

ESPOTFER: INTEGRACIÓ DEL TRACTAMENT BIOLÒGIC DE NITRIFICACIÓ-DESNITRIFICACIÓ AMB LA RECUPERACIÓ DE FÒSFOR, POTASSI I NITROGEN EN FORMA D'ESTRUVITA POTÀSSICA I ESTRUVITA AMÒNICA, COM A FERTILITZANT EN EL TRACTAMENT DE PURINS DE PORC

Juny 2023

Fitxa inicial

RESUM

La implementació d'estratègies innovadores per al tractament de dejeccions ramaderes, basades en la recuperació de nutrients (N-P-K), ofereix noves oportunitats en el marc de l'economia circular, la fertilització i la bioeconomia. El projecte ESPOTFER pretén avançar en la transferència de coneixement i demostració (validació a TLR-5) d'un nou procés de precipitació d'una sal fosfòrica poc considerada fins ara com és la *K-estruvita* ($MgKPO_4$). El procés s'aplicarà a continuació d'un sistema de nitrificació-desnitrificació (NDN) tractant purins de porc, tant al fang purgat com a l'efluent líquid. El material recuperat es podrà comercialitzar com a fertilitzant. Així mateix, també es pretén assajar la precipitació d'*estruvita* ($MgNH_4PO_4$). Les proves de validació es faran en una explotació porcina amb sistema NDN a la comarca d'Osona. El pla de treball inclou una anàlisi de la sostenibilitat de la tecnologia.

01. Objectius

- Validar a TRL-5 el procés de precipitació de $MgKPO_4$ i $MgNH_4PO_4$ per a la recuperació de nutrients (N-P-K) de purins de porc.
- Recuperar $MgKPO_4$ a partir dels fangs biològics purgats en un tractament NDN de la fracció líquida de purins de porc.
- Recuperar $MgKPO_4$ a partir de l'efluent líquid desnitrificat assolint una elevada eficiència de recuperació del K (>50%). Es considera un escenari de comercialització de material recuperat, i per tant, es planteja dosificar una font externa de Mg i P (es valorarà l'ús de subproductes).
- Recuperar $MgNH_4PO_4$, fet que comporta la recuperació simultània de N i P.
- Dur a terme una valoració econòmica i ambiental preliminar del procés de precipitació, amb vista a la seva futura implantació a escala real.

02. Descripció de les actuacions

Aquest projecte suposa la continuació dels treballs iniciats amb el Grup Operatiu K-EcoFertilizer (56.21.024.2019 5C). La recuperació de sals fosfòriques s'ha efectuat en el marc d'una explotació porcina ubicada a la comarca d'Osona. La composició de les fraccions a tractar determina el procés de recuperació aplicat. A mode d'exemple, la fracció líquida dels purins presenta una composició típica de 2,8 g NT/L, 0,6 g PT/L i 1,7 g KT/L, l'efluent desnitrificat d'aproximadament 0,14 g P- PO_4 /L amb una relació molar Mg:K:P d'1,4:9,5:1 (~0 g N- NH_4^+ /L) i els fangs purgats d'aproximadament 1 g PT/L amb una relació molar Mg:K:P de 0,7:1,2:1.

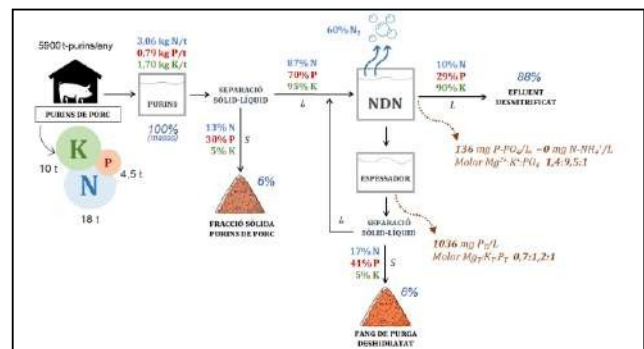


Figura 1. Balanç de nutrients a l'explotació porcina on s'estudia la precipitació de *K-estruvita*.

