



**LIFE Smart  
Fertirrigation**

## **LIFE 14/ENV/ES/000640 SMART FERTIRRIGATION**

Integrated pig manure digestate processing for direct injection of organic liquid into irrigation systems

Procesamiento integrado del digestato de purines de cerdo para la inyección directa en los sistemas de riego como fertilizante líquido orgánico

# LIFE SMART FERTIRRIGATION

## Integrated pig manure digestate for direct injection into irrigation

LIFE SMART FERTIRRIGATION aims to demonstrate a more resource efficient and sustainable method of treating pig manure. The manure can reach full potential of nutrient recovery by creating two biofertiliser end-products: a solid fraction (transformed by low-cost drying technologies) to use in pelletized fertilisers, and a liquid fraction (transformed by secondary separation and filtration technologies) to use in irrigation systems.



### 1. Project motivation

Spain is Europe's largest pork producer with more than 46,000 pig farms, generating 189 million kg manure each year translating to 6.3 kg manure/animal/day (MAGRAMA). As such, the issue of pig production waste management is extremely important in the Spanish agricultural sector. Current uses of pig manure as organic fertilisers used for basal dressing during the sowing season can be revaluated to amplify the manure's potential for top-dressing which can be applied year-round. A decision by farmers and breeders to specialize in new, intelligent applications of pig manure is an opportunity to reduce the environmental impact associated with their economic activities. Specifically for breeders, this project demonstrated feeding strategies using a new generation of phytase enzymes which increase a pig's capacity to take advantage of the phosphorus present in the feed, thereby reducing both the phosphorus present in the pig's manure as well as the risk that the manure causes eutrophication. On the other hand, the project applied advanced treatment processes to digestate from biogas plants and pig manure from farms to obtain a liquid organic fertiliser apt for use in both drip and spray irrigation systems. This liquid organic fertiliser can substitute the mineral fertilisers currently applied to crops through irrigation systems.



# LIFE SMART FERTIRRIGATION

## Procesamiento integrado del digestato de purines de cerdo para la inyección directa en los sistemas de riego como fertilizante líquido orgánico

### 1. Motivación del proyecto

España actualmente es el mayor productor de carne de cerdo de Europa con más de 46.000 granjas las cuales generan aproximadamente 189 millones de kilos de purín al año. Esto representa aprox. 6,3 kg/purín/animal/día (MAGRAMA). Como es lógico, el purín generado es uno de los principales problemas ambientales en la industria porcina de nuestro país. El aprovechamiento actual del purín como fertilizante orgánico en abonados de fondo en épocas de siembra requiere nuevos enfoques para potenciar su aplicación como fertilizante de cobertera a lo largo de todo el año y prevenir riesgos ambientales. Una especialización inteligente de ganaderos y agricultores en nuevas aplicaciones del purín como fertilizante orgánico es una oportunidad para incrementar su sostenibilidad económica y para reducir el impacto ambiental asociado a sus actividades económicas. A nivel ganadero, el presente proyecto pretende implantar estrategias de alimentación de los cerdos basadas en enzimas de última generación con mayor capacidad de aprovechar la biodisponibilidad del fósforo de las materias primas del pienso, reduciendo sus niveles en el purín y el riesgo de eutrofización de las aguas naturales. Por otro lado, se desea implantar tratamientos avanzados del digestato procedente de plantas de biogás y del purín de las granjas para conseguir un fertilizante orgánico en forma líquida válido para sistemas de riego por aspersión y goteo. Su aplicación permitirá la sustitución de los fertilizantes minerales utilizados actualmente en la fertirrigación de cultivos.

LIFE SMART FERTIRRIGATION tiene como objetivo implantar un método más eficiente y sostenible para procesar los purines de cerdo y el digestato demostrando que puede alcanzar el potencial completo de recuperación de nutrientes creando dos productos finales biofertilizantes: una fracción sólida transformada con tecnologías de secado de bajo coste que podría ser destinada a la elaboración de fertilizantes pelletizados, y una fracción líquida transformada con tecnologías de separación secundaria y filtración para su incorporación directa en sistemas de riego por aspersión y goteo.



## 2. Environmental problems

Fertilisers, which typically contain nutrients such as Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K) have significant benefits for agricultural purposes. They help farming industries keep up with increasing demands by producing higher yields while using less labour and less land. However, the overuse of fertilisers has created some environmental (eutrophication, volatilization), socio-economic (high costs) and health-related (contamination) worries about agriculture. Furthermore, the production and application of fertilisers generate greenhouse gas emissions which are a known contributor to climate change.



### Objectives

#### **Increase the recycling of natural resources in manure**

An innovative treatment is applied to recover the natural nutrients in the liquid fraction of pig manure for direct injection in irrigation systems.

#### **Reduce the amount of phosphorus in the slurry**

Trials with new phytase enzymes are carried out to significantly lower the levels of phosphorus in pig slurry, avoiding eutrophication.

#### **Maximize agricultural production in a sustainable way**

Cost savings for farmers is increased and a new source of income is created.

#### **Substitute the use of mineral fertilisers with natural liquid and solid fertilisers from pig manure**

GHG emissions from manure are reduced and soil acidification is prevented.





## 2. Problemas ambientales

El uso de fertilizantes minerales, que generalmente contienen nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), ofrecen importantes beneficios para el sector agrícola. Ayudan al sector a afrontar la creciente demanda de producir más y con mayores rendimientos, usando menos mano de obra y menor tierra. Sin embargo, el uso excesivo de fertilizantes minerales ha generado preocupantes consecuencias ambientales (i.e. eutrofización, volatilización), socio-económicas (altos costos) y de sanidad (contaminación) en torno al sector agroindustrial. Adicionalmente, la producción y el uso de fertilizantes genera emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.

### Objetivos

#### **Aumentar el reciclaje de los recursos naturales del purín**

Se aplica un método de tratamiento innovador para recuperar la fracción líquida con sus nutrientes naturales para inyectar directamente en los sistemas de irrigación.

**Reducir los niveles de fósforo en los purines** Se ensaya con novedosas fitasas incluidas en el pienso de los cerdos para disminuir significativamente el fósforo en los purines, reduciendo el riesgo de eutrofización.

**Maximar la producción agrícola de forma sostenible** Se potencia el ahorro en los costes de los agricultores y se genera una nueva fuente de ingresos para los ganaderos

**Sustituir el uso de fertilizantes minerales por la incorporación de fertilizante orgánicos, tanto líquidos como sólidos** Se reducen las emisiones de gases efecto invernadero y se previene la acidificación del suelo.

### 3. Project overview

Based on the principles of Circular Economy (Figure 1), the following flow chart shows how LIFE Smart Fertirrigation addresses every step of the pork production chain. The project puts resource efficiency into action by recycling nutrients through an improved diet, decreasing the excretion of elements such as P, and valorising pig manure. Rather than being pollutant "waste" by-products, the nutrients in pig slurry are transformed into a valuable input as fertiliser (liquid & solid), thereby reducing the need for external inputs, contributing to a "closed loop" production system.

