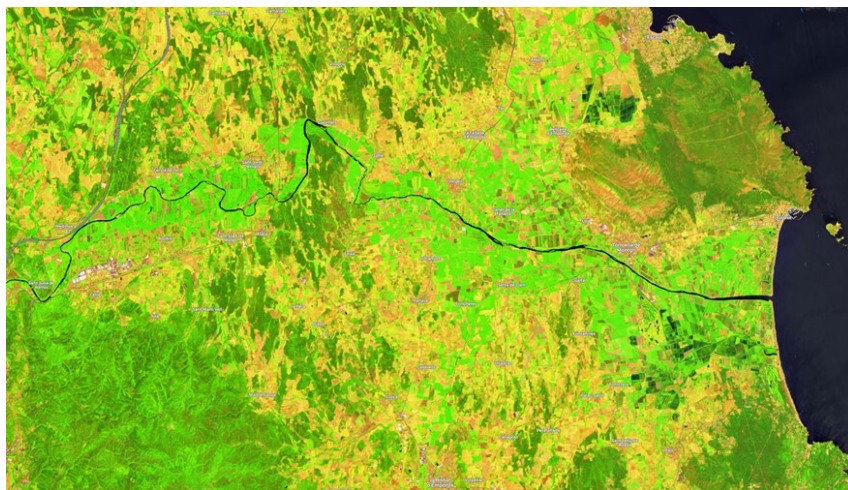
El concepte de reg de precisió consisteix en aplicar la dosi justa de reg en el moment i llocs oportuns, atenent a unes necessitats hídriques que varien al llarg del temps, que són diferents d'una parcel·la a una altra i fins i tot podrien variar entre zones dins d'una mateixa parcel·la.

Per estimar quines són les necessitats precises de reg per un dia i sector de reg concrets necessitem algunes dades. Per començar, el tipus de cultiu, de sòl, el sistema de reg i la meteorologia de la zona. També l'historial de reg aplicat fins al moment.

### 4. TELEDETECCIÓ DE L'ESTAT DE LA VEGETACIÓ

A grans trets, podríem tenir una estimació grollera de com de desenvolupat està un conreu en una parcel·la i data concrets a partir del tipus de cultiu i informació meteorològica. Però això té un marge d'error important.

La teledetecció des de satèl·lit ens ofereix l'oportunitat d'observar periòdicament l'estat de la coberta vegetal en qualsevol indret del món. Si bé hi ha diversos satèl·lits que ens poden proporcionar aquest tipus d'informació, aquí ens fixarem sobretot en SENTINEL-2, operat per l'Agència Espacial Europea (ESA), previst per a aplicacions en agricultura i que ofereix públicament les imatges.



*Figura. 1. Vista del Baix Ter a partir d'imatges de SENTINEL-2. Les intensitats de verd representen el vigor de la vegetació. Cada 5 dies es pot obtenir una imatge com aquesta, i més informació, amb una resolució d'uns 20 m.*

### 5. SIMULACIÓ DE CULTIUS AJUSTADA AMB TELEDETECCIÓ

Les imatges de teledetecció no diuen directament quant cal regar, sinó només com es troba el cultiu. A més, algunes imatges poden fallar perquè aquell dia estava núvol. Per tot això, més que no pas decidir el reg directament de les imatges, el més interessant és usar aquestes imatges per ajustar, parcel·la a parcel·la, uns models de simulació dels cultius que ens portaran els comptes de quanta aigua va consumint dia a dia el cultiu de cada parcel·la i, a partir d'això, quanta n'hi hauríem d'aportar amb el reg per reposar les extraccions.

Aquests models de simulació poden aprofitar dades públiques com ara la distribució de cultius declarats els anys anteriors a la DUN, mapes de sòls, topogràfic, etc., que usem per configurar individualment la simulació de cada parcel·la. I sobretot, usen dades meteorològiques que obtenen, sobre la marxa, de la xarxa d'estacions automàtiques.