- Recuperació de $MgKPO_4$ a partir de l'efluent líquid desnitrificat

P com a element limitant. Els elements Mg-K-P han de combinar-se de manera equimolar, però l'efluent desnitrificat presenta una composició molt desajustada (6,0 mM Mg^{2+} , 42,1 mM K^+ i 4,4 mM P- PO_4). Al considerar al P com a element limitant, es prioritza la recuperació de P respecte al K, descartant la seva aportació com a reactiu extern. En aquest context, la reacció de precipitació mitjançant l'addició de sosa ha de manejar-se d'acord amb el contingut original de P de l'efluent desnitrificat essent d'esperar baixes eficiències de recuperació del K (valors màxims del 10% a pH 11,5). L'addició de Mg no resulta necessària segons la relació molar existent.

K com a element limitant. Per assolir una eficiència de recuperació del K elevada serà necessària l'aportació externa de quantitats importants de Mg i P. Una estratègia interessant per a afegir aquests elements de forma simultània és fer-ho en forma de partícules sòlides de newberyïta ($MgHPO_4 \cdot 3H_2O$), mineral que pot ser sintetitzat amb òxid de magnesi (MgO) i àcid fosfòric (H_3PO_4).

La newberyïta és un material segur, més fàcil de manejar que la dosificació directa dels reactius implicats en la seva síntesi. En cas d'aplicar la dosi adequada la recuperació de K pot assolir valors >50% mentre que les concentracions de Mg i P a l'efluent desnitrificat de sortida romandran per sota dels valors originals.

- Recuperació de $MgKPO_4$ a partir del fang biològic purgat

La concentració de P en el fang és un ordre de magnitud superior a la de l'efluent desnitrificat, però que, en aquest cas, el P es troba principalment associat als sòlids ($24,1 \text{ mM Mg}_T$, $39,3 \text{ mM K}_T$ i $33,4 \text{ mM P}_T$). Així doncs, serà necessari un pretractament que permeti la solubilització del Mg i el P, principals ions que participen en el procés de precipitació. Molècules com l'àcid etilendiaminotetraacètic (EDTA) o l'àcid oxàlic permeten l'acidificació del medi a la vegada que el segrest del Ca impossibilitant així la formació de fosfat de calci. Unavegada separada la fase líquida, un augment del pH amb sosa permetrà recuperar quantitats significatives de K, assolint percentatges del 25- 40%. Com que la solubilització del Mg i el P del fang, tot i ser significativa, no permet arribar a una relació equimolar entre els ions que participen en la reacció de precipitació, l'addició de partícules de newberyïta permetria assolir eficiències de recuperació de K més elevades.

- Recuperació de $MgNH_4PO_4$ a partir de la fracció líquida dels purins

L'efluent desnitrificat conté una quantitat significativa de P ortofosfòric que pot ser precipitat en forma d'*estruvita* si s'augmenta el pH a valors de 8,5-9. La condició necessària és que aquest efluent contingui certa quantitat d'amoni per tal que pugui garantir-se una ràtio molar Mg:N:P d' 1:1:1.



Foto 1. Vista de la planta pilot per a la precipitació de K-estruvita (Foto: Albert Magrí).

03. Impacte sectorial i/o territorial

- **Impacte en el sector porcí català:** El projecte contribuirà a incrementar la competitivitat d'explotacions porcínes catalanes, ja que pretén millorar la sostenibilitat del procés productiu. Incentivar la recuperació de nutrients de les dejeccions ramaderes pot contribuir a reduir les emissions contaminants associades a aquestes explotacions, alhora que fomentar solucions basades en l'economia circular i la bioeconomia. La proposta de recuperar part del N en lloc d'eliminar-lo mitjançant el tractament NDN suposa un canvi de paradigma.

