

“Biorefinerías a partir de lodos de EDAR”

Gracia Silvestre

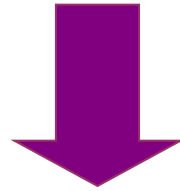
ainia
centro tecnológico



**1º Jornada técnica en
depuración de aguas residuales:
Digestión Anaerobia**

Cátedra FACSA de Innovación en el Ciclo Integral del Agua
Jueves 7 y viernes 8 de julio 2016.
Universitat Jaume I. Edifici Consell Social i Postgrau

BIOREFINERIA



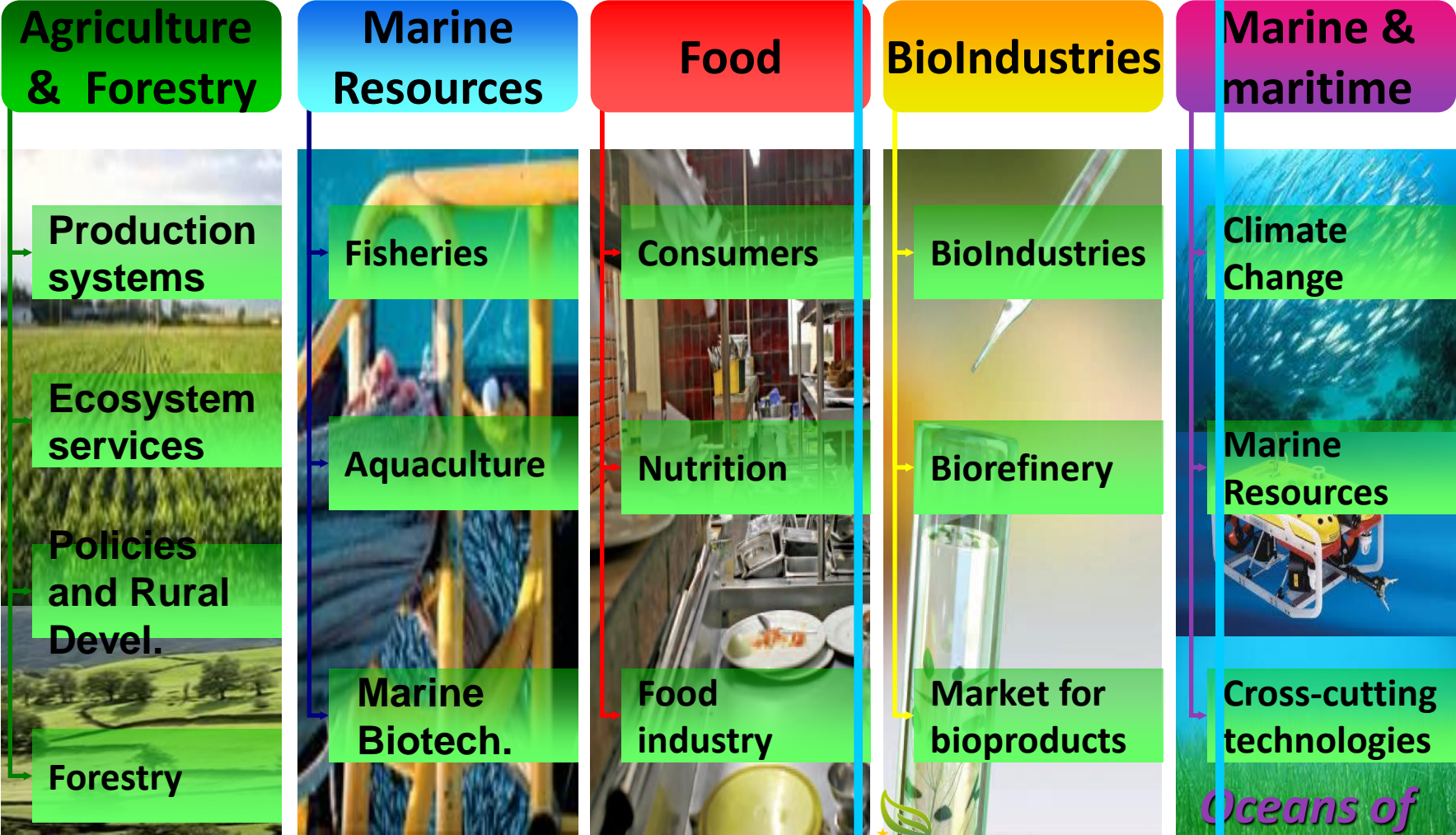
BIOECONOMÍA

> Qué significa BIOECONOMÍA?.

