



DEMOSTRACIÓ DE LA VIABILITAT I DE L'EFICIÈNCIA DE L'OSMOSI INVERSA VIBRANT PEL TRACTAMENT DE PURINS, OBTENCIÓ DE CONCENTRAT RICS EN NUTRIENTS I AIGUA DEPURADA D'ELEVADA QUALITAT. VALORACIÓ DELS CONCENTRATS COM A FERTILITZANTS LÍQUIDS I AVALUACIÓ DE LA POSSIBLE REUTILITZACIÓ D'AIGUA NETA

SETEMBRE 2020

RESUM

En tota la cadena de valor del sector ramader es generen una ampla gama de residus líquids difícils de gestionar tant (i) per la seva composició (elevada càrrega orgànica, concentració de sals i nutrients, etc.) com (ii) per el seu volum (grans volums a baixes concentracions). Entre els efluents més importants en destaquen les dejeccions ramaderes (purins) generades a les granges les quals es caracteritzen per el seu elevat contingut en aigua (85-95%) i de nutrients (principalment fòsfor i nitrogen).

Tot i que la seva aplicació al sòl els converteix en bons fertilitzants, ens trobem davant un escenari on les dejeccions ramaderes han augmentat significativament mentre que la superfície d'aplicació d'aquestes ha disminuït, donant lloc a un desequilibri entre generació i aplicació i generant problemàtiques associades a les contaminacions de les aigües subterrànies per nitrats. A més, l'elevat contingut d'aigua de les dejeccions ramaderes dificulta el seu transport donat els alts costos associats. Això demostra la gran necessitat de cercar tecnologies eficients capaces de fer viable econòmicament el tractament de purins i la possibilitat d'exportar els excedents generats cap a àrees deficitàries de nutrients o amb risc de desertització.

Els processos de membranes convencionals emprats per al tractament de purins es troben limitats sobretot per problemes d'embrutiment donat l'alt contingut de matèria en suspensió present en els efluents a tractar. Aquest embrutiment provoca la pèrdua d'eficiència del sistema així com el requeriment de neteges més freqüents. La nova tecnologia basada en osmosi inversa vibrant (VSEP) es caracteritza per ser un sistema de membranes d'osmosi inversa altament resistent a l'embrutiment, gràcies a un procés vibratori únic al mercat que fa que la tecnologia no necessiti pre-tractament físic ni químic previ a l'etapa de membranes, oferint una separació eficient i precisa en un sol pas de tractament.

Els resultats obtinguts en el marc d'aquest projecte demostratiu permeten presentar la tecnologia VSEP com una alternativa a les tecnologies actualment disponibles en el mercat per la gestió de purins i amb un alt potencial per ser aplicada en el tractament d'altres residus líquids generats en el sector ramader i agroalimentari.

01. Objectius

Els objectius principals d'aquest projecte són:

- Demostrar i validar el rendiment de la tecnologia d'osmosi inversa vibrant (VSEP) per el tractament de la fracció líquida dels purins amb la finalitat de reduir els seus costos de gestió.
- Avaluar l'eficiència del concentrat generat com a possible bio-fertilitzant i valorar els possibles usos de l'aigua neta obtinguda (permeat).
- Desenvolupar un pla de transferència que permeti distribuir la informació de manera efectiva al sector ramader.

02. Descripció de les actuacions realitzades

El pla de treball i desenvolupament de les activitats s'estructuren en dues activitats principals:

Activitat 1. Demostració i validació de la tecnologia d'osmosi inversa vibrant.

Validar l'eficiència de la tecnologia VSEP (desenvolupada i patentada per New Logic Research; EUA) per mitjà de la instal·lació d'una planta pilot a les instal·lacions de Selecció Deseuras S.L.

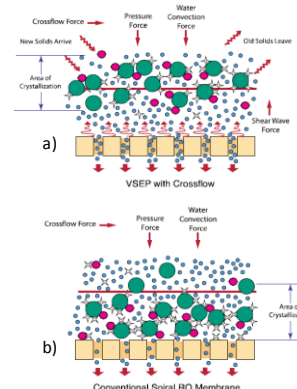


Figura 1. Comparació de les membranes VSEP (a) amb la configuració en espiral habitual (b).

Per tal de validar el procés de membranes, dos efluents procedents del sector ramader han estat avaluats: i) fracció líquida (FL) de purí de porc obtingut en un separador sòlid-líquid i, ii) digestat (D) obtingut durant la co-digestió anaeròbia de purí de porc i llots d'escorxadors.