*Figura. 2. En cadascuna de les parcel·les, partim de dades com ara el cultiu declarat a la DUN els darrers anys i, a grans trets, el tipus de sòl, per començar a simular. Sobre la marxa, rebem dades de teledetecció que permeten reajustar les simulacions.*



Figura. 3. Al voltant del Baix Ter disposem de diverses estacions meteorològiques que proporcionen dades d'evapotranspiració de referència. Usem dades del darrer dia i també d'històriques d'anys anteriors per fer prediccions.

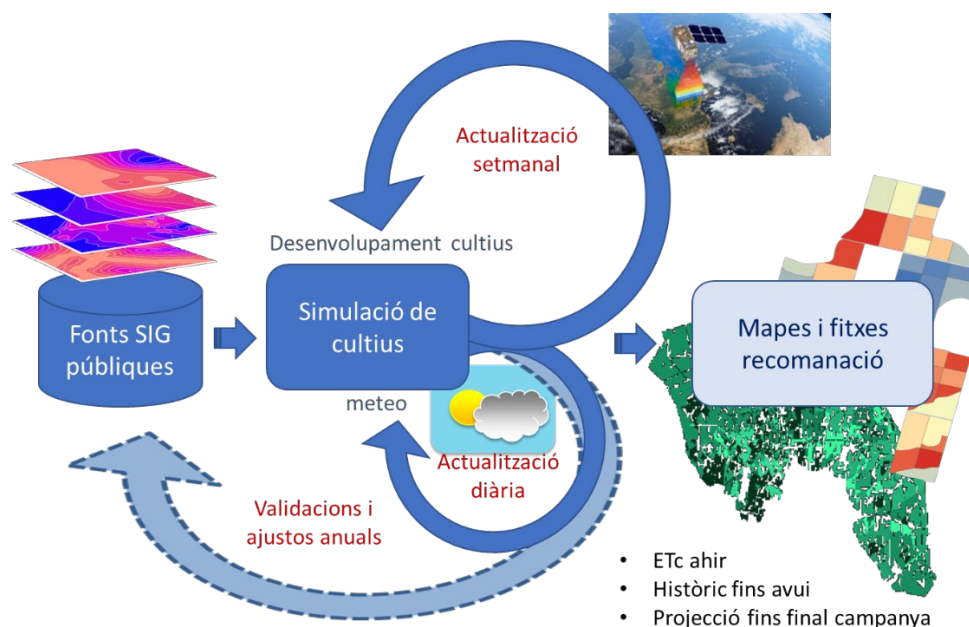


Figura. 4. Amb models de simulació de cultius podem aprofitar informació de distribució de cultius, dades meteorològiques i observacions de teledetecció per estimar les necessitats hídriques a temps passat. Si projectem les estimacions cap endavant podem preveure una forquilla de requeriments hídrics per la campanya de reg

