

Producció de biofertilitzants a partir de dejeccions ramaderes

August Bonmatí

Pro-Fem 2024

Vic, 16-17 de maig de 2024



Generalitat
de Catalunya

IRTA[®]



PRO-FEM

**Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural**



Oficina de fertilització i tractament
de dejeccions ramaderes



Índex

1. Bio-fertilitzants _ **BioBasede Fertilizers (BBF)**
2. de les *Depuradores* a les *Biorefineries*
3. Quins *BBF* i com s'obtenen
4. Tecnologies unitàries
5. Biorefineries. Com combinem tecnologies?
6. Conclusions

Bio-fertilitzant _ BioBasede Fertilizers (BBF)



Fertilitzant on el carboni orgànic (C-org) i els nutrients (N, P, etc.) només són d'origen biològic

- Reduir dependència actual dels fertilitzants inorgànics
- Reduir importació de fertilitzants (i.e. Fòsfor)
- Reduir impacte ambiental del desequilibri dels nutrients
- Un dels eixos centrals de l'Economia Circular

RENURE (REcovered Nitrogen from manURE)

Fertilitzants d'origen orgànic que compleixen amb uns nivells de mineralització de la matèria orgànica i del nitrogen que garanteixen un comportament i risc ambiental similar als fertilitzants minerals

Característiques dels Bio-fertilitzants



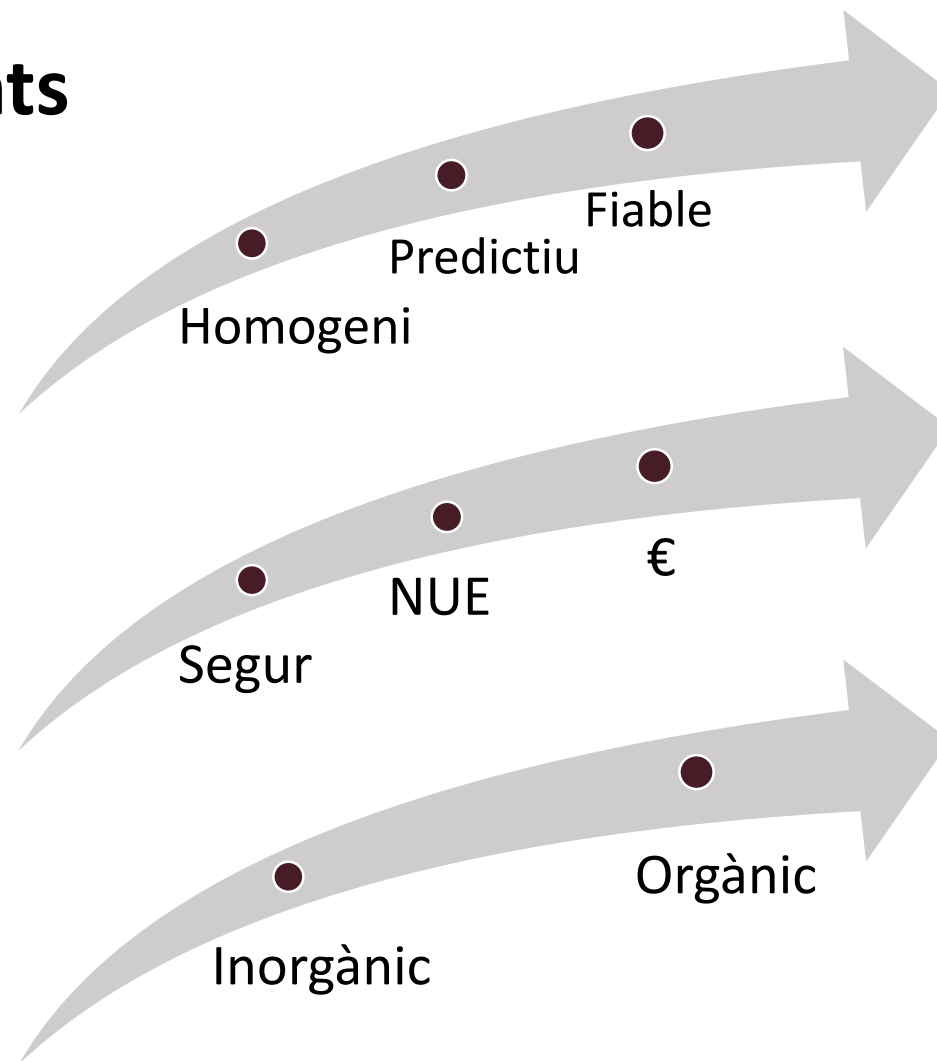
Homogenis, predictibles i fiables

Segurs (micro-biològicament, químicament, llavors)

Aporti nutrients d'acord amb el requeriment dels cultius

Alt eficiència en l'ús dels nutrients (NUE)

Cost efectius i fàcil d'aplicar



Corrents residuals com matèria prima dels bio-fertilitzants



Dejeccions ramaderes

$12 \cdot 10^6$ t/any



Residus agroalimentaris

$0,7 \cdot 10^6$ t/any
(altres orígens: $+0,3 \cdot 10^6$)



