

# Tecnologies de transformació del digestat: quines i quan utilitzar-les

August Bonmatí

*Jornada sobre l'Estratègia Catalana del Digestat*

Barcelona, 26 de març de 2025





# Índex

1. **Digestat** versus purins (frescos)
2. **Quan cal transformar/processar** (tractar)
3. **Element per decidir** quin/s tractaments
4. **Tecnologies** unitàries de tractament
5. **Biorefineries**. Com combinem tecnologies?
6. **Conclusions**

# 1. Purins (frescos) versus Digestats

## Purins



- Heterogenis → presència de partícules de diverses mides
- Variabilitat composició → ST (%) [1% - 16%] ; N-NH<sub>4</sub> (g/kg): [1,2 -7,9]
- Matèria orgànica làbil
- Presència de nutrients en forma orgànica → nitrogen orgànic

## Digestat



- **Homogeni** → mida partícules es redueix, menys dispersió
- **Composició més estable** → temps de retenció al digestor
- Matèria orgànica parcialment **estabilitzada**
- **Mineralització** dels nutrients → nitrogen amoniacal ↑
- **Menor viscositat** (millora infiltració) → NUE ↑
- **Higienització**
- **Control/reducció de males olors**

## 2. Quan cal transformar/processar (tractar)

En quin context

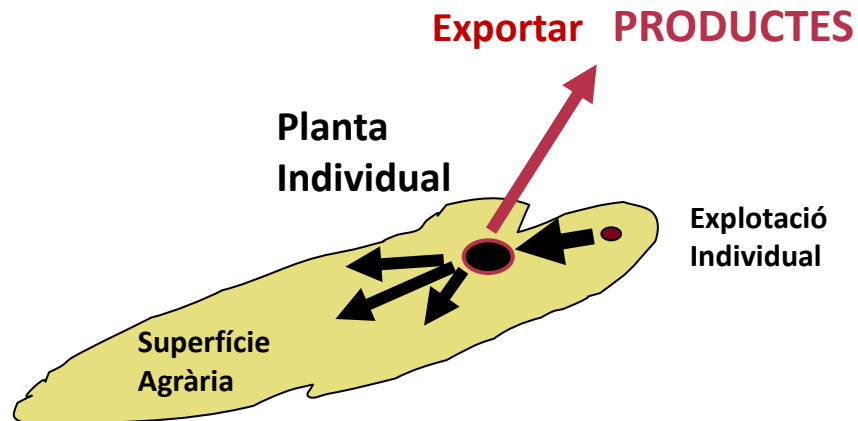
- Excés de nutrients a nivell local/regional
- Millorar la gestió recuperant **productes d'interès**
- Obtenció de **(Bio)fertilizants** → explorar nous mercats



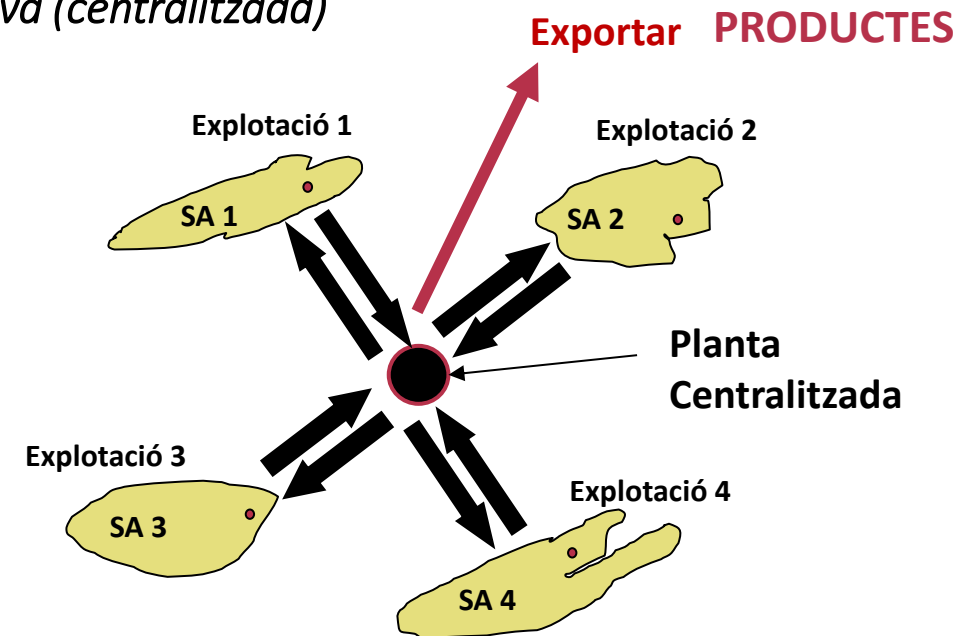
**Biorefineria**

### Escala de tractament

*Individual (en origen)*



*Col·lectiva (centralitzada)*



## 2. Quan cal transformar/processar (tractar)

En quin context

- Excés de nutrients a nivell local/regional
- Millorar la gestió recuperant **productes d'interès**
- Obtenció de **(Bio)fertilizants** → explorar **nous mercats**



**Biorefineria**

Escala de tractament

**Factor d'escala**

- **Quins tractaments** podré implementar
- **Comercialització** de productes recuperats, (bio)fertilizants energia (calor, biogàs, biometà),

