

FertiDigital: sensors i dades per fer un reg i una fertilització més eficients

set. 21, 2026 | Big Data • Vegetal

La sequera i la variabilitat climàtica obliguen el sector agrari a fer un ús cada cop més eficient de l'aigua i els fertilitzants. El projecte demostratiu FertiDigital ha posat a prova, en finques reals, tecnologies digitals -des d'imatges de satèl·lit fins a sensors de sòl i de planta- que ajuden els regants a prendre decisions basades en dades.



Muntatge dels equips de monitoreig en una finca de fruiters dins el projecte FertiDigital.

Del pla de fertilització a la gestió amb dades

La majoria dels productors segueixen un pla de fertilització al llarg del cicle del cultiu, basat en les necessitats teòriques de cada espècie. Sovint, però, aquest pla no incorpora les anàlitzes de sòl, aigua o fulla, ni la informació que poden aportar els sensors. El projecte demostratiu **FertiDigital** neix per cobrir aquest buit: dona a conèixer al sector les tecnologies disponibles en fertirrigació per gestionar l'aigua i els fertilitzants de manera més eficient, a partir de dades reals obtingudes en diverses plataformes demostratives.

Pel que fa al **reg**, determinar les necessitats reals de cada cultiu i establir una programació adequada és el primer pas. Existeixen mètodes de càlcul de referència, com el de la FAO, i eines a l'abast del regant, com l'Eina de Reg de l'Oficina del Regant, que faciliten aquest

càlcul sense necessitat de coneixements tècnics avançats.

La **fertilització**, per la seva banda, consisteix a aportar els nutrients que el sòl i el cultiu necessiten per millorar-ne la fertilitat, la productivitat i la resistència a plagues i malalties. Una mala praxi pot tenir efectes no desitjats sobre el cultiu i la collita. Per això es recomana partir sempre d'un diagnòstic basat en analítiques de sòl, fulla, fruit o saba, seguint guies de referència com la *Guia de la fertilitat dels sòls i la nutrició vegetal en producció integrada* (DARP, 2016) o la *Guía práctica de fertilización racional de los cultivos en España* (MAPA, 2007).

Una mirada des del cel per triar on instal·lar els sensors

Un dels dubtes més habituals a l'hora d'instal·lar punts de monitoratge és quants sensors calen i on situar-los. La recomanació és instal·lar-los en zones representatives de la finca; la quantitat dependrà de com d'heterogènia sigui la parcel·la, del pressupost disponible i de la capacitat per analitzar les dades i prendre'n decisions.

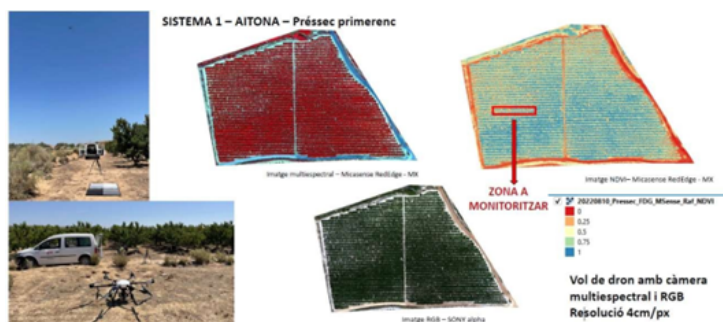
Caracteritzar la variabilitat d'una finca no sempre és senzill, ja que hi influeixen l'orografia i el maneig que ha tingut el terreny en el passat. Algunes tecnologies permeten fer-ho de manera relativament ràpida, com els mapes de conductivitat elèctrica del sòl (a partir d'escanejos físics) o les imatges RGB i multiespectrals captades amb drons, avionetes o satèl·lits, que mostren diferències de vigor vegetatiu associades a aquesta heterogeneïtat.