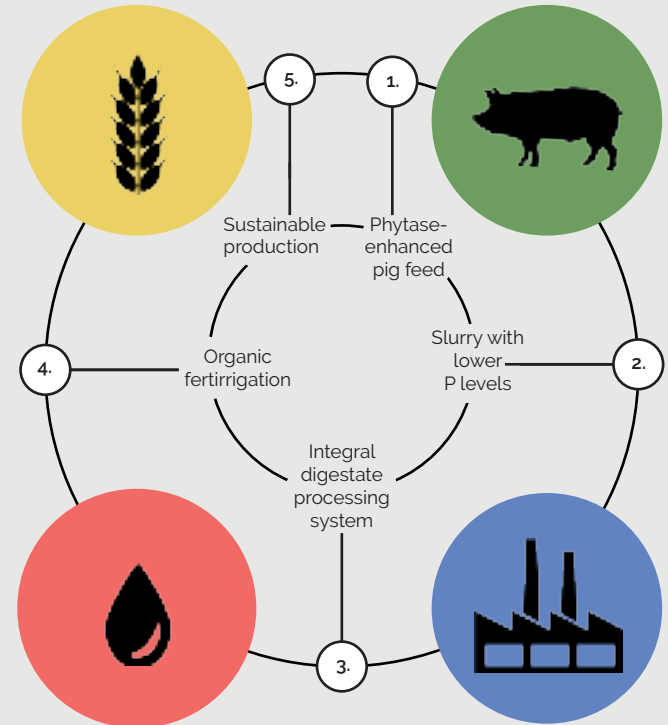
In order to evaluate the effectiveness of the system, and its potential impact, numerous activities were carried out. These activities are summarized in Figure 2 - Action Plan.

### 3. Visión general del proyecto

Con base en los principios de la economía circular (Figura 1), LIFE Smart Fertirrigation aborda cada paso de la cadena de producción porcina. Se usan los recursos de forma más eficiente, desde un mayor aprovechamiento de los nutrientes con una dieta mejorada, hasta la disminución en la excreción de elementos como el P y la valorización de los purines. Los purines dejan de ser un residuo posiblemente contaminante, para transformarse en un valioso insumo como fertilizante orgánico (líquido y sólido), reduciendo así la necesidad de insumos externos, contribuyendo a un sistema de producción no lineal.

Para evaluar la efectividad del sistema y su impacto potencial, se llevaron a cabo numerosas actividades. Estas actividades se resumen en la Figura 2 - Plan de Acción.

Figure 1 - Circular Economy  
Figura 1 - Economía Circular



1. Alimento mejorado con fitasas
2. Purines con niveles bajos de P
3. Sistema de tratamiento integral de purines y digestato de cerdo
4. Fertirrigación orgánica
5. Producción sostenible

**1. Intensive livestock farms** Use of phytase to improve intake in feed and reduce phosphorus concentration in pig manure and its subsequent impact on the environment

**2. Separation into two fractions** Separation treatment divides the manure into two different fractions in order to obtain fertilisers

**3. Solid fraction - drying** Savings in energy and chemical use through the "clima unit" that uses a liquid shower to prevent ammonia liberation in the air converting it into ammonia sulphate that is added to enrich the liquid fraction

**4. Liquid fraction - Filtration for irrigation purposes** Treatment for the liquid phase through different processes in order to obtain a product with lowered concentration of solids to be used as liquid fertiliser.

**5. Top dressing fertilisation** Solid fraction used as fertiliser before sowing.

**6. Storage and application of liquid fertiliser** Use of the liquid fraction as fertiliser; fertirrigation + efficient application of fertiliser with irrigation water (precision agriculture)

**7. Large scale demonstrations** Comparison with mineral fertilisation: environmental impact + yield + economic viability

**8. Communication and dissemination of results** The results are disseminated across a large audience and relevant stakeholders

**1. Ganadería intensiva** Pruebas con fitasas para favorecer la asimilación del fósforo del pienso por parte del cerdo y reducir su concentración en el purín y el impacto ambiental

**2. Separación en dos fracciones** Tratamiento para la separación de fase sólida y líquida del purín para facilitar su manejo como fertilizante orgánico

**3. Fracción sólida - secado** Ahorro en el uso de energía y productos químicos a través de la "unidad climática" que utiliza una ducha líquida para evitar la liberación de amoníaco en el aire convirtiéndolo en sulfato de amonio que se agrega para enriquecer la fracción líquida

**4. Fracción líquida - filtración óptima para uso en riego** Tratamiento de la fase líquida mediante distintos procesos para obtener un producto con baja concentración de sólidos que permita su uso como fertilizante líquido.

**5. Abonado de fondo** Utilización de la fase sólida como fertilizante previo a la siembra

**6. Almacenamiento y tecnología de aplicación de fertilizante líquido** Utilización eficiente de la fase líquida transformada en fertilizante con el agua de riego (fertirrigación)

**7. Ensayos demostrativos a gran escala** Comparación con la fertilización mineral determinando los rendimientos, los efectos medio ambientales y su viabilidad económica

**8. Gestión de la comunicación y difusión de los resultados** Transferencia de los resultados a todas las partes implicadas



Figure 2 - Action Plan  
Figura 2 - Plan de Acción



## 4. How was the project carried out?

### 4.1. Inclusion of new phytase in pig feed

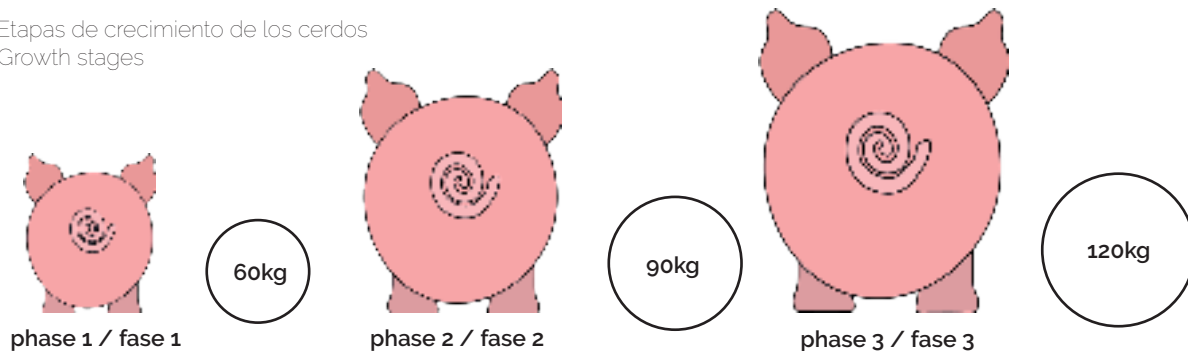
LIFE Smart Fertirrigation trialled the inclusion of a “new generation” of intrinsically thermostable phytase enzymes derived from enhanced microbial E. coli in the pig’s diet. Even though phytase have been used in pig feed over the past 20 years, enzymes can offer better bioavailability of nutrients in the diet supposing significant technological improvements in pork production at lower economic and environmental costs. The new phytase not only have the potential to diminish P content in pig manure, they also ensure a more balanced nutrient uptake therefore reducing costs for feed production as well as reducing the N content in pig manure.

