

Desenvolupament d'una tecnologia per al monitoratge de tots els purins sortits anualment d'una explotació per conèixer el contingut de nutrients (N, P, K) mitjançant la tecnologia NIR (Near Infrared) i el volum mitjançant sondes

### Resum

Aquest projecte consisteix en desenvolupar i validar el funcionament d'una eina capaç d'obtenir una mesura més ajustada del nitrogen, el fòsfor i el potassi generat a cada explotació ramadera i per tant, conèixer amb més exactitud la quantitat de nutrients aplicada al sòl per explotació. El desenvolupament d'aquesta tecnologia, nomenada infraroig proper (NIR), lligada al ja existent seguiment GPS de les cisternes, permetria tenir totalment monitoritzada i quantificada la distribució de l'aplicació de nutrients procedents de les dejeccions ramaderes al llarg del territori català i especialment, la quantitat de nitrogen, fòsfor i potassi que genera cadascuna de les explotacions.

El projecte contempla doncs, per una banda, (i) la implementació i validació de l'ús de sensors IR juntament amb cabalímetres òptics com a eines de mesura fiables i precises per conèixer la quantitat de nutrients (N:P:K) generades a les explotacions ramaderes i, per un altre, (ii) la creació d'una aplicació compatible amb l'actual plataforma de la Generalitat de Catalunya per a poder incorporar el seguiment dels nutrients generats i aplicats al sòl arreu del territori.

### Objectius

L'objectiu principal del projecte es basa per tant en millorar l'actual sistema de monitorització, quantificació i distribució dels nutrients continguts als purins. És per això que es proposa el desenvolupament d'un sistema innovador, robust i adaptable, basat en la tecnologia NIR, per mesurar a temps real el contingut en N, P i K dels purins, i d'aquesta manera disposar d'informació precisa de la quantitat de nutrients generada en cada explotació ramadera i on s'han transportat i aplicat.

### Descripció de les actuacions dutes a terme en el projecte

**1.- Identificació, avaluació i adquisició dels sensors d'IR i cabalímetres òptics disponibles en el mercat per tal d'avaluar-ne tècnicament la seva viabilitat.**

En aquesta tasca s'ha realitzat un recull de les diferents opcions existents al mercat, tant dels sensors d'IR com dels cabalímetres òptics. Amb les característiques tècniques de les diferents opcions disponibles i els pressupostos obtinguts, s'han seleccionat els dispositius més convenients avaluant tant la part tecnològica com l'econòmica.

**2.- Disseny, construcció i validació de l'equip de mostreig i validació del sistema de quantificació de nutrients de les basses de purins i implementació per analitzar i validar la seva aplicació a escala real durant el procés de captació a cisterna.**

S'ha dissenyat i construït un sistema de presa de mostres i s'ha validat la tecnologia NIR fent 12 mostres amb diferents tipologies de purí (mares, cicle tancat i engreix) i diferents granges. Per tal d'avaluar la viabilitat tècnica del sistema, a cada prova de camp s'han realitzat les següents accions:

- Seguiment del volum de purins a la bassa a través de mesures del nivell d'aquesta (abans i després de la càrrega del purí al camió cisterna).

- A cada mostreig s'han pres 5 mostres a la succió de la captació per analitzar a laboratori el seu contingut en nutrients (N:P:K). Aquestes dades s'han comparat amb els continguts de nutrients estimats a través de la mesura de la conductivitat i l'IR d'acord amb els calibrats corresponents.
- A cada prova s'ha mesurat el volum captat per la cisterna proporcionat pel cabalímetre incorporat a l'estació de mesura NIR.

### 3.- Construcció d'una plataforma de transmissió de dades a temps reals.

S'ha vinculat el sistema de monitorització i registre de dades a una plataforma online dissenyada per poder transmetre a temps real mitjançant control GPS, el punt de càrrega i descàrrega de les cisternes de purins i els nutrients continguts en aquests, a l'actual portal de la Generalitat.

### 4.- Determinació de la viabilitat tècnica i econòmica del sistema en relació amb la qualitat de les dades obtingudes.