En el projecte FertiDigital s'han utilitzat aquestes dues últimes opcions. La *Imatge 1* mostra un mapa de vigor vegetatiu d'una finca a Aitona (2022), elaborat a partir d'imatges de FAPAR del satèl·lit Sentinel-2, amb una resolució de 20 m/píxel; són imatges d'accés lliure a través del repositori CREODIAS, i els paràmetres biofísics es poden extreure amb l'eina SNAP de l'AESA. La *Imatge 2* mostra la mateixa finca captada amb dron i càmera multiespectral, a 4 cm/píxel: la resolució és molt més alta i permet distingir informació fins i tot a nivell d'arbre individual. En tots dos casos s'observa menys vigor a la zona nord que a la sud; el punt de monitoratge es va instal·lar finalment en una zona de vigor mitjà, la més representativa del conjunt de la finca.

Aquesta mateixa tecnologia també ha permès fer un seguiment de la campanya mitjançant vols amb càmera tèrmica, per detectar zones amb estrès hídric en moments de màxima demanda. Quan les diferències de vigor dins d'un mateix sector de reg són molt evidents, aquesta informació pot ajudar, a més, a replantejar-ne la sectorització.



Imatge 1 - Classificació del vigor d'una parcel·la a partir d'un mapa de FAPAR obtingut amb imatges Sentinel-2. Aitona, 2022 (Lleida).



Imatge 2 - Imatges captades amb dron i càmeres RGB i multiespectral (Micasense RedEdge-MX), amb el corresponent índex de vegetació.

Sensors sobre el terreny: de la mànega de reg a la planta

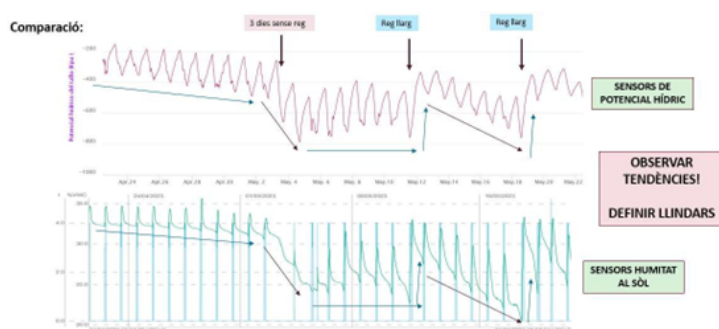
Els sistemes de monitoratge es poden agrupar en dos grans blocs. D'una banda, els **sensors que mesuren en continu i digitalitzen les dades**, consultables a temps real des d'una plataforma web o una aplicació mòbil. De l'altra, els **mètodes de mesura puntual**, que requereixen una intervenció manual però permeten complementar la informació dels primers. Segons si s'instal·len a la mànega de reg, al sòl o a la pròpia planta, aporten informacions diferents i complementàries:

- **Comptador volumètric d'aigua** (mànega de reg). Mesura l'aigua aplicada a partir dels polsos que genera el pas del cabal; molts models actuals ja envien les dades directament al proveïdor, sense equips addicionals.
- **Conductímetre a la mànega de reg**. Informa de la conductivitat elèctrica -i per tant de la salinitat- de l'aigua de reg, i permet saber en quin moment hi arriba el fertilitzant. També permet detectar possibles incidències en el sistema de fertirrigació.
- **Sensors d'humitat del sòl**, puntuals o multinivell. Mesuren el contingut d'aigua al

llarg del perfil del sòl i alerten d'un excés de reg, de pèrdues per drenatge o de lixiviació del fertilitzant. Els puntuals se solen instal·lar a diferents profunditats (zona d'arrels i zona de drenatge); els multinivell o tubulars prenen lectures contínues cada 10 cm, aproximadament, i caracteritzen molt bé el perfil del sòl.