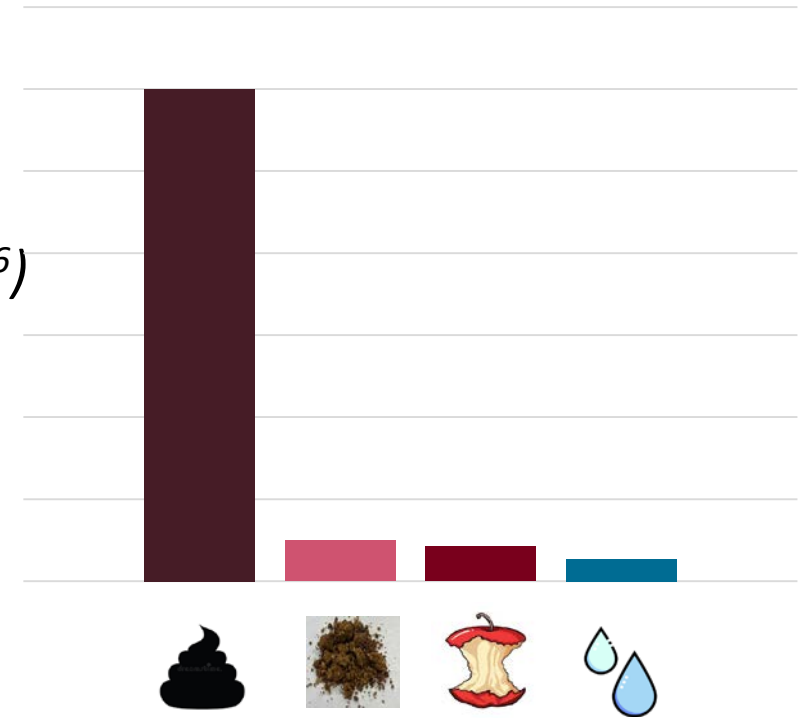
Fracció Orgànica dels RM

$0,42 \cdot 10^6$ t/any
(MOR: $+0,43 \cdot 10^6$)



Fang EDAR (Aigües residuals)

$0,54 \cdot 10^6$ t/any



Quins bio-fertilitzants?



1. Alt contingut en **matèria orgànica** → Composts, Digestats
2. Alt contingut en **nutrients** → Sals amoniacals, estruvita, cendres riques en fòsfor...
3. Nous productes amb **alt valor afegit** → Bio-estimulants, altres productes de fermentació...

Eines des de la recerca



Gran nombre de Projectes dedicats a l'obtenció i validació de bio-fertilitzants

Habitualment inclouen:

- mapatge/identificació de substrats/corrents residuals,
- desenvolupament de tecnologies
- avaluació (agrícola i ambiental) dels BioFertilizants
- anàlisi del mercat (barreres, costos, etc.)





Eines des de la recerca

Dues eines destacables

- ***Lighthouse demo sites*** → planta pilot amb objectiu demostratiu
- ***Living labs*** → Entorn d'experimentació on els usuaris (de tota la cadena de valor) poden **co-crear innovacions** que facilitarà el desenvolupament de nous productes i infraestructures adequades a les necessitats d'un territori específic.
 - ✓ implicació activa dels usuaris
 - ✓ entorn de la vida real
 - ✓ participació de múltiples parts interessades
 - ✓ enfocament multi mètode
 - ✓ co-creació.



de les depuradores a les biorefineries de corrent residual a matèria prima



Depuradores



Plantes Tractament



Biorefineria

conjunt d'operacions (tractaments) que tenen com a objectiu :

... **eliminar** els
contaminants de la
corrent residual

... **modificar** les
característiques de la
corrent residual per
valoritzar-lo

... **obtenir** múltiples
productes (energia,
bio-fertilizants, ...)
d'una **matèria prima**

Corrent / Residu / Substrat



**Dejeccions
Ramaderes**



**Residus
Agroalimentaris /
Resta collita**



**Fracció Orgànica de
Residus Municipals**



**Aigües residuals
urbanes i industrial
/ Fangs EDAR**

Procés aplicat

Precipitació fòsfor

***Stripping* Amoníac**

Filtració membranes

Evaporació/Assecatge

Pirolisi

Incineració

Compostatge

Digestió Anaeròbia

Sistemes Bioelectroquímics

Producció d' Algues

Fermentació Estat Sòlid

Productes



**Bio-fertilitzants
i altres**

Estruvita

Vivianita

K-estruvita

Sulfat Amònic

Nitrat Amònic

Cendres riques en P

Concentrat N&K

Biochar

Digestat

Compost

Bio-estimulants

Bio-pesticides

...