- ... Economía que utiliza recursos biológicos terrestres o marinos, o residuos orgánicos, como base para la producción de alimentos y piensos, bioenergía y otros bioproductos.
- Sectores: agricultura, pesca, alimentación, papel y pasta de papel, y partes de las industrias química, biotecnológica y energética.
 - Datos: **2.000.000 millones de € de ventas, 22 mill. de empleos, 9% total empleo en la UE.**

Bioeconomy under H2020

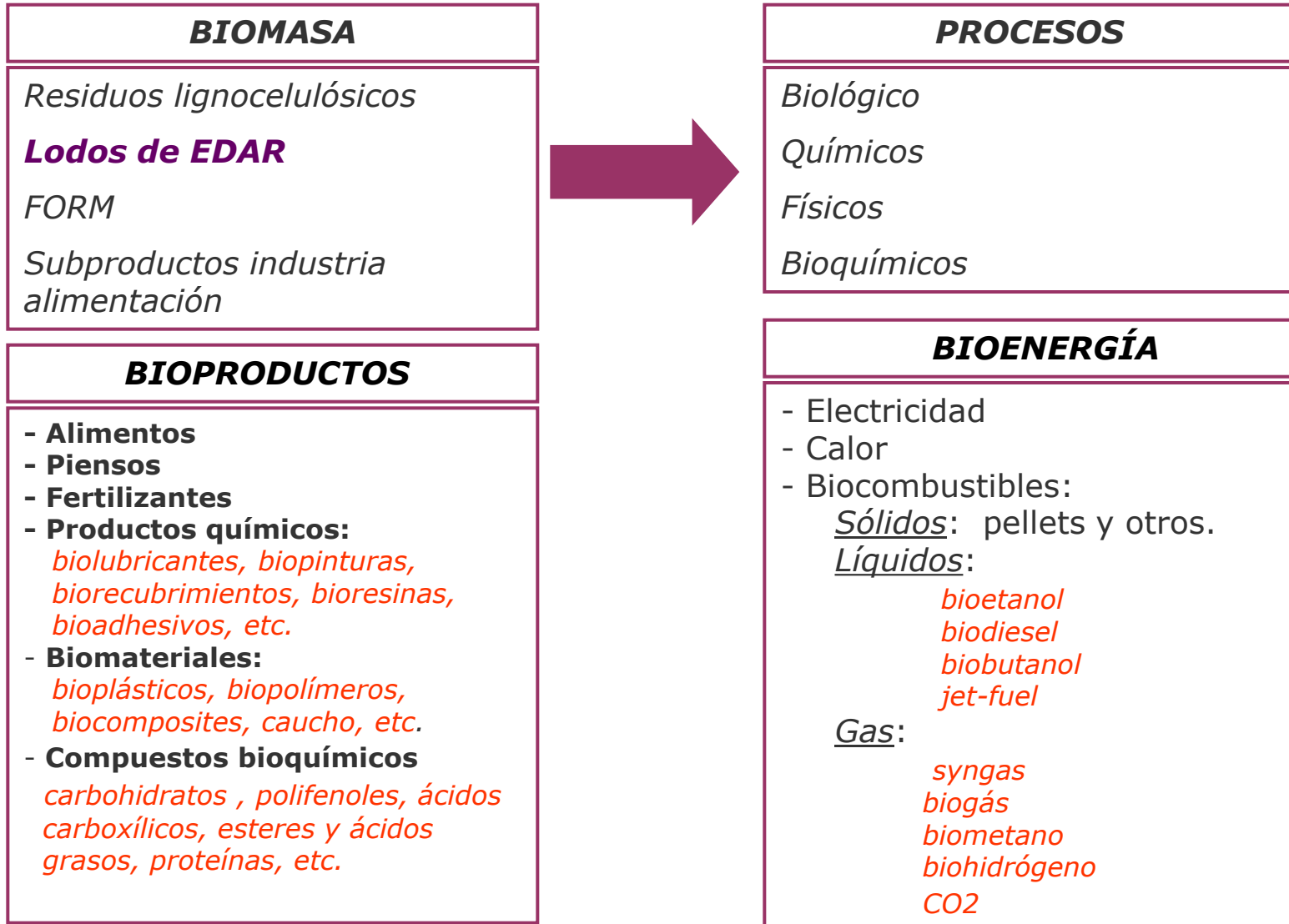
SC2 - BIOECONOMY – Structure and Contents



Oceans of Tomorrow

2. BIOREFINERÍAS

Una **biorefinería** consiste en el **procesado sostenible** de **biomasa** en un amplio espectro de **productos de interés comercial** (International Energy Agency, IEA).



