

Desarrollo de una tecnología para la monitorización de todos los purines salidos anualmente de una explotación para conocer el contenido de nutrientes (N, P, K) mediante la tecnología NIR (Near Infrared) y el volumen mediante sondas

## Resumen

Este proyecto consiste en desarrollar y validar el funcionamiento de una herramienta capaz de obtener una medida más ajustada del nitrógeno, el fósforo y el potasio generado en cada explotación ganadera y por lo tanto, conocer con más exactitud la cantidad de nutrientes aplicada en el suelo por explotación. El desarrollo de esta tecnología, denominada infrarrojo cercano (NIR), ligada al ya existente seguimiento GPS de las cisternas, permitiría tener totalmente monitorizada y cuantificada la distribución de la aplicación de nutrientes procedentes de las deyecciones ganaderas a lo largo del territorio catalán y especialmente la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio que genera cada una de las explotaciones.

El proyecto contempla por una parte (i) la implementación y validación del uso de sensores IR junto con caudalímetros ópticos como herramientas de medidas fiables y precisas para conocer la cantidad de nutrientes (N:P:K) generadas a las explotaciones ganaderas y, por otro, (ii) la creación de una aplicación compatible con la actual plataforma de la Generalitat de Catalunya para poder incorporar el seguimiento de los nutrientes generados y aplicados en el suelo en todo el territorio.

## Objetivos

El objetivo principal del proyecto se basa en mejorar el actual sistema de monitoreo, cuantificación y distribución de los nutrientes contenidos en los purines. Es por ello que se propone el desarrollo de un sistema innovador, robusto y adaptable, basado en la tecnología NIR, para medir a tiempo real el contenido en N, P y K de los purines, y de esta manera disponer de información precisa de la cantidad de nutrientes generada en cada explotación ganadera y donde se han transportado y aplicado.

## Descripción de las actuaciones llevadas a cabo en el proyecto

**1.- Identificación, evaluación y adquisición de los sensores de IR y caudalímetros ópticos disponibles en el mercado con el fin de evaluar técnicamente su viabilidad.**

En esta tarea se ha realizado una recopilación de las diferentes opciones existentes en el mercado, tanto de los sensores de IR como de caudalímetros ópticos. Con las características técnicas de las diferentes opciones disponibles y los presupuestos obtenidos, se han seleccionado los dispositivos más convenientes evaluando tanto la parte tecnológica como la económica.

**2.- Diseño, construcción y validación del equipo de muestreo y validación del sistema de cuantificación de nutrientes de las balsas de purines e implementación para analizar y validar su aplicación a escala real durante el proceso de captación en cisterna.**

Se ha diseñado y construido un sistema de toma de muestras y se ha validado la tecnología NIR haciendo 12 muestreos con diferentes tipologías de purín (madres, ciclo cerrado y engorde) y diferentes granjas. Para evaluar la viabilidad técnica del sistema, cada prueba de campo se han realizado las siguientes acciones:

- Seguimiento del volumen de purines en la balsa a través de medidas del nivel de ésta (antes y después de la carga del purín al camión cisterna).

- En cada muestreo se han tomado 5 muestras en la succión de la captación para analizar a laboratorio su contenido en nutrientes (N:P:K). Estos datos se han comparado con los contenidos de nutrientes estimados a

través de la medida de la conductividad y el IR de acuerdo con los calibrados correspondientes.

- En cada prueba se ha medido el volumen captado por la cisterna proporcionado por el caudalímetro incorporado en la estación de medida NIR.

### 3.- Construcción de una plataforma de transmisión de datos a tiempo real.

Se ha vinculado el sistema de monitorización y registro de datos a una plataforma online diseñada para poder transmitir a tiempo real mediante control GPS, el punto de carga y descarga de las cisternas de purines y los nutrientes contenidos en los mismos, en el actual portal de la Generalitat.

### 4.- Determinación de la viabilidad técnica y económica del sistema en relación con la calidad de los datos obtenidos.

Una vez evaluado el funcionamiento de los NIR adquirido, se ha estudiado el grado de fiabilidad de los datos de contenido en nutrientes proporcionados por el sensor de IR y las estimadas con las medidas de conductividad respecto a los resultados obtenidos en el laboratorio y se ha hecho la determinación económica.