COPISO designed a trial that compared 2 types of phytase included in pig feed, and the effect of the enzymes on the production costs of feed, the productivity (growth) of the farm animals, and the composition of the manure excreted by the pigs.

Details of the trial are in TABLE 1. Measurements were taken from the manure during 3 stages of the pig’s growth. 250 ml samples of manure were taken from various depths of the slurry pit, to account for the natural separation of liquids from solids. To effectively evaluate the technical-economic impacts of diet changes, the pigs were monitored for weight gain, consumption of feed, feed conversion ratio, and mortality rates.

Figura 3 - Etapas de crecimiento de los cerdos

Figure 3 - Growth stages





## 4. ¿Cómo se llevó a cabo?

### 4.1. Introducción de nuevas fitasas en piensos para cerdos

LIFE Smart Fertirrigation evaluó la introducción de enzimas fitasas de "nueva generación" termoestables derivadas de *E. coli* en la dieta de los cerdos. Aunque las fitasas se han utilizado en la alimentación de cerdos en los últimos veinte años, la utilización de enzimas que permitan conseguir una mayor biodisponibilidad de los nutrientes de la dieta podría suponer una mejora tecnológica sustancial en la producción de carne de cerdo con menores costes productivos y medioambientales. Las nuevas fitasas no sólo favorecen la disminución del contenido de P en los purines, sino que también permiten un mejor aprovechamiento de otros nutrientes como los aminoácidos, y por lo tanto, podrían disminuir los costes en la formulación de pienso e incluso una reducción de la excreción de N.

COPISO diseñó un ensayo para determinar el efecto de la inclusión de dos tipos de enzimas en la dieta de los cerdos sobre el coste de fabricación de los piensos, la productividad de los animales en granja y la composición del purín excretado por los animales (Tabla 1). Se tomaron muestras de 250 ml en varias profundidades de la balsa de purines de 12 granjas durante las tres etapas del cebo de los cerdos. Adicionalmente se controló la ganancia media diaria, el consumo de pienso, el índice de conversión y las tasas de mortalidad de los animales.

Treatment Tratamiento	Phytase Fitasa	N° of trials (farms) Réplicas (granjas)	N° of animals N° animales
--------------------------	-------------------	--	------------------------------

Control Diet / Dieta Control	Setnazyme Fitasa EC	6	9,000 (1,500 / farm-trial)
Experimental Diet / Dieta Experimental	Setnazyme Fitasa QT	6	9,000 (1,500 / granja-trial)
	<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>18,000</b>

Table 1 - Trials to measure impact of phytase on P% in pig manure

Tabla 1 - Ensayos para medir el impacto de las fitasas de la dieta sobre el P(%) del purín

## 4.2. Integral pig manure / digestive treatment system

Through a unique, multi-step treatment method, the project aimed to recover nutrients and prove resource-efficiency. This treatment ultimately created two bio-fertiliser end-products:

- 1) A liquid fraction for use in irrigation systems (fertirrigation) that allows for more precise doses of nutrients adapted to the crop's needs.
- 2) A dry solid fraction for use as fertiliser in basal dressing or in pelletized form.

### Preliminary separation

The 1st step in the treatment process is the mechanical separation of solid (approx. 5% of total) and liquid fractions (approx. 95%).

The pig slurry passes through a screen (500 microns) coupled with a screw that compacts the solid fraction.

The liquid fraction is fed through a rotative drum screen (150 microns), successively capturing larger solid particles; what remains is a colloidal suspension.



Liquid fraction / Fracción líquida  
Rotative drum screen / Rototamiz



Demonstration area:  
Pig farms and agricultural fields  
at province of Soria, Castilla y Leon (Spain)

Area demostrativa: campo de cultivo y  
granja de cerdo en la provincia de  
Soria, Castilla y Leon (España)

## 4.2. Sistema de tratamiento integral de purines y digestato de cerdo

A través de un método único de tratamiento de múltiples pasos, el proyecto tiene como objetivo recuperar los nutrientes de los purines / digestato de cerdo y demostrar el uso eficiente de los recursos. El sistema de tratamiento integral finalmente crea dos productos finales biofertilizantes:

- 1) una fracción líquida; para su aplicación en sistemas de riego (fertirrigación) que permite dosis más precisas de nutrientes adaptadas a las necesidades de los cultivos durante su ciclo biológico
- 2) Una fracción sólida seca; para su aplicación en abonados de fondo o en la fabricación de fertilizantes orgánicos pelletizados



Dry solid fraction  
Fracción sólida seca

### Separación primaria

El primer paso del proceso de tratamiento consiste en la separación mecánica de fracciones sólidas (aprox. 5% del total) y líquidas (aprox. 95%). El contenido de sólidos para ambos sustratos es del orden del 5%, no obstante, la fracción sólida obtenida no concentra más que una parte menor de esos sólidos (los de mayor tamaño) dando lugar a una fracción con un contenido de humedad de aproximadamente el 30%.

En esta etapa se incorpora un tamiz de 500 micras que lleva acoplado un tornillo compactador de la fracción sólida obtenida.

Con la fracción líquida obtenida se alimenta un rototamiz de luz 150 micras con objeto de eliminar partículas mayores a este tamaño de forma que sólo quede en suspensión material coloidal.

## Further treatment of the liquid fraction

The process continues with the application of DAF (dissolved air flotation) technology. To aid the process, coagulants and flocculants are added to the mixture. This clarifies the liquid part and suspends the colloidal solids, allowing them to be removed. At this point, removed coagulated solids (sludge) continue treatment together with the mechanically separated solids obtained previously.



The liquid fraction may still contain some particles of solid content that escaped the DAF stage. To remove these last remaining particles, the liquid is passed through the innovative Fuzzy Filter, developed by Bosman. The Fuzzy Filter includes backwash capacity to prevent clogging and Fuzzy balls: spherical, pink, porous, polyphenylene balls of 3cm in diameter. These Fuzzy balls act as deep filtration, which can be easily cleaned and reused over a lifetime of 10 years. After passing through the fuzzy filter, the liquid fraction is acceptable for more strict irrigation purposes (i.e. drip irrigation).



Fuzzy balls



Fuzzy Filter



## Tratamiento adicional de la fracción líquida

El proceso continúa con la aplicación de la tecnología DAF (flotación por aire disuelto). Para este proceso es necesario agregar coagulantes y floculantes a la mezcla. Los reactivos permiten clarificar la fase líquida suspendiendo los sólidos coloidales, lo que permite su eliminación. En este punto, los sólidos coagulados eliminados en forma de fango o lodo continúan el tratamiento junto con los sólidos separados mecánicamente obtenidos anteriormente.