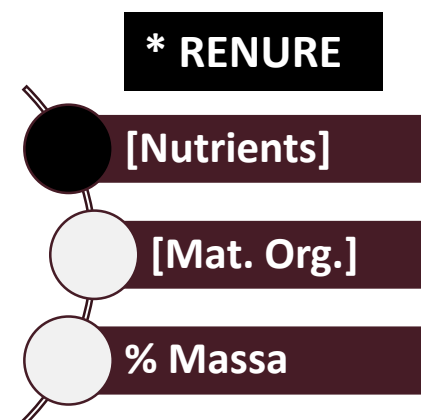


Tecnologies

Precipitació fòsfor

Recuperació de nitrogen i fòsfor en la forma d'una sal de magnesi nitrogen i fòsfor anomenada **estruvita** ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

- Factors de procés: pH , relació molar N/P/Mg, PO_4^{-3}
- Additius → Alcalí + Mg
- La qualitat/puresa de l'estruvita depèn del contingut de matèria orgànica del purí
- **Gestió efluent tractat amb menor contingut nutrients però major part de la massa !!!**



Vivianita
 $\text{Fe}^{2+}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

K-estruvita
 $\text{MgKPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$



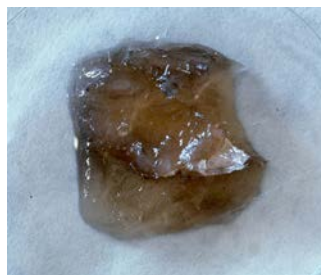
Tecnologies

Stripping Amoníac

Recuperació de l'amoniac contingut en una fase líquida, amb un flux d'aire a contracorrent (*stripping*) i la seva absorció en un solució àcida



- Factors de procés: pH, Temperatura, [Mat. Org.]
- Additius → Alcalí, Solució àcida
- La qualitat de la solució amoniacal depèn contingut Mat. Org.
- **Gestió efluent tractat (% elevat massa inicial) amb menor contingut de N i ric en P i K**



* RENURE

[Nutrients]

[Mat. Org.]

% Massa



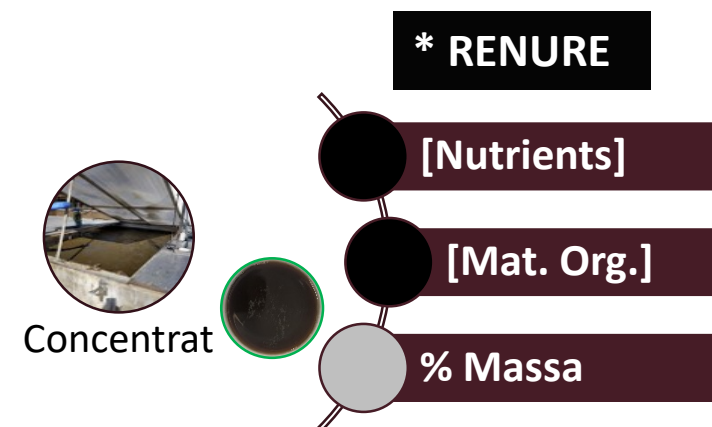
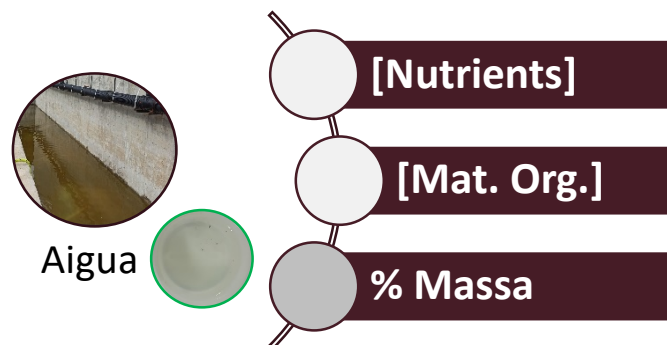
Tecnologies

Filtració membranes

Us de membranes de diferent mida de porus (MF, UF, OI) habitualment configurades de mode consecutiu, amb l'objectiu de separar partícules, col·loides, microorganismes i molècules dissoltes. S'obté un concentrat i una aigua més o menys neta en funció de la mida del porus.



- Factors de procés: Pressió, [Partícules], [Mat. Org.]
- Additius → Per neutralitzar (segons pH)
- La qualitat de l'**aigua regenerada** dependrà de les característiques del corrent residual, del tipus de membrana, paràmetres de procés.





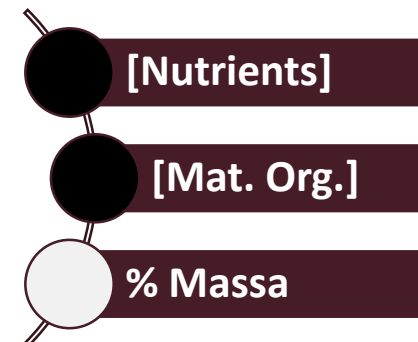
Tecnologies

Evaporació/Assecatge

Eliminació de l'aigua de les dejeccions aplicant calor i/o buit amb l'objectiu d'obtenir un producte sec.