### 3. Elements per decidir quin/s tractaments?

#### Element per prendre decisions

- Excés de nutrients a nivell local/regional → **Objectiu quantificat**
- Consideracions tècniques → **com afecta el canvi composició del digestat sobre el tractament**
  - ✓ Afectació sobre el rendiment/eficiència
  - ✓ Condicions d'operació
  - ✓ Recepta de les entrades (**mix de co-substrats**)
- **Quins productes vull obtenir/recuperar**
- **Vies de comercialització factibles?**
- **Gestió efluent tractat** resultant del procés
  - ✓ % de la massa
  - ✓ Característiques

# 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 :

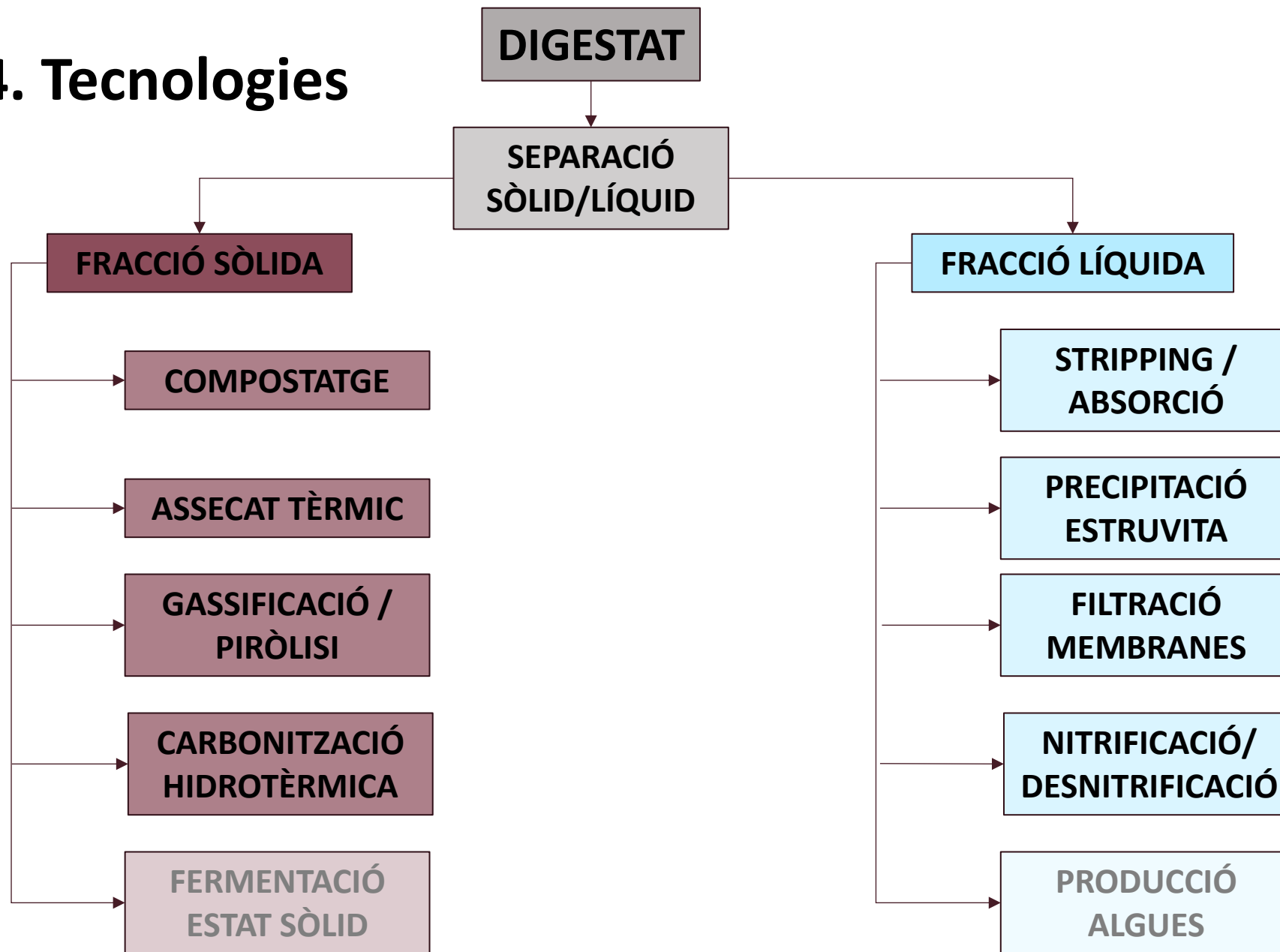
... **eliminar** els  
contaminants de la  
**corrent residual**

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

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



## 4. Tecnologies







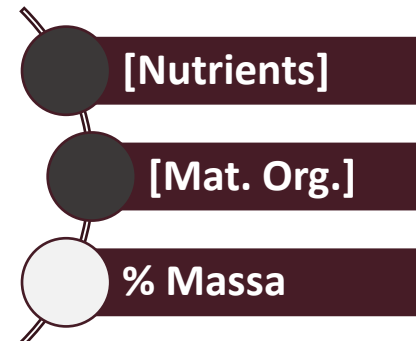
## 4. Tecnologies

### SEPARACIÓ SÒLID/LÍQUID

Procés físic que permet separar els sòlids continguts en unes dejeccions de consistència líquida i generar dues fraccions, una sòlida i un líquida



- **Consideracions digestat:**
  - ✓ **Cal re-avaluar eficiències**, canvi en la tipologia de sòlids continguts i increment del  $N-NH_4$  dissolt.
- **Context d'aplicació:**
  - ✓ excedents nutrients petita
  - ✓ tractament posterior de la FL
  - ✓ tractament, exportació o ús in-situ de la FS
- **Gestió efluent tractat amb menor contingut nutrients però major part de la massa !!!**