La fracción líquida aún puede contener algunas partículas de sólidos que se escaparon en el proceso del DAF. Para eliminar estas últimas partículas, el líquido se pasa a través del innovador filtro Fuzzy, desarrollado por Bosman. El filtro Fuzzy contiene unos elementos esféricos (de color rosa en la foto) de unos 3 cm de diámetro y estructura porosa, producidos con textil técnico de polifenileno que tienen la capacidad de actuar como medio filtrante de profundidad y de limpiarse en contracorriente con el propio líquido a filtrar recuperando su capacidad filtrante y disponiendo de una vida de uso de 10 años. Después de pasar por el filtro fuzzy, la fracción líquida puede ser usada para riego, incluso en los sistemas más exigentes como el riego por goteo.



Video - Process of the liquid fraction  
Video - Procesamiento de la fracción líquida



## Further treatment of solid fraction

The solid fractions, separated mechanically and through the DAF technology, are stored together and transported to a nearby zone where they will be dried. The drying system, designed by Dorset, is capable of being fed by excess heat from biogas production process or from any source of heat at a low cost (i.e. biomass, solar heat).

The innovation in this part of the process resides in the treatment of gasses (ammonia -  $\text{NH}_3$ ) which are released by the solid fraction when dried. The gas stream - the air that is used to dry and draw dust and ammonia from the biomass - is treated by the "clima unit" which uses a liquid shower to prevent ammonia from being released in the air, converting it in ammonia sulphate or  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . The  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  can then be used to enrich the liquid fraction. In this way, hazardous emissions and the need to use an alternative energy-intensive treatment are avoided.



Video - Process of the solid fraction  
Video - Procesamiento de la fracción sólida



## Tratamiento adicional de la fracción sólida

Las fracciones sólidas separadas mecánicamente y mediante la tecnología DAF se almacenan conjuntamente y se transportan a una zona cercana donde se secarán a través del sistema de secado, diseñado por Dorset. El proceso de secado puede ser alimentado por el exceso de calor del proceso de producción de biogás o de cualquier fuente de calor a bajo costo (i.e. biomasa, calor solar).

La innovación en esta parte del proceso reside en el tratamiento de la corriente de aire que abandona el secador y que puede contener amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) liberado de la fracción sólida durante el secado. El sistema tiene una "unidad de clima" que consiste de una ducha líquida para evitar la liberación de amoníaco en el aire convirtiéndolo en sulfato amónico  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Esta ducha trata la corriente de aire que se utiliza para secar eliminando polvo y amoníaco arrastrados de la fracción sólida. El  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  se usa para enriquecer la fracción líquida, evitando así las emisiones peligrosas al ambiente. De esta forma se consigue una eliminación simple asociada al proceso evitando un tratamiento alternativo que de otro modo sería más complejo y consumiría más energía.

### 4.3. Integration of liquid fertiliser into irrigation system

Through the technique of fertirrigation, liquid forms of fertiliser can be injected into irrigation systems to grow crops. Currently, mineral fertilisers are used in this system but are not environment friendly. Simultaneously, unprocessed pig manure/digestate which is still being used for fertilisation (directly applied to the soil) prior to the sowing season, to get advantage of its nutrients contents (NPK)..

LIFE Smart Fertirrigation trials consisted of comparing crops fertilised with the liquid fraction obtained vs crops without any fertilisation. The main nutrient content of the liquid fraction was nitrogen followed by potassium and organic matter.



7 granjas en 75ha



7 farms across 75ha



### 4.3. Uso de los fertilizantes líquidos en el sistema de riego

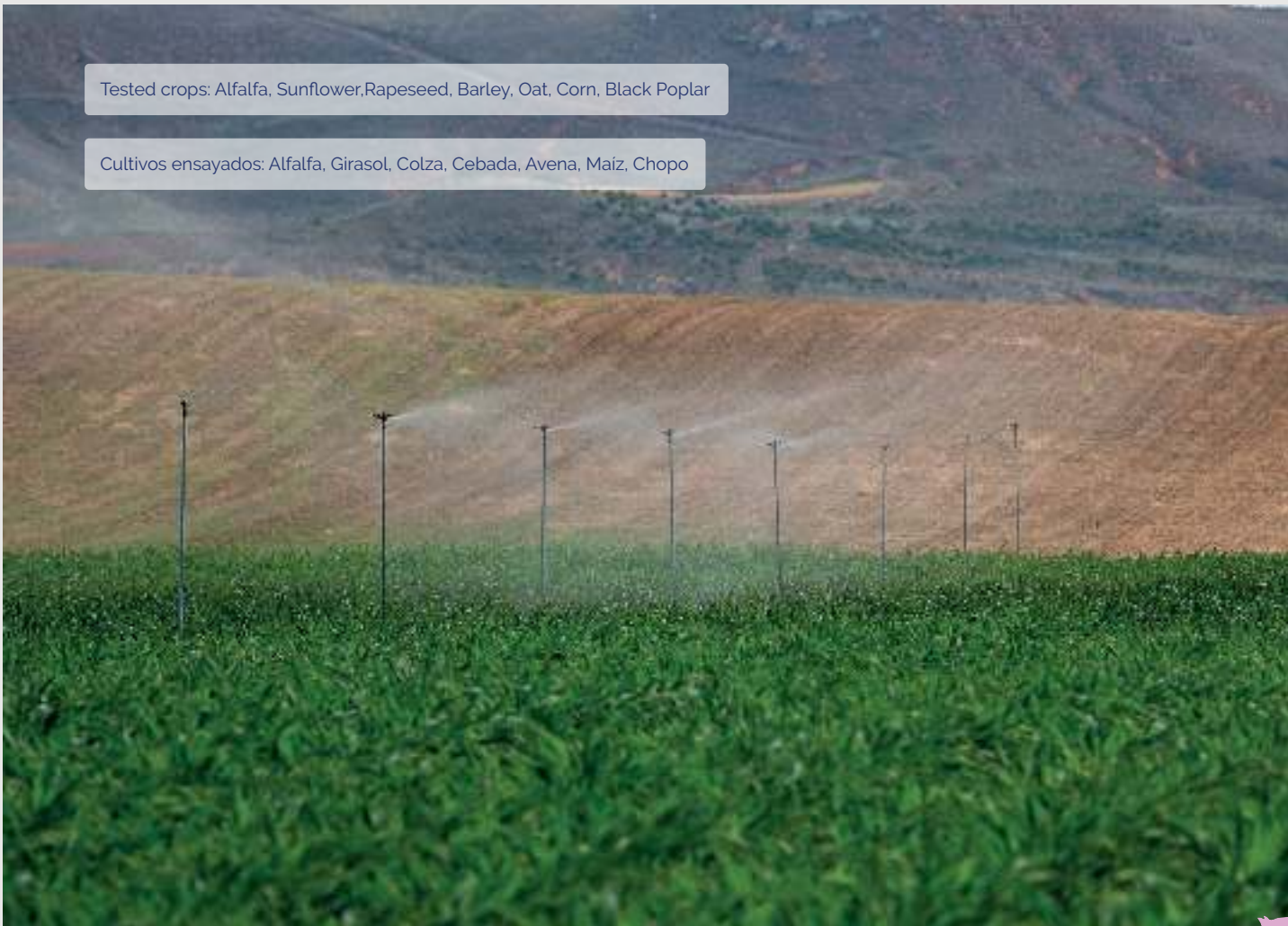
Mediante la técnica de fertirrigación, se pueden inyectar diferentes concentraciones de fertilizantes líquidos en los sistemas de riego local para uso agrícola. Actualmente, los fertilizantes más usados son de base mineral pero no son considerados sostenibles ambientalmente. En cuanto a los purines / digestato de cerdo sin procesar, todavía son usados como fertilizante de fondo (directamente aplicado al suelo) en la estación previa a la siembra por su alto contenido de nutrientes (NPK).