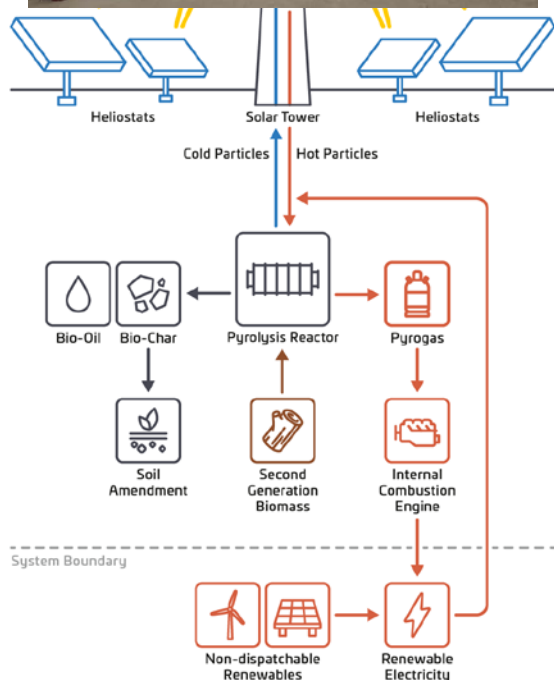
- Factors de procés: pH, Temperatura
- Additius → Solució àcida (control emissions NH_3)
- Procés molt intensiu en energia → **Assecat tèrmic**
- Alternativa menys intensiva → **Assecat solar**





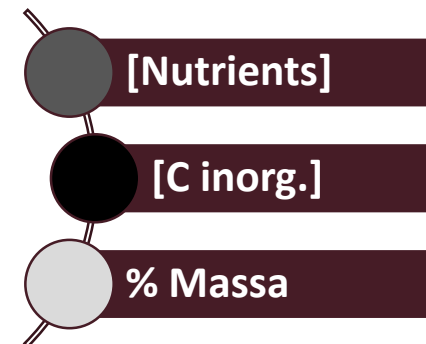
Tecnologies

Piròlisi



Descomposició termoquímica a alta temperatura en absència d'oxigen. S'obtenen tres corrents diferents: Syngas, Olis pirollenyosos i **Biochar**

- Factors de procés: Temperatura, Rampa T^a , $[O_2]$
- El **biochar** obtingut té característiques i es comporta molt diferent en funció de la matèria prima i dels paràmetres de procés.
- Ús com a *blending* amb compost i formular *soil improvers*





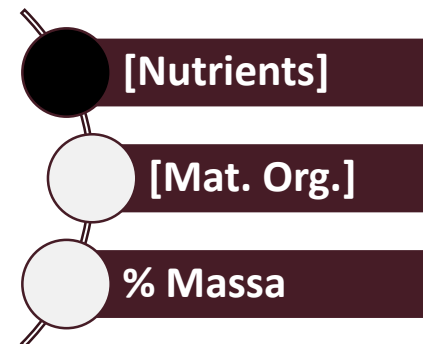
Tecnologies

Incineració

Procés termoquímic que transforma la matèria orgànica en energia. Com a subproductes s'obtenen unes cendres riques en alguns nutrients (i.e. fòsfor)



- Factors de procés: Temperatura, temps
- Cal un control intensiu de les emissions, sobretot en dejeccions que continguin grans quantitats de amoníac (i.e. Gallinasses)





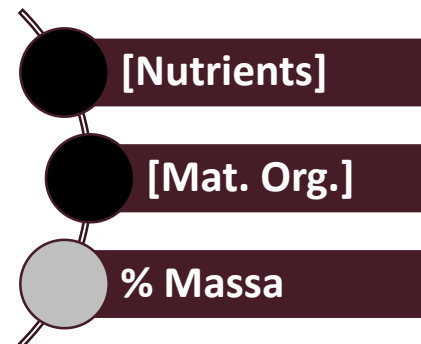
Tecnologies

Compostatge

Descomposició biològica aeròbia que té com a objectiu principal es obtenir un producte estable amb baixa humitat amb la majoria dels nutrients inicials, lliure de patògens i llavors, anomenat compost



- Factors de procés: Humitat, O_2 , Porositat matriu, C/N, T^a
- Es pot operar el procés per obtenir un compost amb diversos usos i qualitats.
- **Compost és un excel·lent bio-fertilitzant amb alt contingut en matèria orgànica i nutrients**





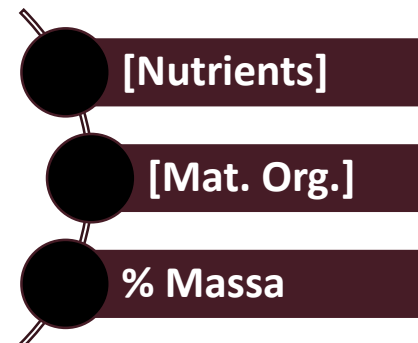
Tecnologies

Digestió Anaeròbia

Procés microbiològic en absència d'oxigen en el qual part de la matèria orgànica de les dejeccions es transforma en metà i diòxid de carboni (biogàs)