1.1. Demostració de la viabilitat de tractament de purins de porcí.

La planta a escala pilot VSEP ha estat operada a diverses condicions per demostrar la eficiència de la tecnologia proposada per a la concentració de nutrients i recuperació d'aigua neta. Aquesta etapa ha inclòs diversos mostrejos i analítiques dels diferents corrents generats durant el procés de tractament amb la tecnologia VSEP:

1.2. Avaluació de la possibilitat de valorització dels productes finals obtinguts.

Validar l'ús dels productes finals obtinguts per la tecnologia VSEP. Aquesta etapa ha inclòs la realització de test d'inhibició i de pot-test per comprovar l'eficiència del concentrat com a sub-producte amb un valor afegit (biofertilitzant) i avaluar els possibles usos de l'aigua neta obtinguda a final de procés.

1.3. Validació tecno-econòmica de la nova tecnologia

Validar tant a nivell tècnic com econòmic el procés proposat per al tractament de purins.

Activitat 2. Pla de transferència, comunicació i difusió dels resultats.

Comunicar i difondre els resultats del projecte a tots els grups/sectors d'interès. Generar un pla de transferència que permeti l'aplicació d'aquesta tecnologia en tots ells.

03. Resultats

3.1 Demostració i validació de la tecnologia d'osmosi inversa vibrant



A la Taula 1 es presenta la caracterització físico-química de la fracció líquida de purí i els productes obtinguts (permeat i concentrat) mitjançant la tecnologia VSEP. L'aplicació de la tecnologia VSEP per el tractament de fracció líquida de purí mostra una alta reproductibilitat en els 3 experiments realitzats. Durant els experiments, la recuperació d'aigua tractada es manté al voltant del 77%. Els alts índex de rebuig observats per nitrogen, fòsfor i potassi, permeten obtenir un permeat d'alta qualitat amb un baix contingut de sòlids totals i nutrients. El

concentrat obtingut es caracteritza per un alt contingut en nutrients (NPK) i nivells de coure i zinc per sota dels valors màxims admissibles d'acord amb la normativa vigent, de manera que aquest producte mostra un alt potencial per ser valoritzat com a biofertilitzant.

Durant el tractament del digestat (Taula 2), la tecnologia VSEP presenta una alta eficiència per a la recuperació d'aigua tractada (66,5%). Com en el cas de la fracció líquida, el índex de rebuig detectats per NPK, permeten l'obtenció d'una aigua tractada d'alta qualitat i un concentrat amb un alt potencial agronòmic.



Taula 1. Caracterització físico-química de la fracció líquida de purí i els productes obtinguts (permeat i concentrat) mitjançant la tecnologia VSEP

	FRACCIÓ LÍQUIDA	PERMEAT VSEP	CONCENTRAT VSEP
CE (ms/cm)	17,1 ± 0,5	2,6 ± 0,5	40 ± 0,2
ST (%)	2,7 ± 1,0	< 0,01 ± 0	6,6 ± 0,4
N total (g/L)	3,1 ± 0,5	0,47 ± 0,09	8,2 ± 0,5
N-NH ₄ ⁺ (g/L)	2,4 ± 0,5	0,4 ± 0,1	6,07 ± 0,06
P (g/L)	1,04 ± 0,6	< 0,5 ± 0	1,6 ± 0,6
K (g/L)	2,4 ± 0,7	0,20 ± 0,01	5,8 ± 0,7

RECUPERACIÓ AIGUA TRACTADA	REDUCCIÓ CONTINGUT NUTRIENTS
76,9 % 	84,5 %  > 99,9 % 91,6 %

Taula 2. Caracterització físico-química del digestat i els productes obtinguts (permeat i concentrat) mitjançant la tecnologia VSEP

	DIGESTAT	PERMEAT VSEP	CONCENTRAT VSEP
CE (ms/cm)	28,77 ± 0,06	7 ± 1	48 ± 1
ST (%)	2,18 ± 0,03	< 0,01 ± 0	4,9 ± 0,6
N total (g/L)	6,16 ± 0,05	1,7 ± 0,2	13 ± 1
N-NH ₄ ⁺ (g/L)	4 ± 1	1,5 ± 0,5	9,7 ± 0,8
P (g/L)	0,36 ± 0,01	< 0,5 ± 0	0,84 ± 0,09
K (g/L)	18,9 ± 0,4	1,8 ± 0,1	23 ± 0,1

RECUPERACIÓ AIGUA TRACTADA	REDUCCIÓ CONTINGUT NUTRIENTS
66,5 % 	76,9 %  > 99,9 % 90,2 %

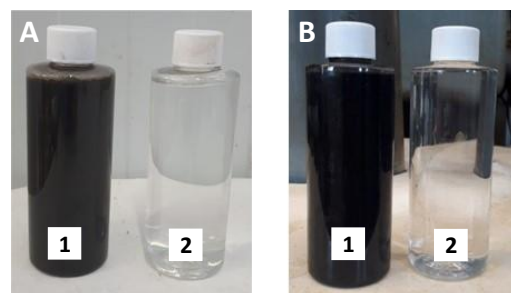


Foto 1. Mostres de fracció líquida de purí (A1) i digestat (B1) i els respectius permeats (A2 i B2) obtinguts per mitjà de la tecnologia VSEP.