Los ensayos ejecutados en el proyecto LIFE Smart Fertirrigation consistieron en comparar cultivos fertilizados en cobertera (durante la fase de crecimiento del cultivo con la fracción líquida obtenida versus cultivos sin ningún tipo de fertilización. El principal contenido de nutrientes de la fracción líquida fue nitrógeno seguido de potasio y materia orgánica.



Tested crops: Alfalfa, Sunflower, Rapeseed, Barley, Oat, Corn, Black Poplar

Cultivos ensayados: Alfalfa, Girasol, Colza, Cebada, Avena, Maiz, Chopo



## 5. Results

### 5.1. Experiments with phytase-enhanced diets

Effect of the new generation phytase in the diet on P % in manure.

1. Compared to the control, the use of a new generation phytase resulted in a 25% decrease of phosphorus in the manure during PHASE 1 of a pig's growth. During this stage the animal has a greater nutritional need for calcium and phosphorus; the phytase allows the animal to take better advantage of (absorb) the phosphorus present in its diet.
2. Likewise, the animal has a reduced need for phosphorus during PHASES 2 and 3, therefore it is more likely to excrete the unneeded P in its manure during these phases.
3. The experimental phytase improves the "conversion efficiency" of the feed during the pig's life. It increases the digestibility of other nutrients such as amino acids and carbohydrates, resulting in a decrease of nitrogen in the manure.
4. It can reduce the amount of external inputs needed in pig feed, thereby reducing production costs.

Based on these results (Table 2), as a means to reduce P and N levels in pig manure and improve the profitability of operations it is recommended to use the experimental phytase enzyme in pig feed during PHASES 1 and 3.



Table 2 - Summary: The substitution of traditional phytase for the new generation phytase resulted in reductions of inorganic phosphorus, the number of inputs needed in the production of pig feed and related costs. Improved digestibility resulted in a 25% decrease of P in PHASE 1, and a 20% reduction of N in PHASE 3.

Tabla 2 - Resumen: La sustitución de la fitasa actual por fitasas de última generación permitió reducir los niveles de inclusión de P inorgánico y el número de materias primas a incluir en el pienso, disminuyendo su coste de fabricación. La mayor destrucción de ácido fítico supuso una mejora en la digestibilidad del P disponible y de otros nutrientes como son los aminoácidos y los carbohidratos. Consecuentemente, se consiguió reducir un 25% el contenido en P del purín en la fase 1, e incluso un 20% la excreta de N en la fase 3.

## 5. Resultados

### 5.1 Mejora tecnológica de las dietas de los cerdos blancos mediante enzimas de última generación que reduzcan el contenido en P del purín

1. La sustitución de fitasas tradicionales por aquellas de última generación con mayor biodisponibilidad de nutrientes en las dietas de cerdo permitió disminuir un 25% el contenido en P del purín en la fase 1, donde el animal tiene mayores necesidades de calcio y fósforo y la nueva enzima permite una mayor eficacia en el aprovechamiento del fósforo de la dieta.

2. En contra de lo esperado, en las fases de 1 & 2, una mayor eficacia de aprovechamiento del fósforo de la dieta supuso una mayor excreción del fósforo en el purín, posiblemente debido a que las necesidades de fósforo son menores en estas etapas de cebo. Es decir, se podría conseguir una mayor cantidad de fósforo biodisponible, pero debido a que el animal no lo necesita es excretado.

3. La utilización de la fitasa experimental en las dietas de cebo permitió conseguir una mayor eficiencia en la conversión del alimento durante el periodo global de cebo, posiblemente debido a que una mayor destrucción de ácido fítico permite mayor digestibilidad de otros nutrientes diferentes al fósforo, como son los aminoácidos y los carbohidratos, mejorando los índices productivos. El mayor aprovechamiento de los aminoácidos de la dieta supuso una menor excreción de N por parte de los cerdos.

4. La inclusión de la nueva fitasa permitió disminuir el número de materias primas a incluir en la dieta, reduciendo la cantidad de insumos externos necesarios para la fabricación del pienso y los costes de producción.

Considerando los resultados obtenidos (Tabla 2), a nivel práctico se recomienda utilizar la nueva fitasa durante todo el periodo de engorde, no sólo como estrategia para disminuir el fósforo del purín en la fase 1, sino para mejorar la rentabilidad del proceso de cebo y la reducción de la excreción de N.

Treatment Tratamiento	Price (€/t) Precio	Average cost decrease in feed production (€/t) / Reducción del coste medio de fabricación del pienso	Phase / Fase 1		Phase / Fase 2		Phase / Fase 3	
			P (%)	N (%)	P (%)	N (%)	P (%)	N (%)
Control diet Dieta Control	4.200	0.5 - 1.0	↓ 25%	↑ 14%	0%	0%	0%	↓ 20%
Experimental diet Dieta experimental	8.500							

Table 2  
Tabla 2

## 5.2. Efficiency of integral pig manure / digestate processing system

The following images and tables express the results of the treatment of both pig manure and digestate concerning the liquid fraction obtained.

### 5.2. Eficiencia del sistema integral de procesamiento de purines / digestato de cerdo

Las siguientes imágenes y tablas expresan los resultados del tratamiento tanto de los purines como del digestato con respecto a la fracción líquida obtenida.



Table 3 presents the % reduction achieved through treating the digestate/pig manure

Through processing, the nutrients and solid particles are most concentrated in the solid fraction, thereby reducing the amount of land needed to completely apply the manure/digestate to a field. The multi-step treatment process demonstrated in LIFE Smart Fertirrigation has proven to be an alternative to the nitrification-denitrification treatment process which is more energy intensive and less resource efficient.

Table 3 Tabla 3	NH4 (%)	N (%)	TSS (nutrient suspension / total suspended solids)	P (%)	K (%)	NO (nutrient organic / organic matter)
Purin tratado / Treated pig manure	40	75	94	94	51	55
Digestato tratado / Treated digestate	60	70	99	99	64	30

La tabla 3 presenta el porcentaje de reducción logrado al tratar el digestato y los purines.

A través del sistema de tratamiento integral de purines / digestato, los nutrientes y las partículas sólidas se concentran en la fracción sólida, reduciendo así la base territorial necesaria para aplicar el purín / digestato a campo. El sistema ha demostrado ser una alternativa viable al proceso de tratamiento por nitrificación- desnitrificación que requiere más energía y no aprovecha los recursos disponibles en estas corrientes.