- **Sensor de conductivitat elèctrica al sòl.** Detecta el moviment del fertilitzant, tot i que la seva lectura és més difícil d'interpretar perquè la conductivitat també varia amb la humitat del sòl.
- **Sensor d'ió selectiu de nitrat i potassi.** Mostra com es mouen aquests dos nutrients dins el sòl; és útil per ajustar el reg i evitar pèrdues per lixiviació.
- **Dendròmetre.** Mesura, amb precisió micromètrica, el diàmetre del tronc o d'altres parts de la planta, i reflecteix com aquesta utilitza l'aigua del sòl al llarg del dia.
- **Microtensiòmetre (potencial hídric de tronc).** S'insereix directament al xilema de l'arbre i n'ofereix una mesura molt precisa i fiable de l'estat hídric.
- **Sondes de succió i mesuradors portàtils.** Permeten extreure i analitzar la solució del sòl o la saba de manera puntual, especialment útils quan s'apliquen adobs orgànics. A canvi, requereixen feina manual -fer el buit hores abans, extreure la mostra i valorar-ne el contingut, que en limita l'ús intensiu.

Decidir quina combinació de sensors instal·lar no és senzill: depèn, sobretot, de l'objectiu final del regant. Dins de FertiDigital es van dissenyar i posar a prova dos sistemes combinats diferents.



Imatge 3 - Gràfic superior: sensor de potencial hídric de tronc. Gràfic inferior: sensor de contingut d'aigua al sòl.

4. Dos sistemes posats a prova al camp

El **Sistema 1** combina un comptador d'aigua, un sensor de contingut d'aigua al sòl (amb conductivitat elèctrica i temperatura a nivell d'arrel), un conductímetre a la mànega, un

microtensiòmetre de potencial hídric de tronc, dues sondes de succió d'extracció manual i un kit portàtil de nitrats i potassi.

El **Sistema 2**, en canvi, combina un sensor d'humitat del sòl multinivell, dos sensors d'ió selectiu de nitrat i potassi, un dendròmetre de tronc, sis sondes de succió, el mateix kit portàtil de nitrats i potassi, i una estació meteorològica bàsica completa. La *Taula 1* en recull la comparativa detallada.

Sensors	Sistema 1	Sistema 2
Comptador d'aigua	1	-
Contingut d'aigua al sòl	1	-
Contingut d'aigua al sòl + CE + temperatura (nivell d'arrel)	1	-
Contingut d'aigua al sòl multinivell	-	1
Ió selectiu N+K	-	2
Conductivitat elèctrica a la mànega de reg	1	-
Potencial hídric de tronc (microtensiòmetre)	1	-
Dendròmetre de tronc	-	1
Sondes de succió d'extracció manual (arrel i drenatge)	2	6
Kit portàtil de nitrats i potassi	1	1
Estació meteorològica bàsica completa	-	1

Taula 1. Comparativa de sensors entre els dos sistemes

En conjunt, els comptadors d'aigua i els conductímetres de mànega són els que obtenen millor valoració en els assajos: són fàcils d'instal·lar, econòmics i les seves dades s'interpreten sense dificultat. Els sensors d'humitat del sòl, els dendròmetres i els microtensiòmetres també funcionen bé, tot i que els primers cal ajustar-los segons el nombre de punts o la llargada de la sonda, i els dendròmetres necessiten un reajustament puntual a mesura que creix la planta. Els sensors de conductivitat elèctrica al sòl i els d'ió selectiu aporten informació valuosa, però la seva lectura és més complexa i el seu preu, més elevat. Finalment, les sondes de succió i l'anàlisi de saba donen dades molt precises, però exigeixen temps de personal per prendre i analitzar les mostres i, en regs amb infra-dotació, poden arribar a ser inviables.

Conclusions

L'ús combinat d'aquestes tecnologies permet planificar i fer un seguiment continu del reg i la fertirrigació al llarg de tota la campanya, i detectar amb rapidesa aturades del sistema o errors de programació. A més, ofereix un registre digitalitzat complet de la campanya que ajuda a millorar l'eficiència en l'ús de l'aigua i els fertilitzants, i per tant la sostenibilitat dels cultius. Conèixer bé què aporta -i quines limitacions té- cada tecnologia és clau per triar la que millor s'ajusti a les necessitats de cada explotació.

Aquesta web i butlletí formen part del projecte "Plataforma de Dades i Serveis Digitals (Agrolabs Digitals IRTA)", amb el cofinançament del Fons Europeu de Desenvolupament Regional (FEDER) en el marc del Programa Catalunya 2021-2027.