- Factors de procés: T^a , Absència O_2 , Nutrients, Agitació, TRH,...
- Recupera energia (biogàs), manté el contingut dels nutrients i mineralitza parcialment la matèria orgànica.
- **Millora les propietats dels purins per tractaments posteriors (estruvita, *stripping*, membranes, etc.) → molt aconsellable incloure'l en una biorefineria.**
- **Obtenció d'un digestat amb millors/bones propietats com biofertilitzant.**





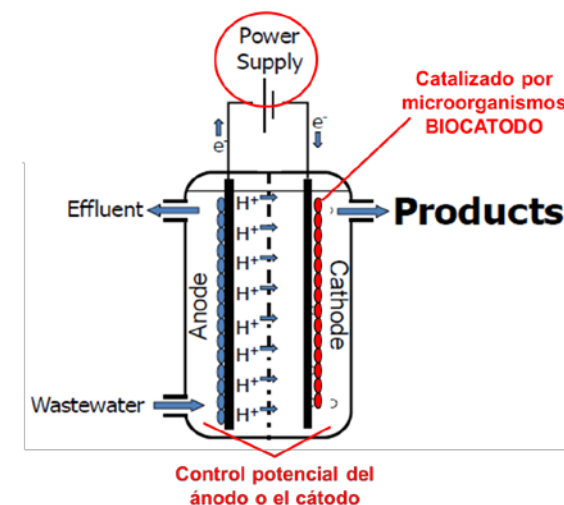
Tecnologies

Sistemes Bioelectroquímics

Biotecnologia que utilitza els **microorganismes** adherits en un o ambdós **(bio)electrode(s)** per catalitzar la **reacció d'oxidació** en el cas del bioànode i la de **reducció** en el caso del (bio)càtode



- Eliminació simultània de nutrients (nitrogen).
- Degradar substàncies orgàniques recalcitrants
- Dessalinitzar aigua, recuperar fòsfor
- Obtenció de productes amb alt valor afegit:
 - Hidrogeno (H_2)
 - Metà (CH_4)
 - Peròxid d'hidrogen (H_2O_2)
 - Sosa càustica ($NaOH$)
 - Àcids Grassos
- Gestió d'un gran volum d'efluent tractat



- [Principi actiu]
- [Mat. Org.]
- % Recuperació



Tecnologies

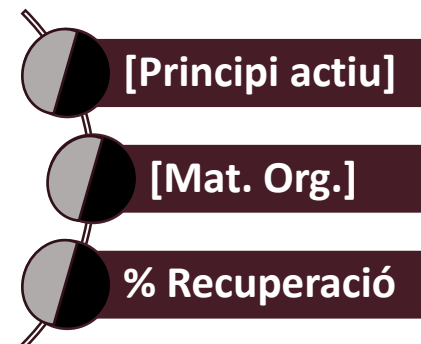
Fermentació Estat Sòlid

Solid-state fermentation (SSF). Fermentació en estat sòlid amb pràcticament absència d'aigua lliure, cal però que el substrat tingui suficient humitat per suportar el creixement i el metabolisme dels microorganismes.



➤ Es poden produir una gran varietat de productes:

- *Biopesticides*
- *Bioestimulants*
- *Biosurfactants*
- *Bioplastics*
- *etc.*



➤ Cal extreure els productes? Quina eficiència tenim?

GICOM
Grup d'Investigació en Compostatge
Universitat Autònoma de Barcelona



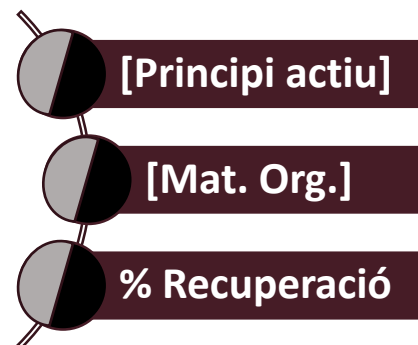
Tecnologies

Producció d' Algues

Creixement de micro-algues en corrents riques en nutrients (i.e. digestats) coma nova font de proteïnes (per alimentació animal) i/o extracció d'altres principis actius