The performance and results for the drying of the solid fractions obtained are as follows, and correspond to two scenarios:

1. Digestate dewatered through digestate decanter-centrifugation obtained from the Caparroso biogas plant
2. The solid fraction obtained from the solid-liquid separation of pig manure mixed with the sludge coming from the DAF, left sitting for approx. 1 month and then mixed thoroughly before proceeding to be dried

El comportamiento y resultados obtenidos para el secado de las fracciones sólidas, corresponde a dos escenarios de distinto origen:

1. Por un lado la fracción sólida de Digestato se obtuvo directamente del deshidratado mediante centrifuga-decantadora obtenido en la planta de biogás de Caparroso
2. Por otra parte la fracción sólida obtenida de la separación sólido-líquido de los purines de cerdo mezclados con el lodo procedente del DAF, se dejó en reposo durante aprox. 1 mes y luego se mezclaron bien, antes de proceder a la etapa de secado

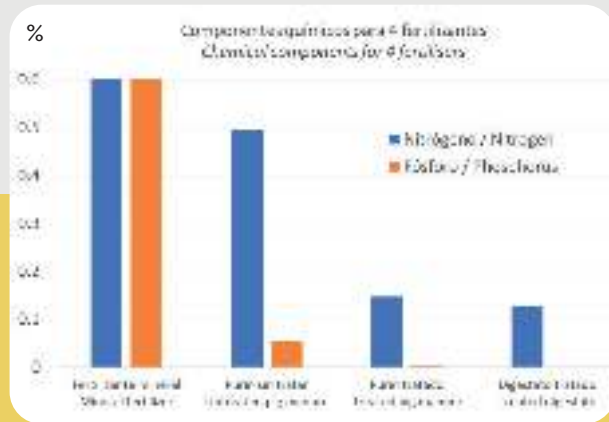


Figure 4  
Figura 4

Figure 4 presents the principal nutrient contents of 4 different substrates. Nitrogen is the most prevalent nutrient across all fertilisers considered, meanwhile phosphorus is only significantly present in untreated pig manure.

La figura 4 representa el porcentaje de los principales contenidos en los cuatro tipos de sustratos considerados. El nitrógeno es el componente que prevalece en mayor porcentaje en todos los tipos de fertilizante, mientras que el fósforo sólo es representativo en el purín sin tratar.



Table 4 - Nutrient content of the solid fraction obtained from treatment of digestate / pig manure

By concentrating the nutrients from the pig manure / digestate, we have achieved a dry and solid product that closely resembles commercialized organic products. The level of dry matter obtained was 83-85%, from a starting point of 32%-37%.



Tabla 4 - Contenido de nutrientes de la fracción sólida obtenida después del tratamiento de los purines / digestato.

En la fracción sólida seca se concentran los nutrientes del purín / digestato, habiendo obtenido un producto sólido seco con una composición cercana a la de los productos orgánicos comercializados. El nivel de materia seca obtenido fue de 83%-85%, partiendo de una fracción sólida del 32%-37% de materia seca.

Nutrient content of the solid fraction / Contenido de nutrientes en la fracción sólida (%)	NTotal NTK	Phosphorus / Fosforo	Potassium / Potasio	Dry matter / Materia seca
Treated pig manure / Purín tratado	2,54	1,31	1,02	85
Treated digestate / Digestado tratado	1,32	1,27	3,82	83
Organic mineral fertiliser / Fertilizante mineral orgánico	3	6	5	89

Table 4  
Tabla 4



Fractions case 2 once thoroughly mixed  
Fracciones mezcladas (caso 2)



Fed to dryer  
Entrada a la secadora



Drying process  
Proceso de secado



Dried product out of dryer  
Salida del producto seco



### 5.3. Field tests

Figure 5 presents the yield results of multiple crops under 2 scenarios: 1) crops fertilised by the liquid fraction obtained through manure / digestate treatment process and 2) crops without fertilisation.

The results (kg/ha) show that all crops fertilised by the liquid fraction achieved higher yields, except in the case of Alfalfa to which digestate was applied through irrigation (175 kg N/ha). Rapeseed (37 kg N/ha), barley (37 kg N/ha), and sunflower (35 kg N/ha) were all treated with the liquid fraction.

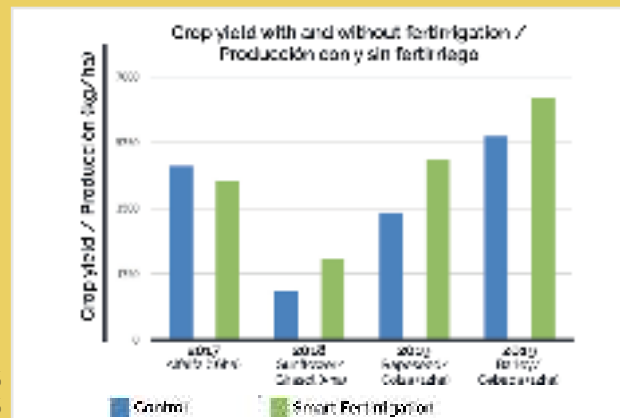


Figure 5  
Figure 5

### 5.4 Basic Conditions needed to build this circular system

1. Farmers facing limited land or strict legislations regarding pig manure.
2. An agreement between ranchers and farmers to share costs related to processing and transport of the obtained liquid fraction. The agreement should involve no more than 6.000 pigs and should consider the differing needs of each associate. The integral pig manure / digestate processing system requires an investment of €250.000 which can be depreciated over 10 years. This cost involves only the liquid fraction treatment, the drying process will require further investment.
3. The system requires various installations for the process as well as a combined tractor, tank and pump in order to inject the liquid fraction into the local irrigation

network. The maximum distance between associated farms should be between 10 and 20 km, depending on the type of crop and the fertilisation needs of the farm.

4. The farm must contain a covered basin to store the obtained liquid fraction. If the system is immobile, the farm must also contain a place to store the solid fraction.
5. Alternatively, for a group of farms located closely to one another, a mobile system can be established in order to provide a rotating treatment service between all associated farms. In this case, the mobile system can collect the solid fractions obtained and transport them to a centralised anaerobic digestion or drying plant.
6. Application of fertilisers through irrigation takes place between May-October (in the county of Almazán). This scenario is compatible with basal dressing fertilisation methods, and is complementary to top-dressing methods which use untreated pig manure. Manure generated in winter can be stored or treated and stored for use in the irrigation cycle at the end of spring.

### 5.3 Resultados de los ensayos de campo

La figura 5 presenta los resultados de producción de diferentes cultivos usando como fertilizante de cobertera la fracción líquida proveniente del tratamiento del purín / digestato vs parcelas control cultivadas sin fertilización.