BIOMASA



BIOREFINERIA



BIOECONOMÍA



PETRÓLEO



REFINERIA



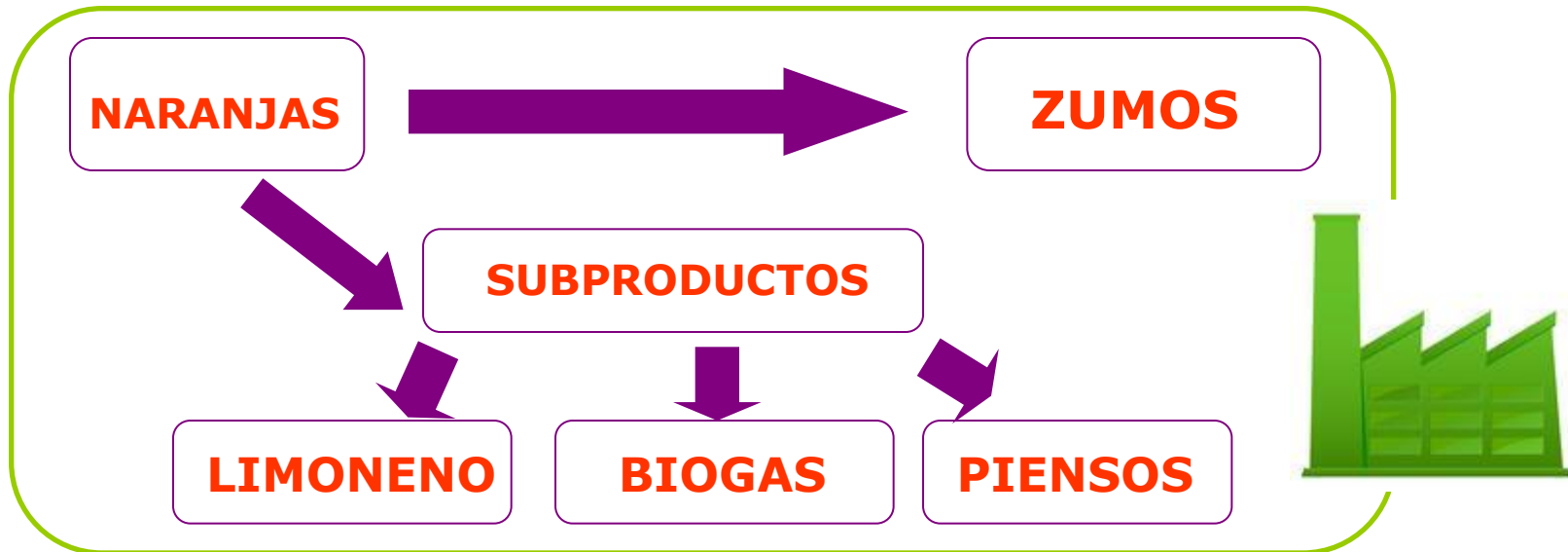
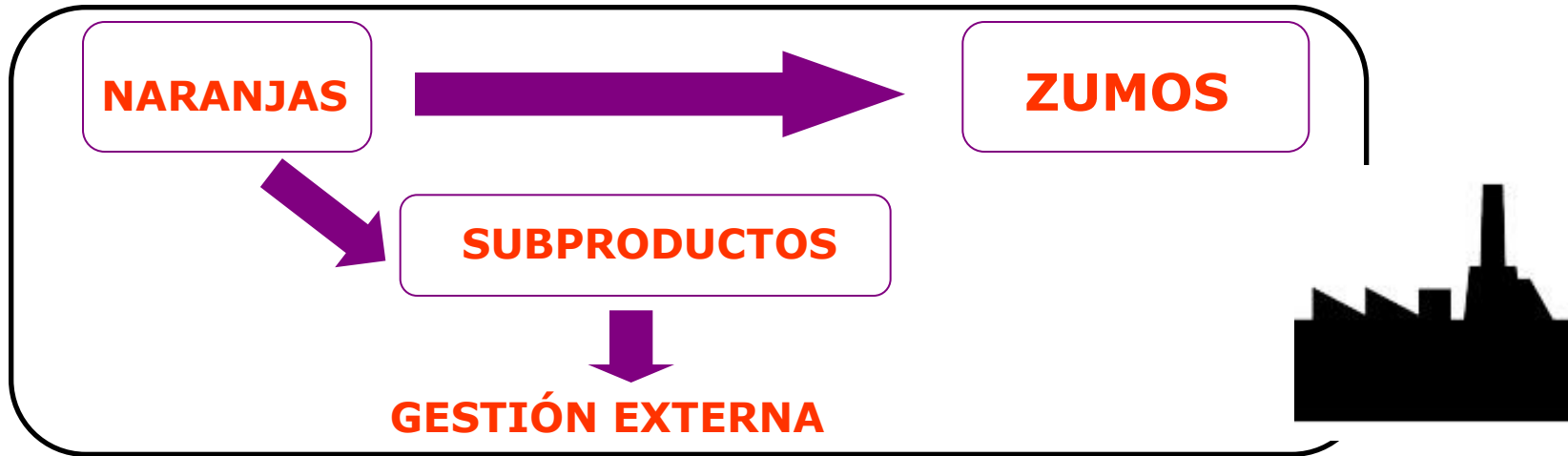
ECONOMÍA PETRÓLEO



2. BIOREFINERÍAS

Las industrias tradicionales pueden convertirse en biorefinerías....