## 4. Tecnologies

### Compostatge

Descomposició biològica aeròbia que te 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



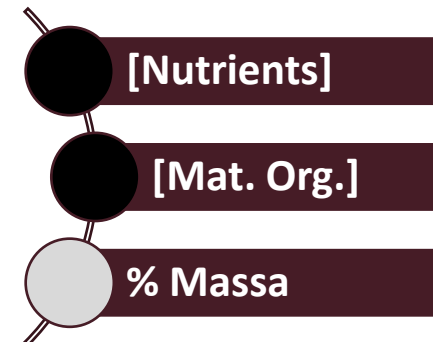
#### ➤ Consideracions digestat:

- ✓ Matèria orgànica parcialment degradada → dificultats arribar regim termòfil i higienització
- ✓ Necessitats majors de material estructurant

#### ➤ Context d'aplicació:

- ✓ Cal considerar que s'aplica sobre la FS que és un % petit

#### ➤ Compost és un excel·lent bio-fertilitzant amb alt contingut en matèria orgànica i nutrients



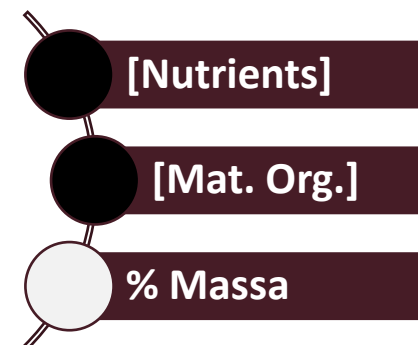


## 4. Tecnologies Assecatge solar

Eliminació de l'aigua de les dejeccions aplicant calor (sol) amb l'objectiu d'obtenir un productes sec.



- **Consideracions digestat:**
  - ✓ Major contingut en  $N-NH_4^+$  → cal un control emissions d'  $NH_3$  més intensiu (solució àcida)
- **Context d'aplicació:**
  - ✓ Cal considerar que habitualment s'aplica sobre la FS que és un % petit
- **Producte sec obtingut té un alt contingut en nutrients**





## 4. Tecnologies

### Piròlisi



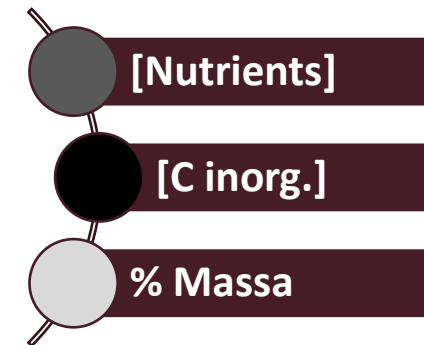
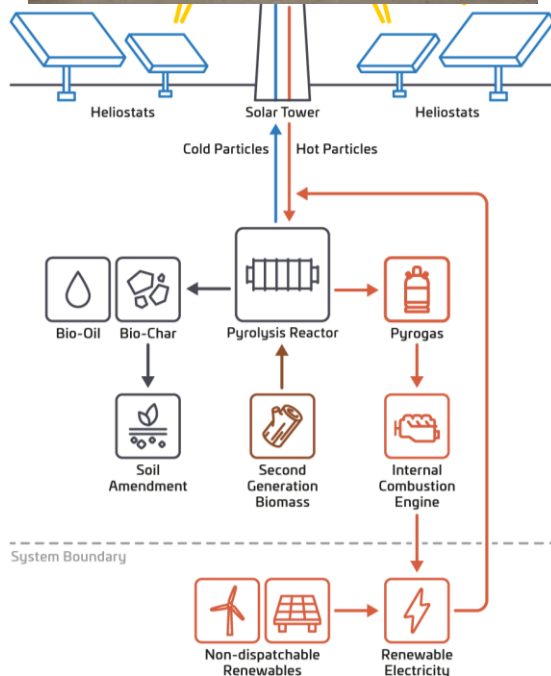
Descomposició termoquímica a alta temperatura en absència d'oxigen. S'obtenen tres corrents diferents: Syngas, Olis pirollenyosos i **Biochar**

#### ➤ Context d'aplicació:

- ✓ Cal considerar que habitualment s'aplica sobre la FS que és un % petit

➤ 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**



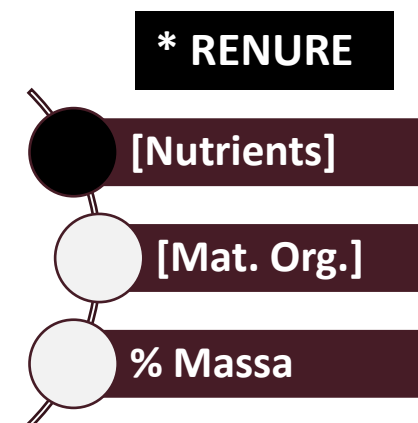


## 4. Tecnologies **Stripping Amoníac**

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



- **Consideracions digestat:**
  - ✓ Eliminació mat. orgànica i pujada del pH → **incrementa l'eficiència** i l'obtenció de **sals amoniacals més netes**.
- **Context d'aplicació:**
  - Quan l'excedent de N és elevat
- **Gestió efluent tractat (% elevat massa inicial) amb menor contingut de N i ric en P i K**





## 4. Tecnologies

### Precipitació fòsfor

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



- **Consideracions digestat:**
  - ✓ L'increment de l'alcalinitat (poder tampó) dificulta la modificació del pH
  - ✓ L'eliminació de la mat. orgànica afavoreix la formació d'estruvita de millor qualitat
- **Context d'aplicació:**
  - ✓ Quan l'excedent de N i P és elevat
- **Gestió efluent tractat amb menor contingut nutrients però major part de la massa !!!**



\* RENURE

[Nutrients]

[Mat. Org.]