Los resultados de producción (kg/ha) muestran que en todos los casos hubo una mayor producción para los cultivos regados con el fertilizante líquido proveniente de la fracción líquida obtenida, salvo en el caso de la alfalfa cuando se aplicó digestato con una dosis equivalente a 175 kg N/ha. En el caso de colza, cebada y girasol se regó con la fracción líquida obtenida del purín, para los dos primeros con una dosificación de 37 kg N/ha, y para el último con 35 kg N/ha.

### 5.4 Condiciones básicas para la replicación del sistema circular

1. Necesidad de reducción de la base territorial asociada a la aplicación del purín como fertilizante orgánico debido a la legislación vigente y a la falta de superficie de cultivo en áreas con una elevada concentración ganadera
2. Explotaciones ganaderas y plantas de biogás ligadas a una superficie agrícola mediante acuerdos con agricultores para la aplicación de la fracción líquida transformada del purín / digestato del cerdo considerando una distancia máxima para su transporte entre 10 y 20 km en función del tipo de cultivo y sus necesidades de fertilización en cobertera
3. Producción mínima anual de purín asociada a explotaciones de reproductoras de al menos 2.500 plazas y de cerdos de cebo de al menos 7.000 plazas para una amortización en 10 años ligada a una inversión de aprox. 250.000 € en el sistema de tratamiento de la fracción líquida. Alternativamente a la implantación en una única granja de dicho tamaño mínimo, existe la opción de agrupar un

conjunto de granjas más pequeñas y cercanas, estableciendo un centro de tratamiento de purines común o un sistema móvil capaz de atender a la transformación de la fracción líquida de los purines de cada una de ellas.

4. El sistema de tratamiento integral requiere, además de los equipos instalados en la granja o planta de biogás, de una balsa cerrada para almacenamiento de la fracción líquida transformada y de un sistema de distribución a la red de riego de los cultivos mediante tuberías y equipos de bombeo o mediante la externalización de un tractor con cisterna y equipo de bombeo

5. La transformación de la fracción sólida mediante secado en la granja o planta de biogás requiere un volumen significativo de purín / digestato producido al año para que la amortización de la inversión en los equipos de secado sea viable, y adicionalmente se requerirá un estercolero para el almacenamiento de la fracción sólida transformada. Alternativamente se ha demostrado la viabilidad de la recogida de las fracciones sólidas generadas en diferentes granjas y su transporte a una estación de secado externa para su transformación

6. La fertirrigación con la fracción líquida transformada del purín durante los meses de fertilización de cobertera (Mayo-Octubre) para los cultivos rotacionales testados en la comarca de Almazán (Soria) es compatible con la aplicación del purín no transformado en el abonado de fondo previo a la siembra. La capacidad de almacenamiento de las balsas de purín de las granjas puede ser reducida gracias a su transformación y aplicación durante todo el año en los cultivos

## 6. Environmental impact

### Carbon Footprint

Figure 6 presents the carbon footprint (kg CO<sub>2</sub> eq.) that can be avoided by substituting the use of mineral fertilisers in multiple crops.

By applying the liquid fraction to the 75 ha cultivated and fertilised in this project, we avoided 14,702 kg CO<sub>2</sub> eq. of GHG emissions.

### Resource impact

Figure 7 presents the Resource use (mineral extraction and non-renewable energy consumption) in micropoints for each type of fertiliser analysed. Clearly, the mineral fertiliser uses the most amount of resources, and the digestate the least.

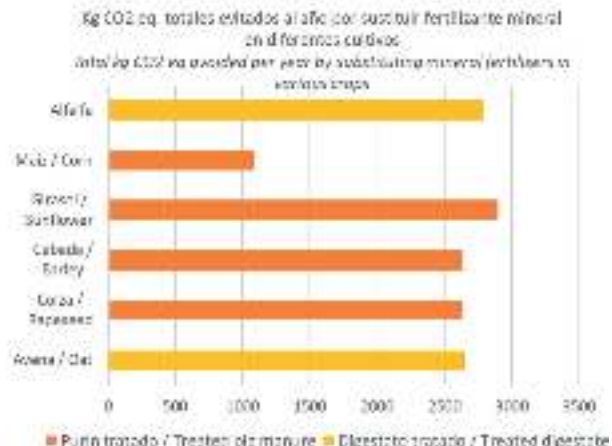


Figure 6 / Figura 6

## 6. Impacto ambiental

### Huella de carbono

La figura 6 representa la reducción de la huella de carbono por medio de los kg CO<sub>2</sub> eq evitados al año por sustituir el uso de fertilizante mineral en los diferentes cultivos ensayados en el proyecto.

En las 75 ha plantadas y fertilizadas con la fracción líquida obtenida hemos evitado que se liberen aproximadamente 14.702 kg CO<sub>2</sub> eq.

### Impacto de recursos

La figura 7 representa el impacto de recursos energéticos no renovables y la extracción de minerales en una escala de micropuntos (proviene del análisis de ciclo de vida) por cada tipo de fertilizante analizado. Siendo evidentemente más negativo el fertilizante mineral y en menor nivel de impacto el proveniente del digestato.

Impacto de Recursos en micropuntos por 4 fertilizantes  
Resource impact in micropoints for 4 fertilisers

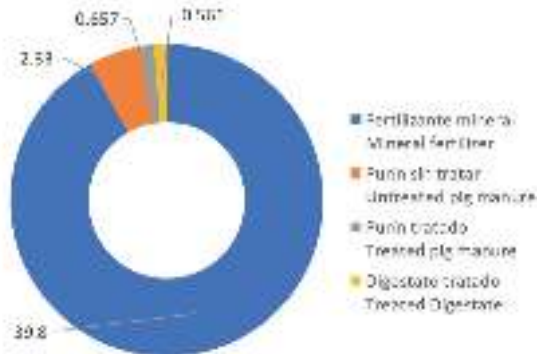
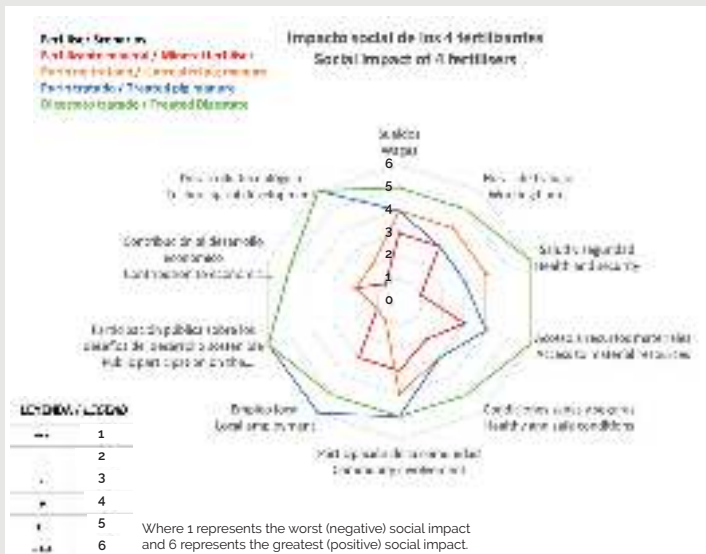


Figure 7  
Figura 7

## 7. Socio - Economic analysis

When comparing the 4 fertilisation scenarios, the scenarios using Digestate (green) and Treated manure (blue) have the most positive social impact. The scenario demonstrated through this LIFE project – Treated manure & digestate together allows for greater public participation about the challenges of sustainable development, further development of the technologies demonstrated, an increase in local jobs, and reduced visual and olfactory impacts.