3.2 Avaluació de la possibilitat de valoritzar els productes finals obtinguts (concentrat i permeat)

Per tal d'avaluar el potencial agronòmic del concentrat obtingut durant el tractament per VSEP dels dos residus, es porten a terme els test d'inhibició. En aquest cas es selecciona l'ordi i la colza com cultius de referència i es selecciona un ampli rang de dosis a testar per cada un dels residus.

Els resultats obtinguts en els test d'inhibició de la germinació mostren un major efecte inhibitori del concentrat de digestat enfront al concentrat de la fracció líquida, especialment en l'ordi. En aquest sentit, la inhibició de la germinació d'un 10% de les llavors d'ordi, es determina per una dosi aplicada de concentrat-D i concentrat-FL de 3,3% i 9,4%, respectivament, fet possiblement lligat a la alta salinitat del primer concentrat. Els test d'inhibició permet observar efectes significatius depenent el cultiu emprat en l'experiment. Així, l'ordi mostra una major resistència que la colza en l'aplicació dels dos tipus de concentrat.

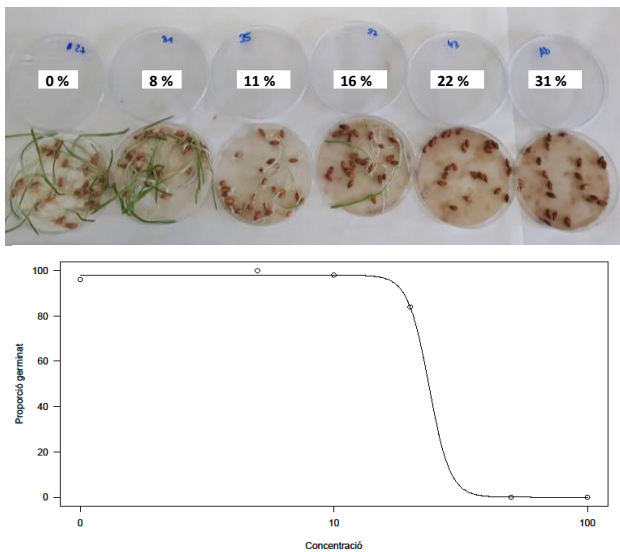


Figura 2. Proporción de llavors d'ordi germinades per a les diferents dosis de concentrat (% v/v) de la fracció líquida aplicades

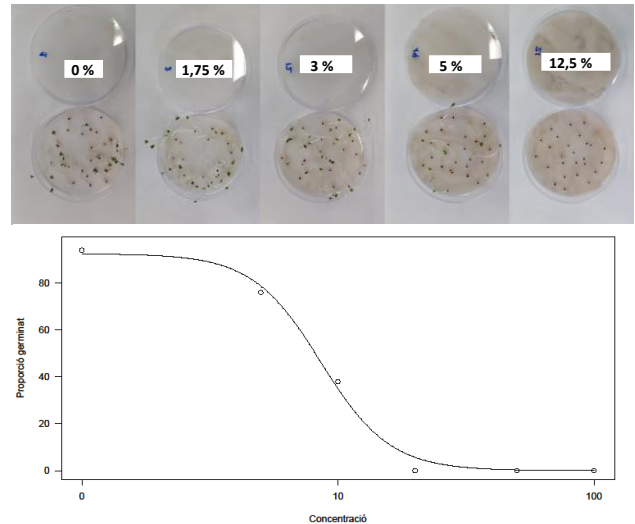


Figura 3. Proporción de llavors de colza germinades per a les diferents dosis (% v/v) de concentrat de la fracció líquida aplicades