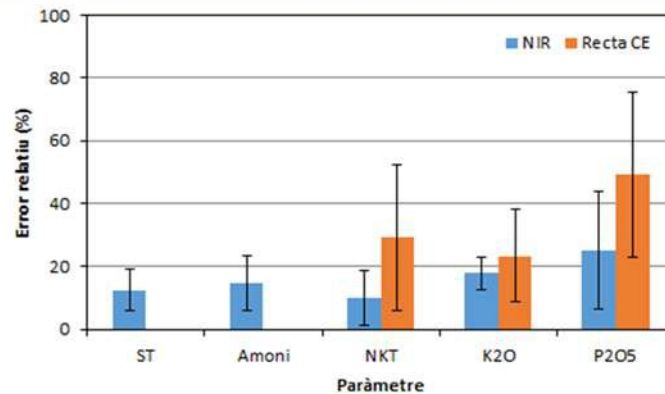
## Resultados finales y recomendaciones prácticas

De todas las opciones de NIR disponibles, se decidió utilizar el equipo Harvestlab3000 de John Deere para la realización del proyecto y se desarrolló y construyó un equipo para la toma de muestras (Figura 1A) adaptable a la estación de medida NIR (Figura 1B).



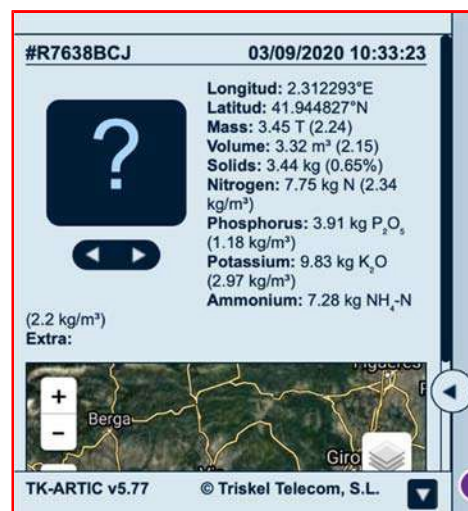
**Figura 1.** Foto del equipo de toma de muestras conectado a la cisterna y el NIR (izquierda) y del equipo estacionario (derecha)

Los resultados obtenidos demuestran que el NIR, aparte de ofrecer resultados de sólidos totales y amonio, lo que no se puede obtener a partir de las rectas de conductividad del Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca, ofrece mejor precisión en el resto de parámetros (Nitrógeno, Fósforo y Potasio). Es cierto que el error relativo en la mayoría de lecturas se encuentra entre el 10 y el 20% (Figura 2), pero hay que tener en cuenta que, en el caso de la recta de conductividad, éste es superior al 20%. El parámetro que lee peor es el fósforo, aun así, no se puede correlacionar el fósforo con la conductividad eléctrica, así que el DARP ofrece valores predeterminados según la tipología del purín. Es por este motivo que con los valores del DARP el error es muy superior.



**Figura 2.** Error relativo de cada uno de los parámetros analizados con el NIR y con la recta de conductividad del DARP.

Para realizar la transmisión de los parámetros de los purines en tiempo real al DARP, se ha optado por colaborar con la empresa Triskel Telecom, teniendo en cuenta que la cisterna utilizada para realizar los muestreos llevaba instalado su GPS y que consta como referente en la página web del DARP. Esta empresa dispone de una plataforma para realizar dicha gestión, por tanto, Triskel puede incluir la lectura del equipo IR a su propia plataforma online para enviarla del mismo modo al DARP. Así pues, dicho colaborador ha desarrollado el hardware y software necesario para la transmisión de los datos provenientes de la lectura de la estación de medida de purines.



**Figura 3.** Interfaz gráfica de la plataforma online de Triskel Telecom, donde se puede ver que entre los detalles de la carga de purín de un camión cisterna, se incluyen los datos extraídos de la lectura de la estación de medida NIR.

Los resultados obtenidos explicados son concluyentes para determinar que el equipo NIR es viable a nivel técnico ya que ofrece una buena lectura de los nutrientes y al mismo tiempo mejora la precisión ofrecida por el conductímetro, que es la tecnología utilizada actualmente por los camiones cisterna que transportan purín. Sin embargo, a nivel económico, mientras no haya una legislación más estricta sobre la precisión en la aplicación de nutrientes en el suelo, el conductímetro resulta una opción más asequible ya que el coste de inversión puede resultar un 25% del coste de inversión del NIR. Sin embargo, comparado con el uso de fertilizantes químicos, el NIR es viable económicamente a partir de la fertilización de 100 ha de terreno con un retorno de la inversión mínimo de 12 años.