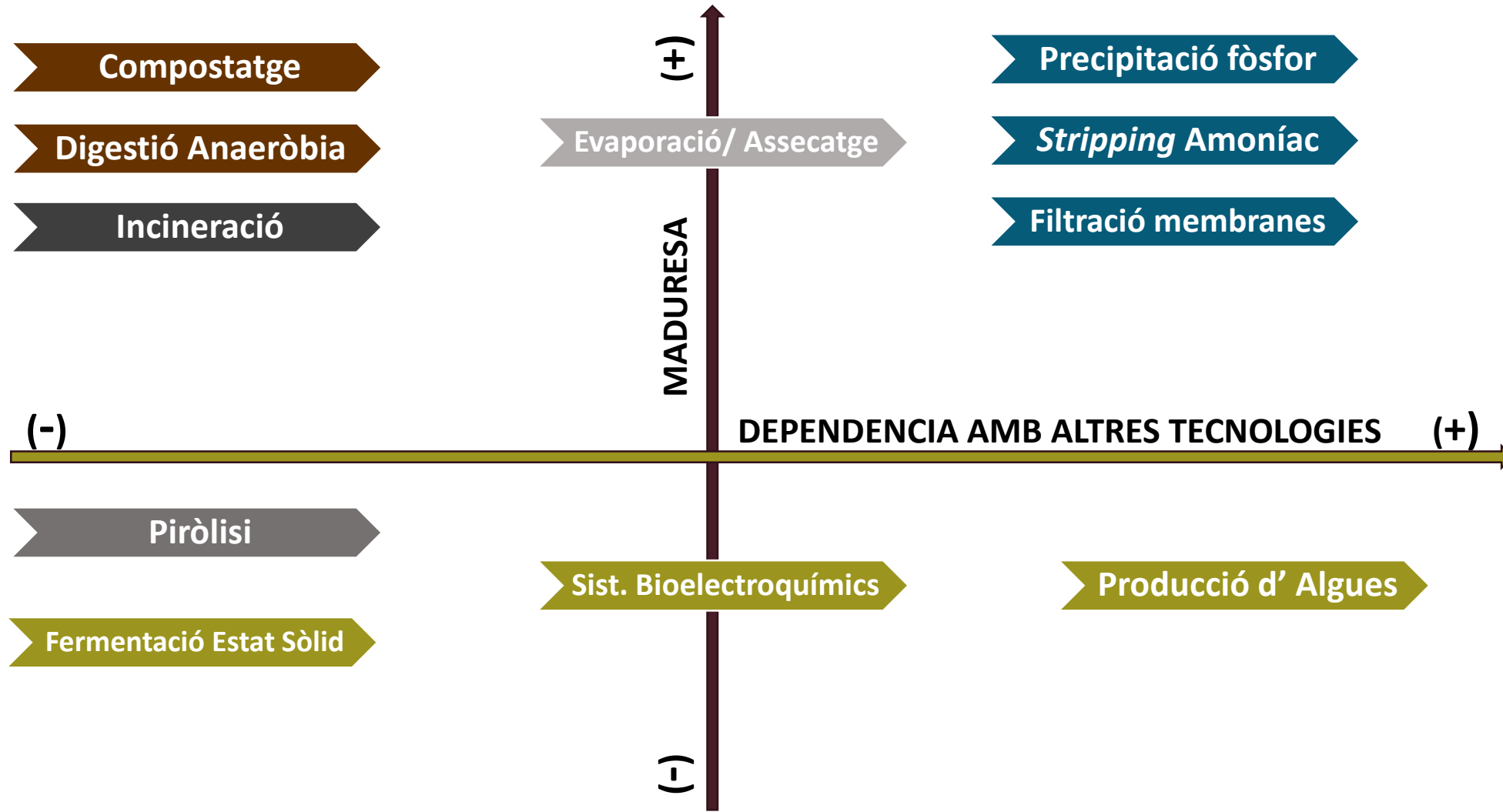


- El principal factor limitant és la superfície necessària
- Es poden obtindre una gran varietat de productes
- Cal extreure els productes? Quina eficiència tenim?