% Massa

Vivianita



K-estruvita





## 4. 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.

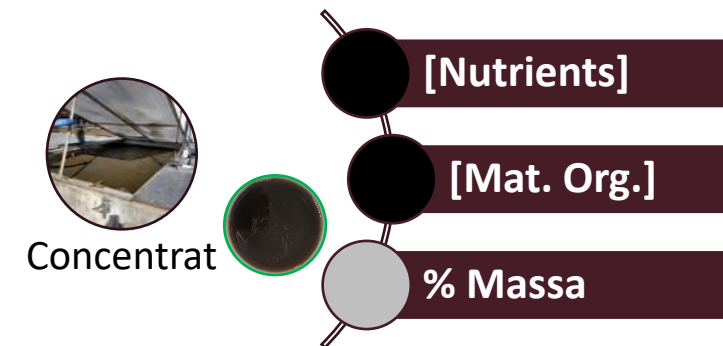
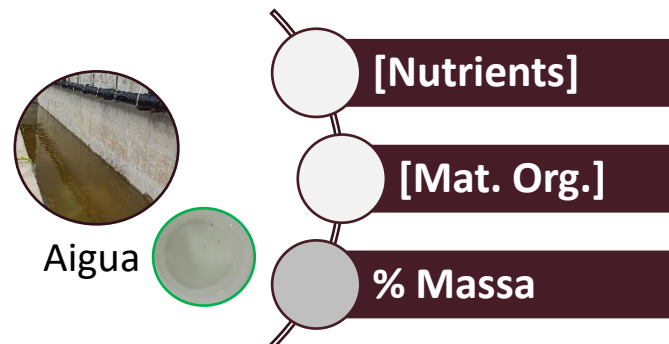


### ➤ Consideracions digestat:

- ✓ L'eliminació de mat. orgànica i partícules afavoreix procés.
- ✓ L'increment de  $N-NH_4^+$  pot dificultar el procés

### ➤ Context d'aplicació:

- ✓ Quan l'excedent de N i P és elevat
  - ✓ Ús de l'aigua regenerada
- La qualitat de l'**aigua regenerada** dependrà de les característiques del corrent residual, del tipus de membrana, paràmetres de procés.





# 4. Tecnologies Filtració membranes

## ➤ Caracterització aigua regenerada procedent del tractament intensiu de purins

Codi	Terbolesa	SSV	N Total	NTK	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P Total	Parasits Intestinals	Legionella sp	E. Coli	Salmonella sp
Unitats	FNU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		cfu/l	MPN/100ml	/L
LBR-24-06543	2.7	5	250.4	249.8	0.340	0.230	0.735	Negatiu (en 910ml)	nd	12 (cfu/100ml)	nd
LBR-24-08676	3.7	13	154.9	154.3	0.580	<0.226	1.970	Negatiu (en 1000ml)	nd	<1	nd/0.5
NRL-24-09448	15.9	21	115.7	115.5	<0.304	<0.226	0.642	Negatiu (en 1000ml)	nd	<1	nd
LBR-24-09759	6.6	11	173.6	173.2	0.440	<0.226	0.943	Negatiu (en 530ml)	nd	<1	nd
LBR-24-06435	18.1	6	66.3	65	<0.304	1.100	< 0.5	Negatiu (en 970ml)	nd	nd	nd
NRL-24-09449	3.1	16	892.4	385.5	<0.304	510	1	Negatiu (en 1000ml)	nd	<1	nd
NRL-24-10032	1.5	6	997.4	420.6	<0.304	580	0.731	-	-	-	-
NRL-24-10033	0.9	6	1069	495.5	<0.304	570	<0.5	-	-	-	-
NRL-24-09450	2.2	6	173.3	81.6	8.5	83	5.24	Negatiu (en 1000ml)	nd	<1	nd
NRL-24-09577	32	44	1459	664	17	780	3.01	Negatiu (en 500ml)	nd	<1	nd
LBR-24-09760	1.5	4	549.7	187.2	17	350	12.5	Negatiu (en 530ml)	nd	<1	nd
LBR-24-09761	6.9	38	725.4	270.8	16	440	4.75	Negatiu (en 530ml)	nd	<1	nd
LBR-24-06433	4.3	9	592.3	242.2	4.1	350	<0.5	Negatiu (en 1030ml)	nd	<1	nd





## 4. Tecnologies **Nitrificació-Desnitrificació**

Procés microbiològic en el qual l'amoni és oxidat, en una primera etapa, a nitrats en presència d'oxigen, seguidament aquest nitrat és reduït a nitrogen molecular gas ( $N_2$ ) en absència d'oxigen



- **Consideracions digestat:**
  - ✓ L'eliminació de mat. orgànica pot **dificultar la desnitrificació total**
  - ✓ Operació requereix més control
- **Context d'aplicació:**
  - ✓ Quan l'excedent de N és molt elevat
  - ✓ S'eliminen els nutrients, no es recupera, cal un context on es justifiqui
- **Gestió efluent tractat (% elevat massa inicial) amb menor contingut de N i ric en P i K**