- **Impacte en el sector agrari:** Habitualment, l'aplicació al sòl de les dejeccions es fa d'acord amb el criteri N. Ara bé, si aquest criteri es manté per a l'aplicació dels efluentes NDN, allarg termini pot comportar desequilibris importants en l'aportació relativa de nutrients, i la consegüent acumulació de K o P al sòl, o bé, problemes de percolació i lixiviació d'aquests nutrients. Una potencial recuperació de K i P via precipitació química pot ajudar al maneig d'aquests efluentes.

Referències

Company, E., Farrés, M., Colprim, J., Magrí, A. (2022). Exploring the recovery of potassium-rich struvite after a nitrification-denitrification process in pig slurry treatment. *Science of the Total Environment* 847: 157574.

CENTRE DE RECERCA



Nom: Laboratori d'Enginyeria Química i Ambiental (LEQUIA). Universitat de Girona (UdG).

Web: <https://lequia.udg.edu/ca/>

Dades de contacte: LEQUIA, Institut de Medi Ambient, Universitat de Girona, Campus Montilivi, Carrer Maria Aurèlia Capmany 69, 17003 Girona.

PRESSUPOST

Pressupost total de l'activitat: 50.000,00 €

Contribució de la UE al pressupost (43% del pressupost total): 21.500,00 €

DIFUSIÓ DE L'ACTIVITAT

Company, E., Dessì, E., Magrí, A., Pous, N., Puig, S., Colprim, J. (2023). K-struvite and struvite recovery from a denitrified swine manure effluent using electrochemical cell. *EU-ISMET, 6th European Meeting of the International Society for Microbial Electrochemistry and Technology*. 6-8 September. Wageningen (Netherlands). **(pòster)**

Company, E., Farrès, M., Colprim, J., Magrí, A. (2023). Recovery of K-rich struvite after biological nitrogen removal. *6th IWA International Conference on eco-Technologies for Wastewater Treatment*. 26-29 June. Girona. **(comunicació oral)**

Company, E., Farrès, M., Colprim, J., Magrí, A. (2022). Recovery of K-rich struvite from swine manure after biological nitrogen removal. *Congreso YWP Spain 2022*. 16-19 November. Valencia. **(comunicació oral)**

Company, E., Farrès, M., Magrí, A., Colprim, J. (2023). Recovery of K-rich struvite from the waste sludge produced in a biological nitrogen removal unit treating swine manure. *VII Jornades de Investigadors Predoctorals de la UdG*. 12-15 Juny. Girona. **(comunicació oral)**

Dessì, E., Company, E., Milia, S., Carucci, A., Magrí, A., Colprim, J. (2023). Reagent-free phosphorus recovery from a swine denitrified effluent in an electrochemical batch system. *EU-ISMET, 6th European Meeting of the International Society for Microbial Electrochemistry and Technology*. 6-8 September. Wageningen (Netherlands). **(comunicació oral)**

LEQUIA (2022). Desenvolupament d'un nou procés de recuperació d'estruvita potàssica utilitzable com a fertilitzant amb aplicació al tractament de purins de porc. *1r Congrés de Bioeconomia, Innovació i Tecnologia (BIT)*. 29-30 Setembre. Lleida. **(pòster)**

Magrí, A., Company, E., Farrès, M., Colprim, J. (2023). Recuperación de estruvita potásica en el tratamiento de purines de cerdo. *Retema – Revista Técnica de Medio Ambiente* 248: 156-160. **(article de divulgació)**

Amb el finançament de:



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural**



**Fons Europeu Agrícola
de Desenvolupament Rural:**
Europa inverteix en les zones rurals

Activitat finançada a través de l'operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2022



Fons Europeu Agrícola
de Desenvolupament Rural:
Europa inverteix en les zones rurals

P 03



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural**



xarxa-i.cat
Xarxa d'Innovació agroalimentària
i rural de Catalunya