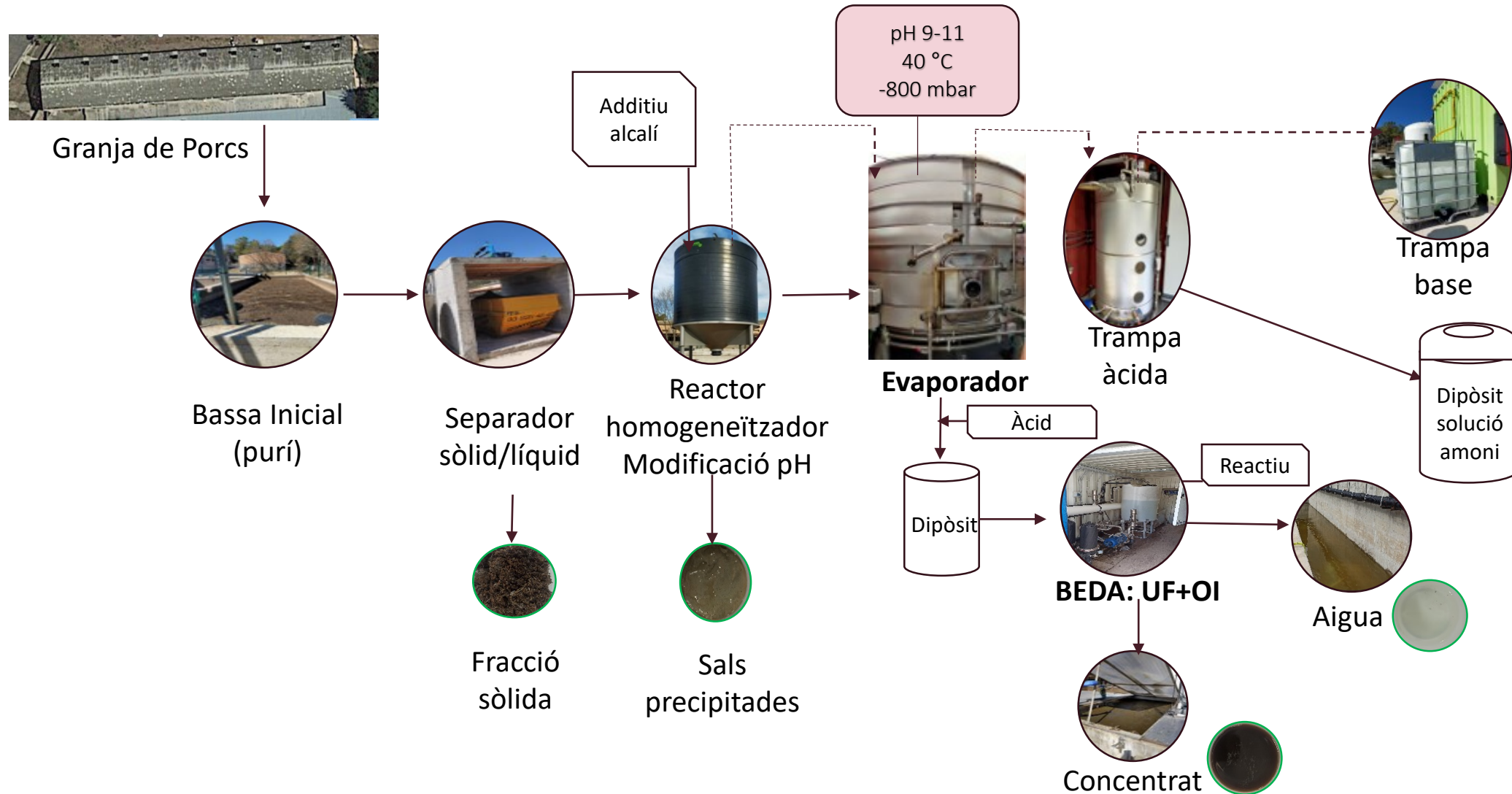


Biorefineries. Com combinar technologies





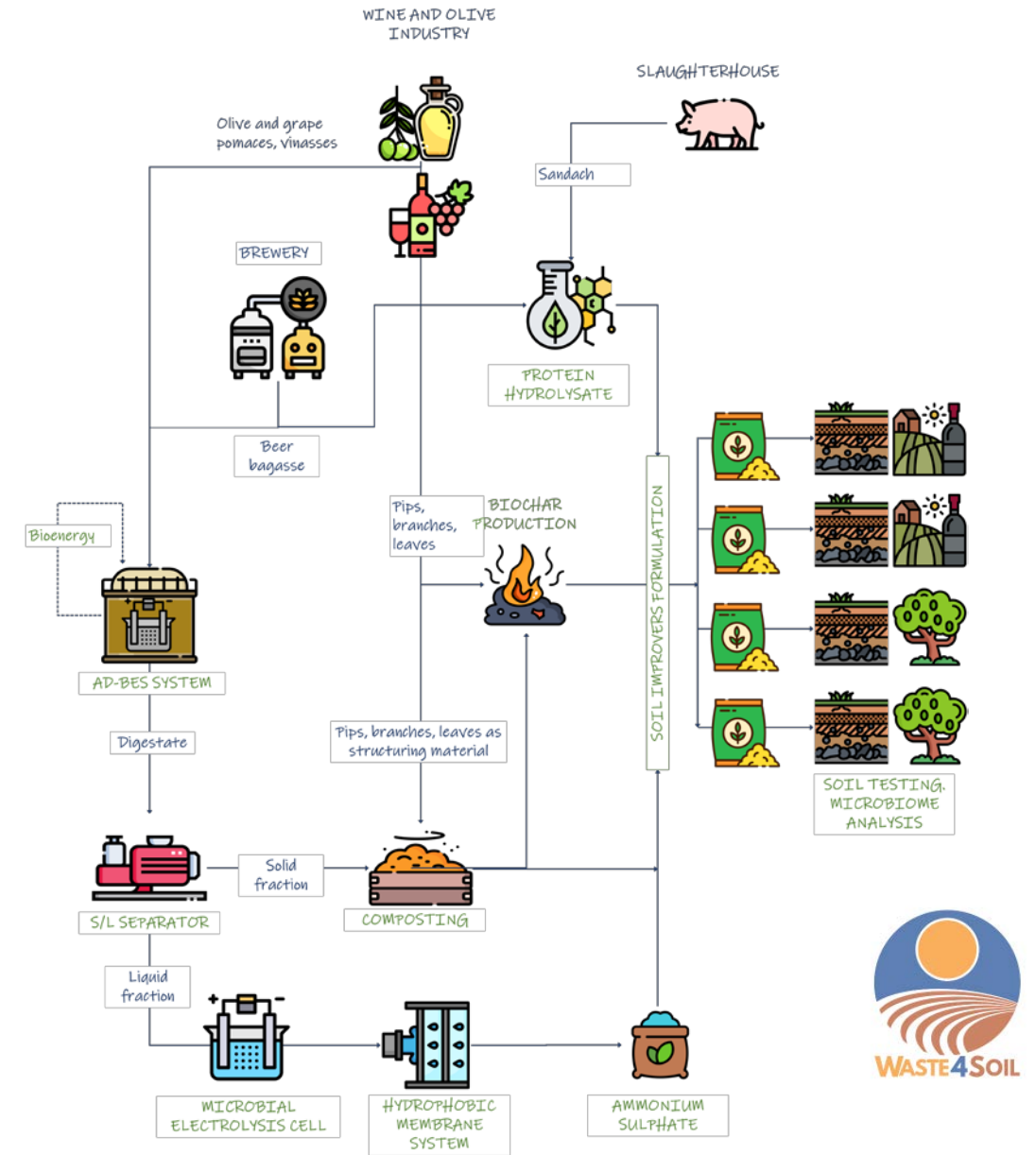
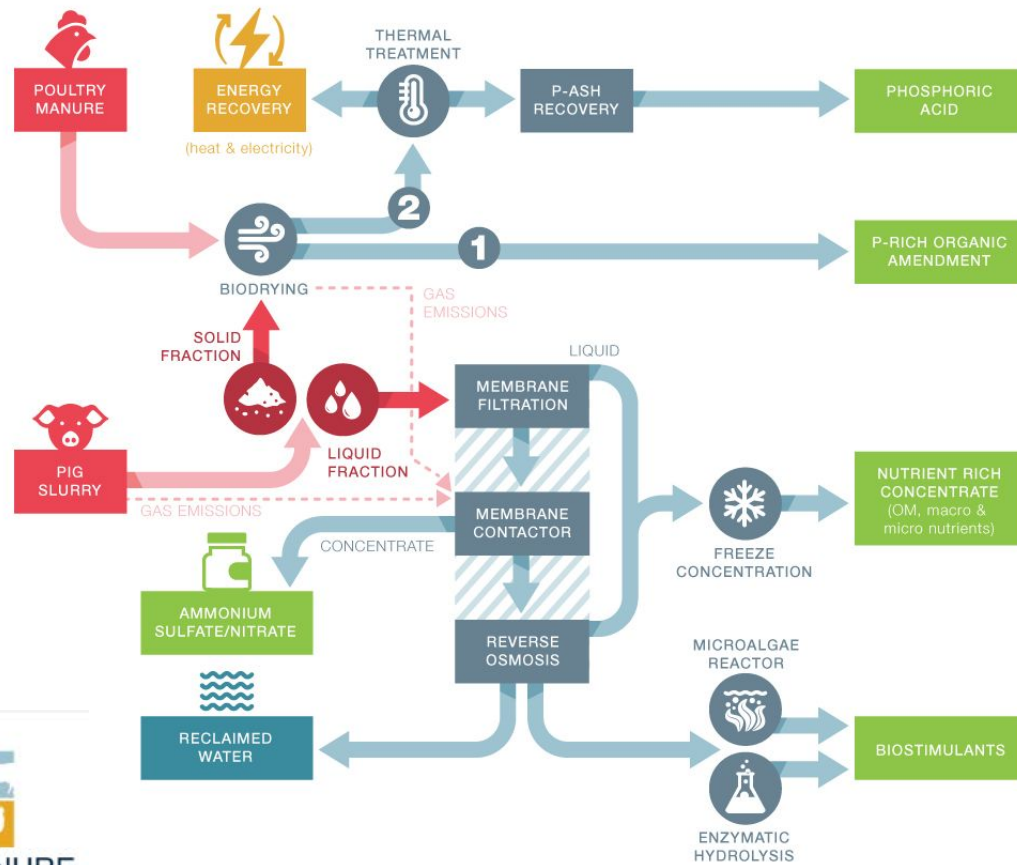
Exemples de Biorefineries





Exemples de Biorefineries

ON-FARM EXPERIMENTAL PILOT IN SPAIN



Conclusions



Les dejeccions ramaderes és la corrent orgànica que es genera en més quantitat i és un bon substrat (matèria prima) per produir bio-fertilitzants.



Des de la recerca s'està desenvolupant/optimitzant tecnologia per obtenir biofertilitzants de qualitat amb una perspectiva integradora (LivingLabs).



Es poden generar gran diversitat de bio-fertilitzants amb qualitats, composicions i propietats molt diferents.



Existeix tecnologia consolidada i madura que cal combinar-la adequadament (**Biorefineries**) per obtenir el producte desitjat i minimitzar impactes.



L'obtenció de **bio-fertilitzants** a partir de corrents residuals orgàniques és un dels elements claus de l'**economia circular**.



MOLTES GRÀCIES



Institut
de Recerca i Tecnologia
Agroalimentàries

www.irta.cat