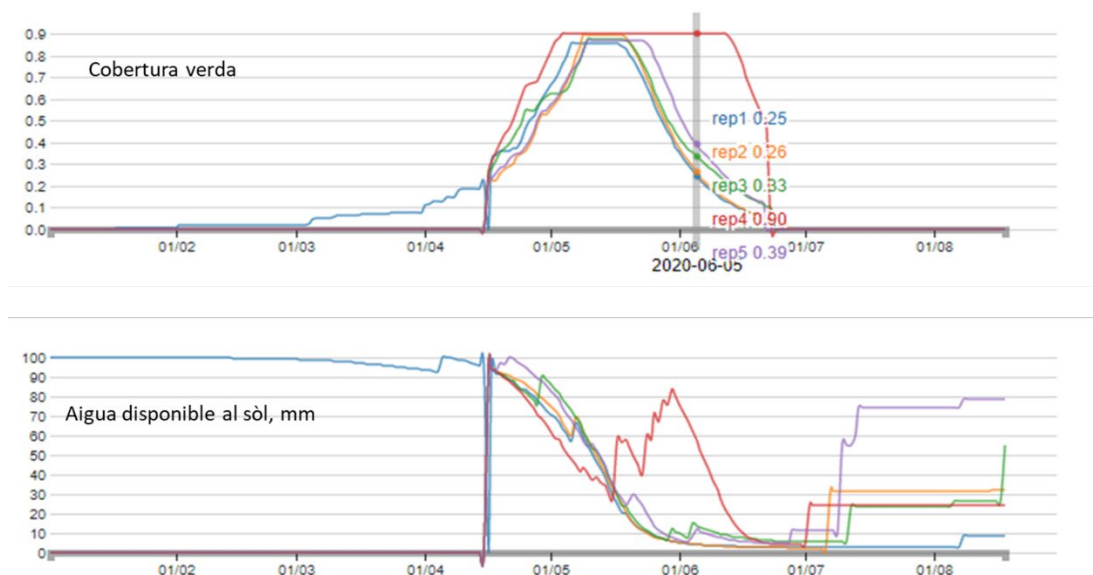


### 6. RECOMANACIONS DE REG

Amb les dades meteorològiques recollides sobre la marxa, al llarg de la campanya podem estimar l'aigua que ha anat consumint el cultiu. Si un regant ho compara amb l'aigua que ha anat aplicant, podrà obtenir una recomanació de reg per als següents dies.

### 7. PREVISIÓ DE FORQUILLA DE NECESSITATS DE REG

Al mateix temps, amb dades meteorològiques històriques, d'anys anteriors, els models poden preveure quina forquilla de necessitats hídriques podria tenir aquesta parcel·la des de la data actual fins al que resta de campanya.



*Figura. 5. Els models ens permeten preveure com evolucionarà les properes setmanes i mesos la cobertura verda de cada parcel·la, així com l'aigua que hi hauria disponible al sòl sota diferents escenaris meteorològics que s'han donat en els darrers anys. A partir d'aquest tipus d'informació podem estimar una forquilla de necessitats d'aigua de reg per als propers mesos.*

### 8. ESTIMACIONS DE COLLITA POTENCIAL

Els mateixos models podrien permetre, a partir de les simulacions que ha anat ajustant amb les observacions de teledetecció, estimar una forquilla de collita potencial per cada parcel·la. Això és, un rang de valors possibles de collita, suposant que no depèn de res més que de la dinàmica observada de la vegetació i del seu ús de l'aigua. A la pràctica, la collita real pot estar limitada per factors no observables per la teledetecció i tampoc contemplats en els models de necessitats hídriques.



## 9. INFORMACIÓ ADDICIONAL

### Bibliografia i links externs

- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, 1998, Rome.
- Bellvert, J., Zarco-Tejada, P.J., Marsal, J., Girona, J., González-Dugo, V. and Fereres, E. (2016). Vineyard irrigation scheduling based on airborne thermal imagery and water potential thresholds. Australian Journal of Grape and Wine Research 22, 307–315, 2016
- Casadesus, J., Mata, M., Marsal, J., & Girona, J. (2012). A general algorithm for automated scheduling of drip irrigation in tree crops. Computers and Electronics in Agriculture, 83, 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.01.005>
- Pôças, I., Paço, T.A., Paredes, P., o Cunha, M. and Pereira, L.S. (2005). Estimation of Actual Crop Coefficients Using Remotely Sensed Vegetation Indices and Soil Water Balance Modelled Data. Remote Sens. 7, 2373-2400. doi:10.3390/rs70302373
- Huang, J., Gómez-Danse, J.L., Huang, H., Maf, H., Wuf, H., Lewis, P.E., Liang, S., Chen, Z., Xue, J.-H., Wuk, Y., Zhaol, F., Wang, J. and Xien, X. 2019. Assimilation of remote sensing into crop growth models: Current status and perspectives Agricultural and Forest Meteorology 276–277 (2019) 107609. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.06.008>