Figure 8 / Figura 8



## 7. Análisis socio-económico

La figura 8 representa el impacto socio-económico de la implantación del sistema integral de procesamiento de purines / digestato de cerdo. El impacto social se representa en una escala de 1 a 6, donde 1 representa el peor impacto social (negativo) y 6 representa el mayor impacto social (positivo). Los datos provienen del análisis de ciclo de vida al comparar los 4 escenarios de fertilización. El digestato tratado (verde) y purin tratado (azul) tienen el impacto social más positivo.

El análisis refleja que el sistema integral de tratamiento del purin / digestato de cerdo permite una mayor participación pública sobre los desafíos del desarrollo sostenible, un mayor desarrollo de las tecnologías demostradas, un aumento en los empleos locales y la reducción de los impactos negativos visuales y olfativos.

## 8. Dissemination

Communication and dissemination activities generated the following impact:

- Reach of at least 12.000 people across the EU
- Exchanges with experts from more than 5 countries
- Presentations and conferences regarding topics such as: Wastewater Management and Pig Manure Treatment
- A Technical Seminar to which over 30 farmers and agricultural technicians attended
- Participation in international Trade Fairs (IFAT, Aqua Nederland, SMAGUA), where they displayed the FUZZY FILTER technology
- Recognition by Spanish press more than 36 times
- Preparation of awareness-raising events, most notably COPISO's 50th anniversary (>1,400 attendees), and a visit from the Director General for Rural Development – Begoña Nieto
- Creation and publication of videos on the project activities
- Meetings and contacts made with more than 34 other LIFE projects





## 8. Difusión y comunicación

Las actividades de comunicación y difusión generaron el siguiente impacto:

- Difusión de resultados entre al menos 12.000 personas en toda la UE
- Trabajos en red con expertos de más de 5 países
- Participación en eventos y conferencias sobre temas de: gestión de aguas residuales y tratamiento de purines
- Organización de un seminario técnico al que asistieron más de 30 agricultores y técnicos agrícolas
- Participación de activa en ferias internacionales (IFAT, Aqua Nederland, SMAGUA), donde mostraron la tecnología fuzzy filter
- Reconocimiento por la prensa española en más de 36 publicaciones
- Organización de eventos de sensibilización local, teniendo especialmente un gran éxito en la celebración del 50 aniversario de COPISO (>1.400 asistentes), y una visita de la Directora General de Desarrollo Rural Español
- Creación y publicación de videos sobre las actividades del proyecto
- Reuniones y contactos realizados con más de otros 34 proyectos LIFE

## 9. Conclusions

- Obtained liquid fertilisers through the integral manure / digestate treatment system which have proven to be suitable, sustainable replacements for inorganic fertilisers
- Successfully substituted inorganic fertilisers in the project area with the organic fertilisers produced in the project
- Prevented CO<sub>2</sub> emissions thanks to the afore-mentioned substitution
- Reduced both phosphorus and nitrogen in pig manure as a result of the new phytase enzymes
- Achieved savings in energy and chemical use through biological treatment of ammonia in the gas stream from the process of drying the solid fraction
- Designed a new functional application for the Fuzzy Filter technology
- Decreased the organic load in wastewater from pig manure, preserving the nutrients, and creating savings on energy and costs





## 9. Conclusiones

- Los fertilizantes líquidos obtenidos a partir del sistema integral de tratamiento del purín / digestato de cerdo pueden reemplazar a los fertilizantes inorgánicos del mercado con un claro beneficio medioambiental
- Sustitución exitosa de la fertilización mineral por el uso de los fertilizantes orgánicos generados en las áreas del proyecto.
- Prevención de emisiones de CO<sub>2</sub> gracias a la sustitución de fertilizantes minerales por fertilizantes orgánicos
- Reducción no sólo del contenido en fósforo del purín de cerdo a transformar gracias al uso de fitasas de última generación, sino también del porcentaje de nitrógeno excretado
- Ahorro en el uso de energía y de tratamientos químicos a través del sistema de secado sostenible de la fracción sólida del purín
- Diseño de una nueva aplicación innovadora de la tecnología Fuzzy Filter en la filtración final de la fracción líquida del purín / digestato de cerdo destinada al riego por goteo
- Reducción de la carga contaminante de la fracción líquida del purín / digestato de cerdo, recuperando sus componentes orgánicos útiles y reduciendo los costes y consumos energéticos de su transformación mediante tecnologías alternativas

# LIFE SMART FERTIRRIGATION



LIFE is the EU's financial instrument supporting environmental and nature conservation projects throughout the EU as well as in some candidates, acceding and neighbouring countries. Since 1992, LIFE has co-financed some 4,600 projects, contributing approximately 6 billion euros to the protection of the environment. <http://ec.europa.eu/environment/life/>

LIFE es el instrumento financiero de la UE que apoya Proyecto medioambientales, de conservación de la naturaleza y el clima de toda la UE. Desde 1992, LIFE ha cofinanciado más de 4.600 Proyectos en la UE contribuyendo a la protección del medio ambiente y el clima con más de 6 billones de euros. <http://ec.europa.eu/environment/life/>

## **LIFE 14/ENV/ES/000640 SMART FERTIRRIGATION**

Integrated pig manure digestate processing for direct injection of organic liquid into irrigation systems

This Project is co-financed by the European Union through the LIFE Programme

Total budget: €2,628,126  
EU contribution: €1,491,973  
Duration: 01/09/2015 – 31/12/2019

### **Contact:**

<http://smartfertirrigation.eu/en/projects@transferconsultancy.com>

## **LIFE14/ENV/ES/000640 LIFE SMART FERTIRRIGATION**

Procesamiento integrado del digestato de purines de cerdo para la inyección directa en los sistemas de riego como fertilizante líquido orgánico

Proyecto cofinanciado por la Unión Europea a través del programa LIFE

Presupuesto: €2,628,126  
Contribución de la UE: €1,491,973  
Duración: 01/09/2015 – 31/12/2019

### **Contacto:**

<http://smartfertirrigation.eu/projects@transferconsultancy.com>



**Project coordinator of the field trials** Coordinador del proyecto y ejecución de ensayos de campo



**Supplier of the solid fraction drying technology** Proveedor de la tecnología de secado de la fracción sólida



**Supplier of the liquid fraction filtering technology** Proveedor de la tecnología de filtrado de la fracción líquida



**Technical coordinator and supervisor of the assembly of the digestate and slurry treatment plant** Coordinador técnico y supervisor del montaje de la planta de tratamiento de digestato y purines



**Demonstration on experimental irrigated farms** Demostradores en fincas experimentales de regadío



**Coordinator of communication and dissemination of results** Coordinador de la comunicación y difusión de resultados