Una vegada avaluat el funcionament dels NIR adquirit, s'ha estudiat el grau de fiabilitat de les dades de contingut en nutrients proporcionades pel sensor d'IR i les estimades amb les mesures de conductivitat respecte als resultats obtinguts al laboratori i se n'ha fet la determinació econòmica.

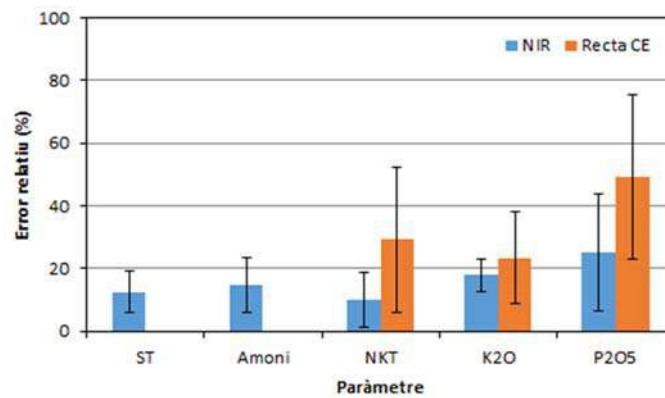
## Resultats finals i recomanacions pràctiques

De totes les opcions de NIR disponibles, es va decidir utilitzar l'equip Harvestlab3000 de John Deere per la realització del projecte i es va desenvolupar i construir un equip per la presa de mostres (Figura 1A) adaptables a l'estació de mesura NIR (Figura 1B).



**Figura 1.** Foto de l'equip de presa de mostres connectat a la cisterna i al NIR (esquerra) i de l'equip estacionari (dreta)

Els resultats obtinguts demostren que el NIR, a part d'oferir resultats de sòlids totals i amoni, cosa que no es pot obtenir a partir de les rectes de conductivitat del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, ofereix millor precisió en la resta de paràmetres (Nitrogen, Fòsfor i Potassi). És cert que l'error relatiu en la majoria de lectures es troba entre el 10 i el 20% (Figura 2), però cal tenir en compte que en el cas de la recta de conductivitat, aquest és superior al 20%. El paràmetre que llegeix pitjor és el fòsfor, tot i així, no es pot correlacionar el fòsfor amb la conductivitat elèctrica, així que el DARP ofereix valors predeterminats segons la tipologia del purí. És per aquest motiu que amb els valors del DARP l'error és molt superior.



**Figura 2.** Error relatiu de cadascun dels paràmetres analitzats amb el NIR i amb la recta de conductivitat del DARP.

Per tal de realitzar la transmissió dels paràmetres dels purins a temps real al DARP, s'ha optat per col·laborar amb l'empresa Triskel Telecom, tenint en compte que la cisterna utilitzada per a realitzar els mostresjos portava instal·lat el seu GPS i que consta com a referent a la pàgina web del DARP. Aquesta empresa disposa d'una plataforma per a realitzar dita gestió per tant, Triskel pot incloure la lectura de l'equip IR a la seva pròpia plataforma online per enviar-la de la mateixa manera al DARP. Així doncs, l'esmentat col·laborador ha desenvolupat el hardware i software necessari per a la transmissió de les dades provinents de la lectura de l'estació de mesura de purins.



**Figura 3.** Interfície gràfica de la plataforma online de Triskel Telecom, on s'hi pot veure que entre els detalls de la càrrega de purí d'un camió cisterna, s'hi inclouen les dades extretes de la lectura de l'estació de mesura NIR.

Els resultats obtinguts explicats són concludents per determinar que l'equip del NIR és viable a nivell tècnic ja que ofereix una bona lectura dels nutrients i alhora millora la precisió del conductímetre, que és la tecnologia utilitzada actualment pels camions cisterna que transporten purí. Tot i així, a nivell econòmic, mentre no hi hagi una legislació més estricta sobre la precisió en l'aplicació de nutrients al sòl, el conductímetre resulta una opció més assequible ja que el cost d'inversió pot resultar un 25% del cost d'inversió del NIR. Malgrat tot,

comparat amb l'ús de fertilitzants químics, el NIR és viable econòmicament a partir de la fertilització de 100 ha de terreny amb un retorn de la inversió mínim de 12 anys.