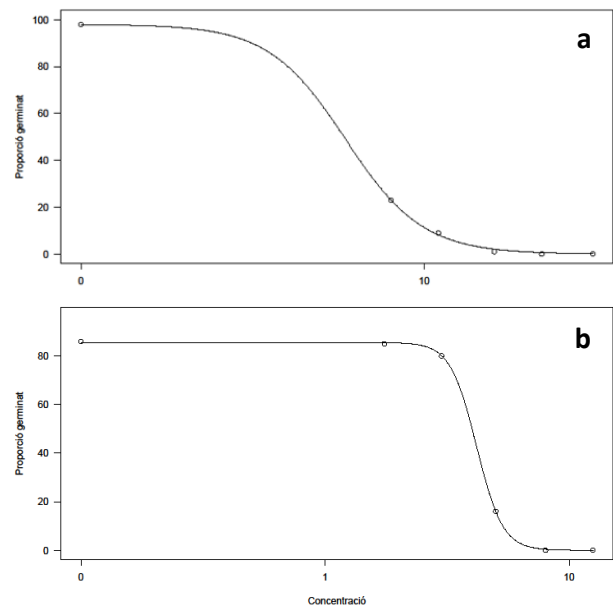


Figura 4. Proporción de llavors d'ordi (a) i de colza (b) germinades per a les diferents dosis (% v/v) de concentrat de digestat aplicades.

Per tal d'avaluar la influència de la dosi del producte aplicat sobre el creixement del cultiu per a cada un dels concentrats, s'han avaluat l'aplicació de 3 dosis diferents calculades en base al contingut de nitrogen (85, 170 i 340 Kg N/ha·any) per mitjà de la realització de pot-test (Fotografia 2).



Foto 2. Pot-test (dia 16)

A més, aquesta avaluació s'ha dut a terme utilitzant un control negatiu (aplicació d'aigua sense productes) i un control positiu (amb l'addició de fertilitzants inorgànics). Els resultats obtinguts es mostren a la Figura 5. Comparant els resultats durant l'aplicació dels diferents productes fertilitzants per a una mateixa dosis, s'observa que l'eficàcia del fertilitzant inorgànic és lleugerament superior als productes obtinguts amb la tecnologia VSEP. Aquest menor efecte agronòmic pot ser atribuït a una mineralització més lenta dels biofertilizants orgànics i/o a la possible inhibició del creixement del cultiu degut a l'elevada salinitat dels productes.

L'efecte de la dosi de fertilitzant aplicat sobre el creixement dels cultius sols es detecta en els pot-test realitzats amb el concentrat-FL, observant un descens significatiu en la fracció aèria del cultiu quan s'aplica la dosi de producte més alta (Figura 4).

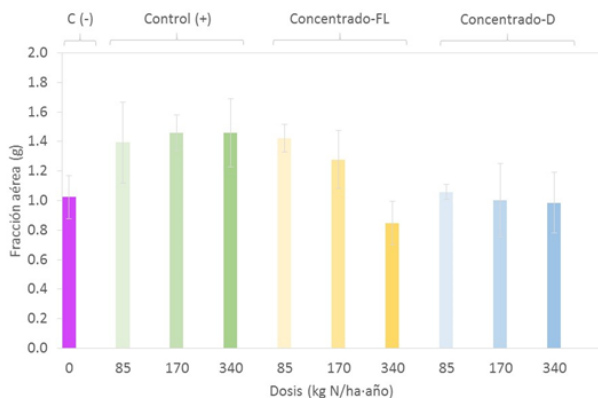


Figura 4. Pes de la biomassa de la part aèria dels cultius d'ordi al finalitzar els pot-test corresponents a l'aplicació dels diferents tipus de fertilitzants.

Tot i que en el desenvolupament del projecte no s'han analitzat patògens, les especificacions de les membranes d'osmosi inversa utilitzades (diàmetre inferior a 1nm) indiquen que el contingut en bacteries fecals com *E.coli* del permeats, hauria de ser nul·la donat que el diàmetre d'aquestes bacteries són de 0,5 µm. Considerant la caracterització físico-química dels permeats VSEP obtinguts, i la legislació RD1620/2007 sobre reutilització d'aigües depurades, l'aigua tractada recuperada podria ser reutilitzada en

les pròpies instal·lacions en tasques de neteja (neteja de camions).

3.3 Validació tecno-econòmica de la tecnologia VSEP

Per donar resposta a un dels objectius plantejats en el projecte, es va determinar la viabilitat tecno-econòmica de la tecnologia VSEP per al tractament de la fracció líquida de purí com del digestat a escala industrial. Els cabals de permeat obtinguts a escala pilot han permès estimar quins cabals podrien ser tractats a escala industrial. Així, en el cas del digestat i sota les mateixes condicions operacionals portades a terme a escala pilot, la tecnologia VSEP permetria tractar 20,6 m³/dia donant lloc a un cabal de permeat de 13,4 m³/dia. En el cas del tractament de la fracció líquida el mateix sistema VSEP permetria tractar 16,5 m³/dia donant lloc a un cabal de permeat de 12,65 m³/dia. Tenint en compte els cost capital i costos operacionals de la tecnologia VSEP, s'ha estimat el cost del tractament dels residus estudiats per sota dels 6 €/m³. Cal destacar que el cost estimat per la implementació de la tecnologia VSEP pot veure's significativament reduït incrementant el volum de residu a tractar (sistema VSEP té major capacitat que el plantejat) i optimitzant els cicles de neteja de les membranes (suposa un cost important en el sistema VSEP).