### Conclusiones

- La estación de medida NIR validada en este proyecto, presenta resultados satisfactorios respecto al conductímetro.
- El NIR es capaz de determinar el contenido en nutrientes de los purines con un error relativo medio inferior al 20%, exceptuando el caso del P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> donde el error relativo medio es aproximadamente del 25%.
- El software de la estación de medida NIR combinado con el sistema de monitorización y transmisión de datos ideado por Triskel Telecom, permite hacer un seguimiento a tiempo real tanto de la cantidad de nutrientes generada por cada explotación, como el punto de aplicación al suelo de estos nutrientes.
- El análisis económico evidencia que mientras no haya más restricciones legislativas en la aplicación del purín en el suelo en busca de mayor precisión que la que ofrece el conductímetro, el conductímetro resultará una alternativa más económica que el NIR ya que el coste de inversión representa un 25% del NIR.

### Líder del Grupo Operativo

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

E-MAIL DE CONTACTO: gmuns@planadevic.cat

### Otros miembros del Grupo Operativo (no perceptores de ayuda)

ENTIDAD: GRUP SOLUCIONS MANRESA SLP

E-MAIL DE CONTACTO: ricard@planadevic.cat

ENTIDAD: FUNDACIÓ UNIVERSITARIA BALMES

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

### Ámbito/s temático/s de aplicación

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/>            | Sistema de producción agraria                       |
| <input type="checkbox"/>            | Práctica agraria                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Equipamiento y maquinaria agraria                   |
| <input type="checkbox"/>            | Ganadería y bienestar animal                        |
| <input type="checkbox"/>            | Producción vegetal y horticultura                   |
| <input type="checkbox"/>            | Paisaje / Gestión del territorio                    |
| <input type="checkbox"/>            | Control de plagas y enfermedades                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Fertilización y gestión de nutrientes               |
| <input type="checkbox"/>            | Gestión del suelo                                   |
| <input type="checkbox"/>            | Recursos genéticos                                  |
| <input type="checkbox"/>            | Silvicultura  |
| <input type="checkbox"/>            | Gestión del agua                                    |
| <input type="checkbox"/>            | Clima y cambio climático                            |
| <input type="checkbox"/>            | Gestión energética                                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Gestión de residuos y subproductos                  |
| <input type="checkbox"/>            | Gestión de la biodiversidad y del medio natural     |
| <input type="checkbox"/>            | Calidad alimentaria / procesamiento y nutrición     |
| <input type="checkbox"/>            | Cadena de suministro, marketing y consumo           |
| <input type="checkbox"/>            | Competitividad y diversificación agraria y forestal |
| <input type="checkbox"/>            | General   |

**Ámbito/s territorial/es de aplicación**

PROVINCIA/S	COMARCA/S
Barcelona, Girona, Lleida y Tarragona	Todas (ámbito catalán)

**Difusión del proyecto (publicaciones, jornadas, multimedia...)**

La difusión del proyecto se ha basado en publicaciones en redes sociales por parte de las cuentas del CT Beta y de la Cooperativa Plana de Vic. Se han hecho entradas en los medios de comunicación de la UVic, como el caso de l'Apunt (Blog informativo de la UVic). Y también se ha dado a conocer a través de charlas con los socios de la Cooperativa Plana de Vic.

Se está estudiando utilizar los resultados obtenidos para hacer una publicación científica en alguna de las revistas internacionales especializadas en el tratamiento y la aplicación de residuos ganaderos, así como en la fertilización de los suelos.

**Otra información del proyecto**

FECHAS DEL PROYECTO	PRESUPUESTO TOTAL
Fecha inicio (mes-año): junio 2018	Presupuesto total: 195.625,00 €
Fecha final (mes-año): septiembre 2020	Financiación DARP: 78.054,37 €
Estado actual: Ejecutado	Financiación UE: 58.883,13 €
	Financiación propia: 58.687,50 €

**Con la financiación de:**

Proyecto financiado a través de la Operación 16.01.01 (Cooperación para la innovación) a través del Programa de desarrollo rural de Cataluña 2014-2020.

*Orden ARP/133/2017, de 21 de junio, por la que se aprueban las bases reguladoras de las ayudas a la cooperación para la innovación a través del fomento de la creación de grupos operativos de la Asociación Europea para la innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas y la realización de proyectos piloto innovadores por parte de estos grupos, y la Resolución ARP/1868/2017, de 20 de julio, por la que se convoca la citada ayuda.*