### Conclusions

- L'estació de mesura NIR validada en aquest projecte, presenta **resultats satisfactoris** respecte al conductímetre.
- El NIR és capaç de determinar el contingut en nutrients dels purins amb un **error relatiu mitjà inferior al 20%**, exceptuant el cas del P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> on l'error relatiu mitjà és aproximadament del 25%.
- El software de l'estació de mesura NIR combinat amb el sistema de monitorització i transmissió de dades ideat per Triskel Telecom, permet fer un **seguiment a temps real** tant de la **quantitat de nutrients generada per cada explotació**, com del **punt d'aplicació al sòl** d'aquests nutrients.
- L'anàlisi econòmic evidencia que mentre no hi hagi més restriccions legislatives en l'aplicació del purí al sòl en busca de més precisió que la que ofereix el conductímetre, el conductímetre resultarà una alternativa més econòmica que el NIR ja que el cost d'inversió representa un 25% d'aquest.

### Líder del Grup Operatiu

ENTITAT: AGRÀRIA PLANA DE VIC I SECCIÓ DE CRÈDIT, SCCL

E-MAIL DE CONTACTE: gmuns@planadevic.cat

### Altres membres del Grup Operatiu (no perceptors d'ajut)

ENTITAT: GRUP SOLUCIONS MANRESA SLPU

E-MAIL DE CONTACTE: ricard@solucions.cat

ENTITAT: FUNDACIÓ UNIVERSITARIA BALMES

E-MAIL DE CONTACTE: sergio.ponsa@uvic.cat

### Àmbit/s temàtic/s d'aplicació

- Sistema de producció agrària
- Pràctica agrària
- Equipament i maquinària agrària
- Ramaderia i benestar animal
- Producció vegetal i horticultura
- Paisatge / Gestió del territori
- Control de plagues i malalties
- Fertilització i gestió dels nutrients
- Gestió del sòl
- Recursos genètics
- Silvicultura
- Gestió de l'aigua
- Clima i canvi climàtic
- Gestió energètica
- Gestió de residus i subproductes
- Gestió de la biodiversitat i del medi natural
- Qualitat alimentària / processament i nutrició
- Cadena de subministrament, màrqueting i consum

- Competitivitat i diversificació agrària i forestal
- General

### Àmbit/s territorial/s d'aplicació

PROVINCIA/ES	COMARCA/QUES
Barcelona, Girona, Lleida i Tarragona	Totes (àmbit català)

### Difusió del projecte (publicacions, jornades, multimèdia...)

La difusió dels projecte s'ha basat en publicacions en xarxes socials per part de les comptes del CT Beta i de la Cooperativa Plana de Vic. S'han fet entrades en els medis de comunicació de la UVic, com el cas de l'Apunt (Blog informatiu de la UVic). I també s'ha donat a conèixer a través de xerrades amb els socis de la Cooperativa Plana de Vic.

S'està estudiant utilitzar els resultats obtinguts per fer-ne una publicació científica en alguna de les revistes internacionals especialitzades en el tractament i l'aplicació de residus ramaders, així com en la fertilització dels sòls.

### Altra informació del projecte

DATES DEL PROJECTE	PRESSUPOST TOTAL
Data d'inici (mes-any): juny 2018	Pressupost total: 195.625,00 €
Data final (mes-any): setembre 2020	Finançament DARP: 78.054,37 €
Estat actual: Executat	Finançament UE: 58.883,13 €
	Finançament propi: 58.687,50 €

### Amb el finançament de:

Projecte finançat a través de l'Operació 16.01.01 (Cooperació per a la innovació) a través del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2020.

*Ordre ARP/133/2017, de 21 de juny, per la qual s'aproven les bases reguladores dels ajuts a la cooperació per a la innovació a través del foment de la creació de grups operatius de l'Associació Europea per a la Innovació en matèria de productivitat i sostenibilitat agrícoles i la realització de projectes pilot innovadors per part d'aquests grups, i Resolució ARP/1868/2017, de 20 de juliol, per la qual es convoca l'esmentat ajut.*