## 4. Tecnologies (*en desenvolupament*)

### Fermentació Estat Sòlid

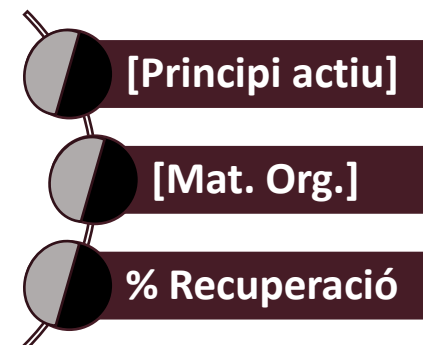
**Solid-state fermentation (SSF).** Fermentació en estat sòlid amb pràcticament absència d'aigua lliure, cal però que el substrat tingui suficient humitat per suportar el creixement i el metabolisme dels microorganismes.

**GICOM**  
Grup d'Investigació en Compostatge  
Universitat Autònoma de Barcelona



➤ Es poden produir una gran varietat de productes:

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



➤ Cal extreure els productes? Quina eficiència tenim?



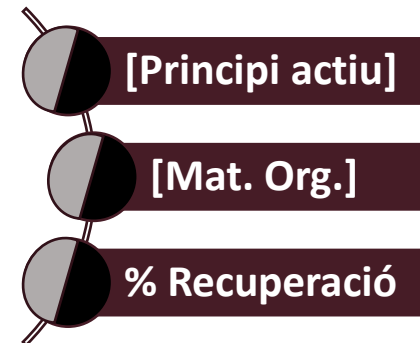
## 4. Tecnologies (en desenvolupament)

### 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

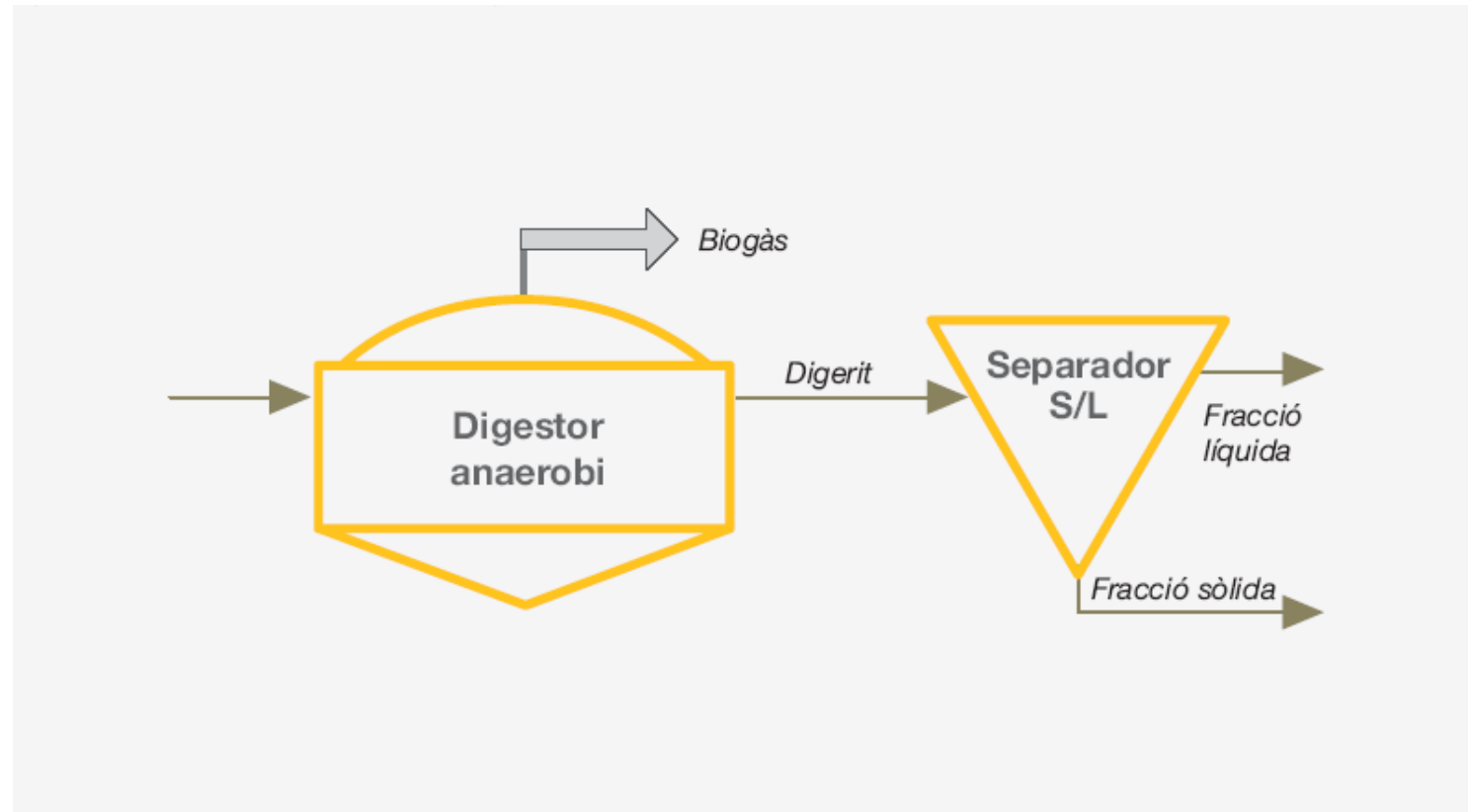


- El principal factor limitant és la superfície necessària
- Es poden obtindre una gran varietat de productes
- Cal extreure els productes? Quina eficiència tenim?