3.4 Pla de transferència, comunicació i difusió dels resultats

Donat que a Catalunya existeixen més de 20000 explotacions ramaderes, la demostració de l'eficàcia de la tecnologia VSEP es considera clau per al sector donat que la tecnologia presenta una alta fiabilitat i podria ser implementada no només en granges sinó en plantes de gestió de residus ramaders, suposant una reducció en els costos associats al transport de purins o altres sub-productes. Així, i d'acord amb el pla de divulgació i difusió establerts en la memòria del projecte, la difusió d'aquest projecte demostratiu s'ha realitzat a través de la pàgina web de la Universitat de Vic així com en les xarxes socials del Centre Tecnològic BETA. Cal destacar que amb la finalitat d'arribar al públic d'interès, es va dur a terme una jornada demostrativa de la tecnologia VSEP a les instal·lacions de la planta de tractament de residus Selecció Deseuras S.L. amb els objectius de i) presentar el projecte a ramaders, cooperatives i empreses interessades en la gestió de purins, ii) mostrar els resultats preliminars obtinguts i, iii) fer una demostració del funcionament de la tecnologia VSEP.

04. Àmbit d'aplicació

El principal sector d'interès del present projecte demostratiu és el sector ramader. Així mateix, serà una tecnologia altament atractiva tant per qualsevol granja o planta de gestió de residus on hagin de gestionar la problemàtica dels purins, com també en el tractament d'altres dejeccions ramaderes.

05. Conclusions i accions futures

Durant el desenvolupament d'aquest projecte s'ha demostrat i validat l'eficàcia de la tecnologia VSEP per al tractament de la fracció líquida de purí i del digestat. El sistema VSEP ha mostrat un alt rendiment per a la recuperació d'aigua tractada (63-77%) amb una alta qualitat, apte per ser reutilitzada, i per la obtenció de concentrats amb potencial per ser valoritzats en agricultura donat el seu alt contingut en nutrients.

L'avaluació agronòmica dels concentrats obtinguts amb la tecnologia VSEP, ha demostrat que el producte concentrat obtingut durant el tractament de la fracció líquida de purí té un alt valor agronòmic per a ser valoritzat com a biofertilitzant, mostrant

eficiències comparables a l'aplicació de un fertilitzant inorgànic a dosis inferiors als 170 Kg N/ha-any.

L'avaluació tècnico-econòmica permet validar la tecnologia com a una tecnologia competitiva enfront a altres opcions disponibles actualment al mercat per a la gestió de residus procedents del sector ramader.

Donada l'experiència adquirida en aquest projecte, en la vessant de la possible valorització dels sub-productes obtinguts, es preveu portar un estudi més profund i detallat de l'efecte d'aquests en les pràctiques d'aplicació com a biofertilizants, no només en el cultiu, sinó també en l'efecte als sòls.

Referències

<http://www.vsep.com/local/spanish/hog-manure-case-study-spanish.pdf>

<http://www.vsep.com/local/spanish/Estudio-de-Caso-Agua-Producida.pdf>

DADES DEL CENTRE DE RECERCA

NOM: Fundació Universitària Balmes

ADREÇA: Perot Rocaguinarda, 17, 08500 Vic (Barcelona)

WEB <https://mon.uvic.cat/ct-beta/>

DADES DE CONTACTE Laia Llenas (laia.llenas@uvic.cat)



PRESSUPOST

Pressupost total del projecte: 29.983,75 €

Contribució de la UE al pressupost: 12.893,01 €

DIFUSIÓ DEL PROJECTE

Jornada demostrativa de la tecnologia VSEP realitzada a Selecció Deseuras (Sant Bartomeu del grau) el dia 11 de desembre de 2019 (<https://mon.uvic.cat/udivulga/el-ct-beta-organitza-dues-jornades-tecniques-sobre-tractament-de-purins-aquest-desembre/>)

Difusió del projecte a la pàgina web de la Universitat de Vic

(https://www.uvic.cat/reerca/projectescompetitius_FEADER_563002420185C)

Amb el finançament de:



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Agricultura,
Ramaderia, Pesca i Alimentació**



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

Projecte finançat a través de l'operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2020.

Ref.: 024_2018