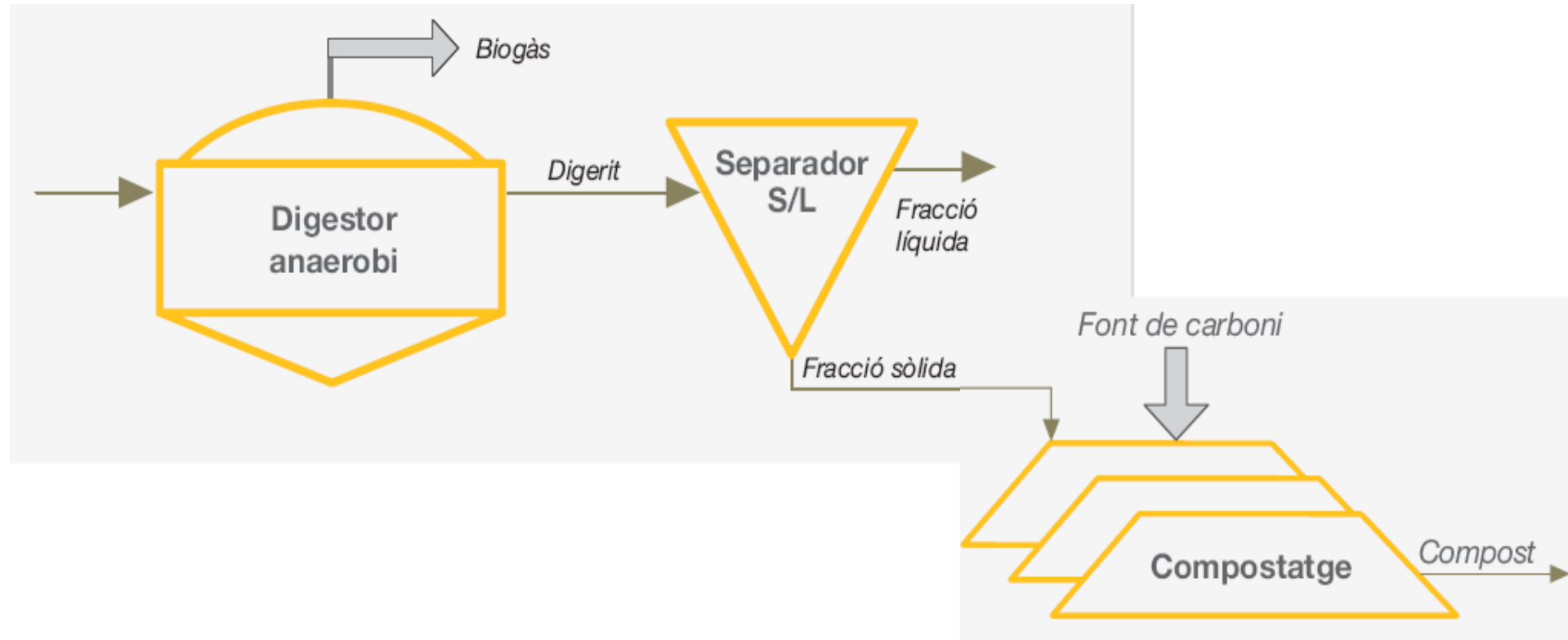


## 5. Biorefineries. Com combinar tecnologies



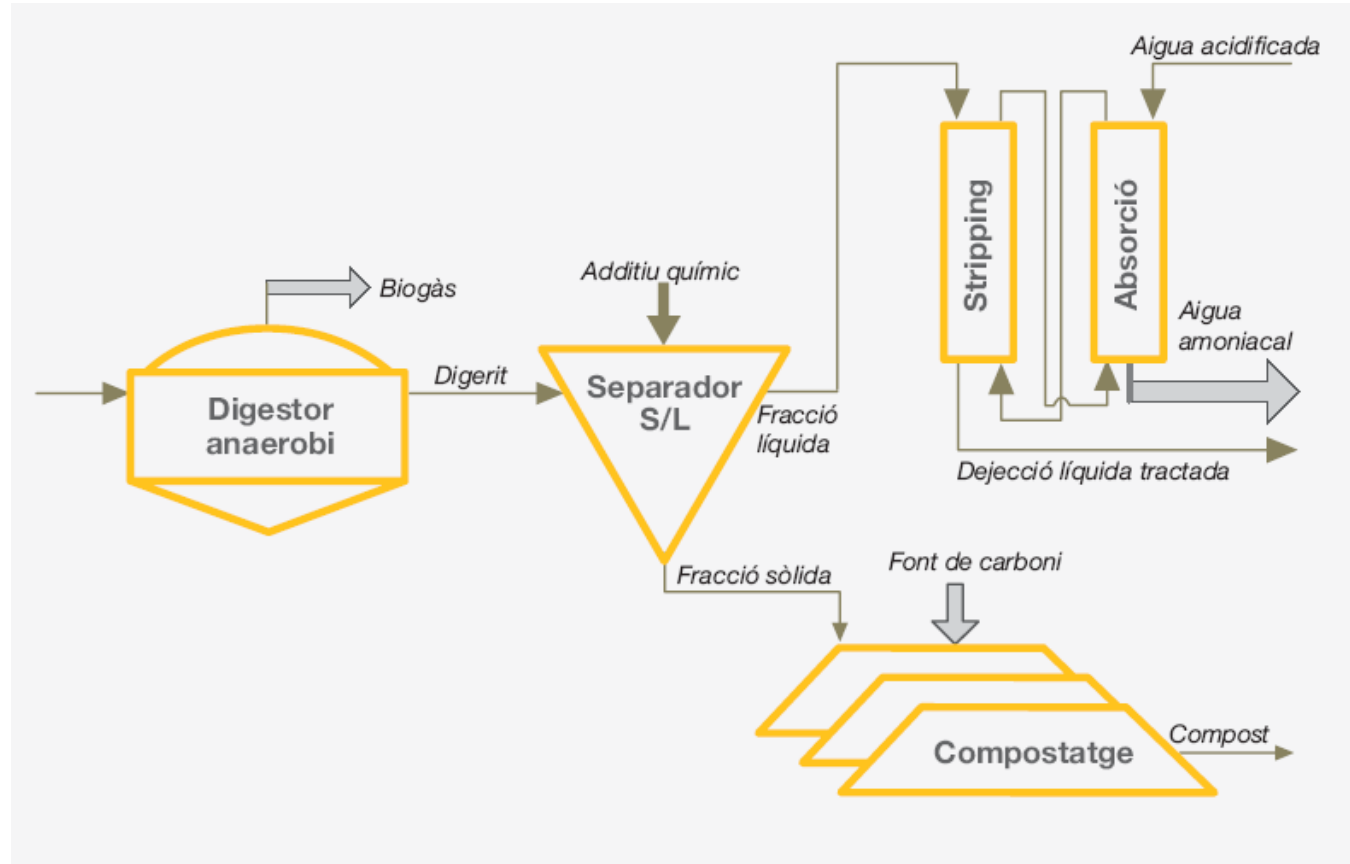


# 5. Biorefineries. Com combinar tecnologies



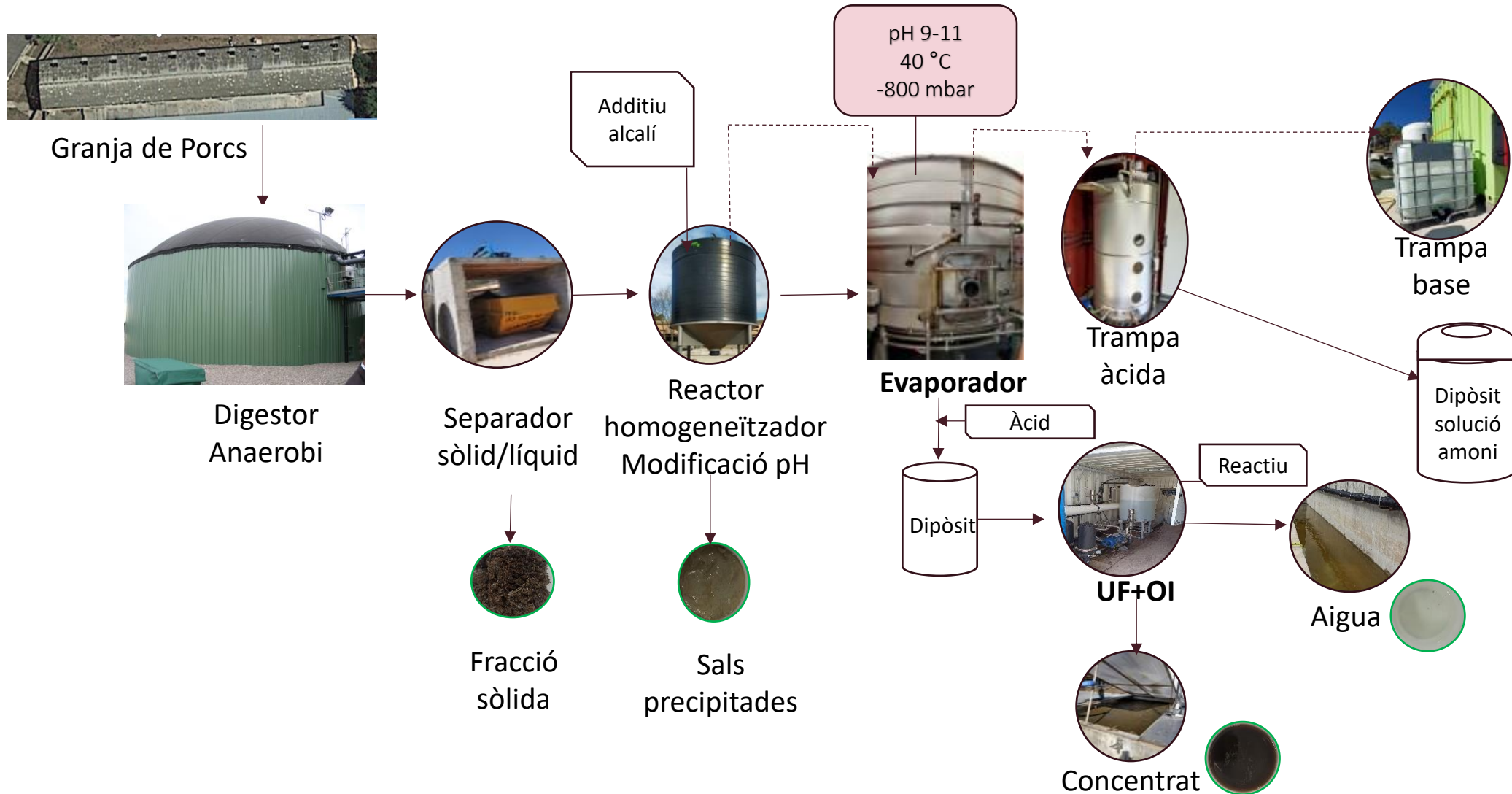


# 5. Biorefineries. Com combinar tecnologies



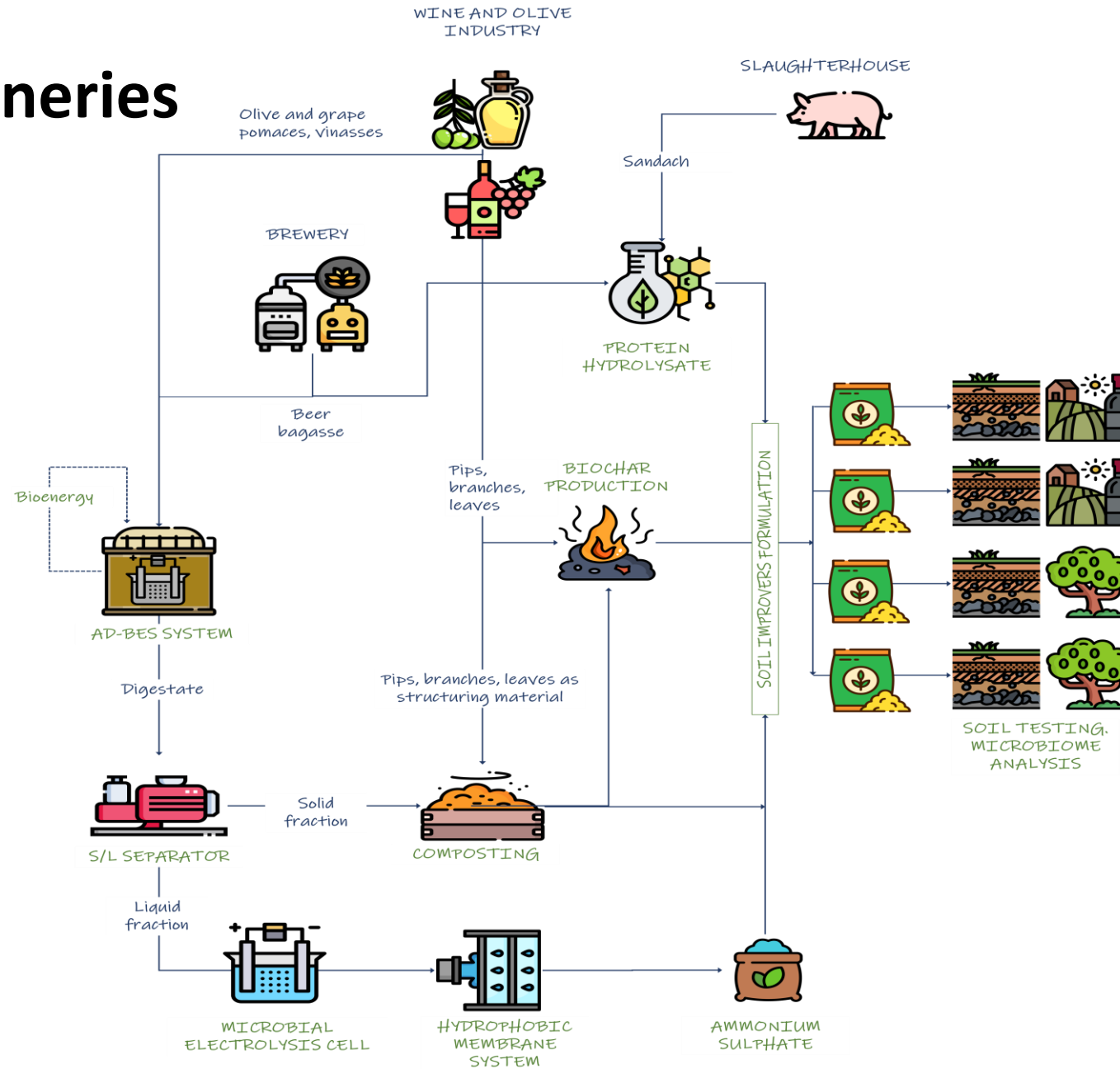


# 5. Biorefineries. Com combinar tecnologies





# 5. Biorefineries







# Conclusions

- ✓ El digestat té unes **bones característiques com a fertilitzant**, però cal gestionar-lo correctament.
- ✓ Existeix un gran nombre de tractament per la transformació dels digestats. Cal **ajustar el seu funcionament i les eficiències** a les seves característiques i composició.
- ✓ La **selecció** d'un determinat tractament o combinació dels mateixos **dependrà** de molts factors, entre altres els **productes** (biofertilitzant, etc.) però també de la **gestió de l'efluent tractat**.
- ✓ Des de la recerca s'està desenvolupant/optimitzant **tecnologia per obtenir biofertilitzants de qualitat** amb una perspectiva integradora.
- ✓ L'obtenció de **bio-fertilitzants** a partir de corrents residuals orgàniques és un dels elements claus de l'**economia circular**.



**MOLTES GRÀCIES**



**IRTA<sup>R</sup>**

Institut  
de Recerca i Tecnologia  
Agroalimentàries

[www.irta.cat](http://www.irta.cat)