INDUSTRIA ZUMOS

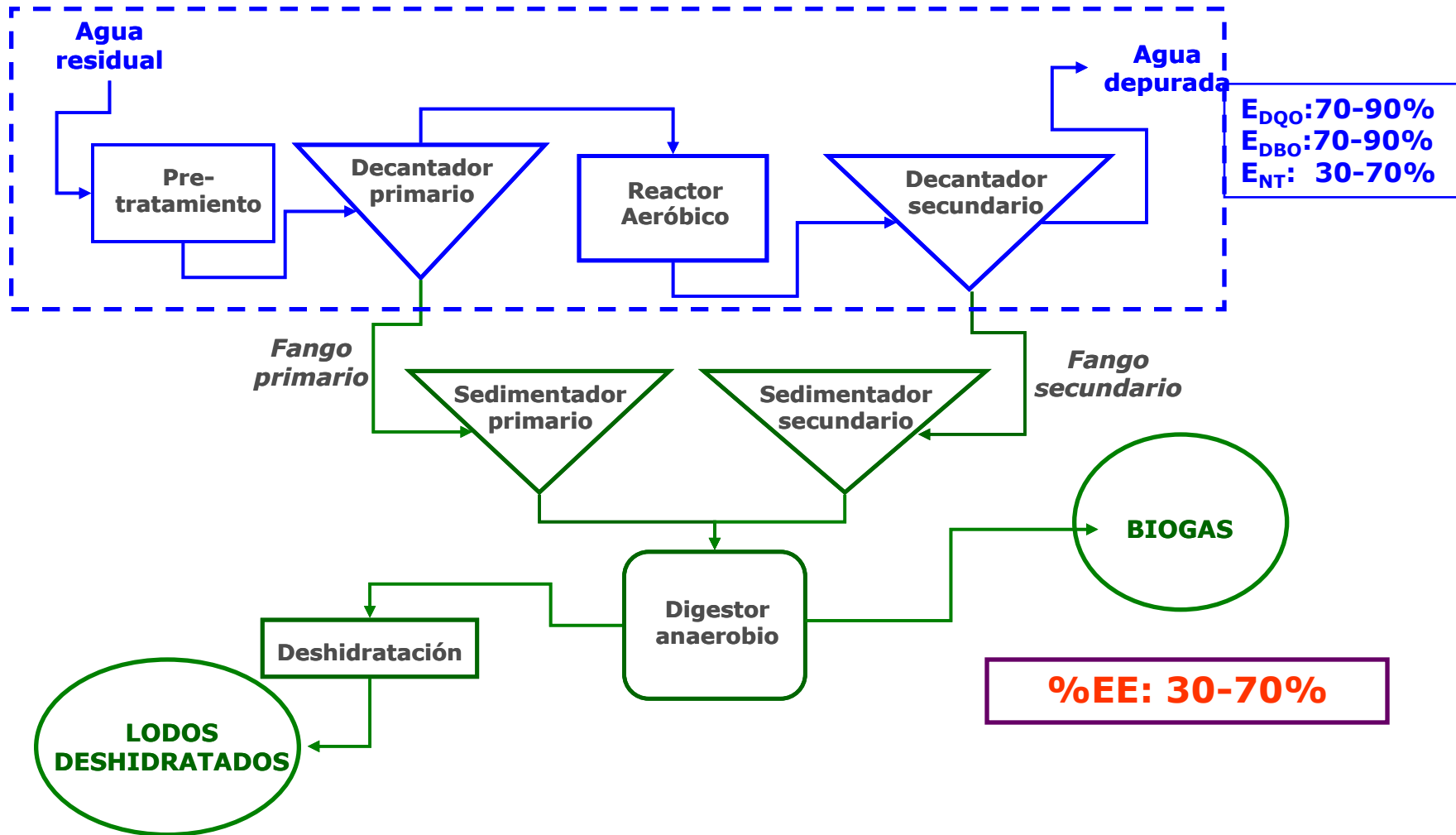


¿ Puede ser una EDAR una biorefinería?

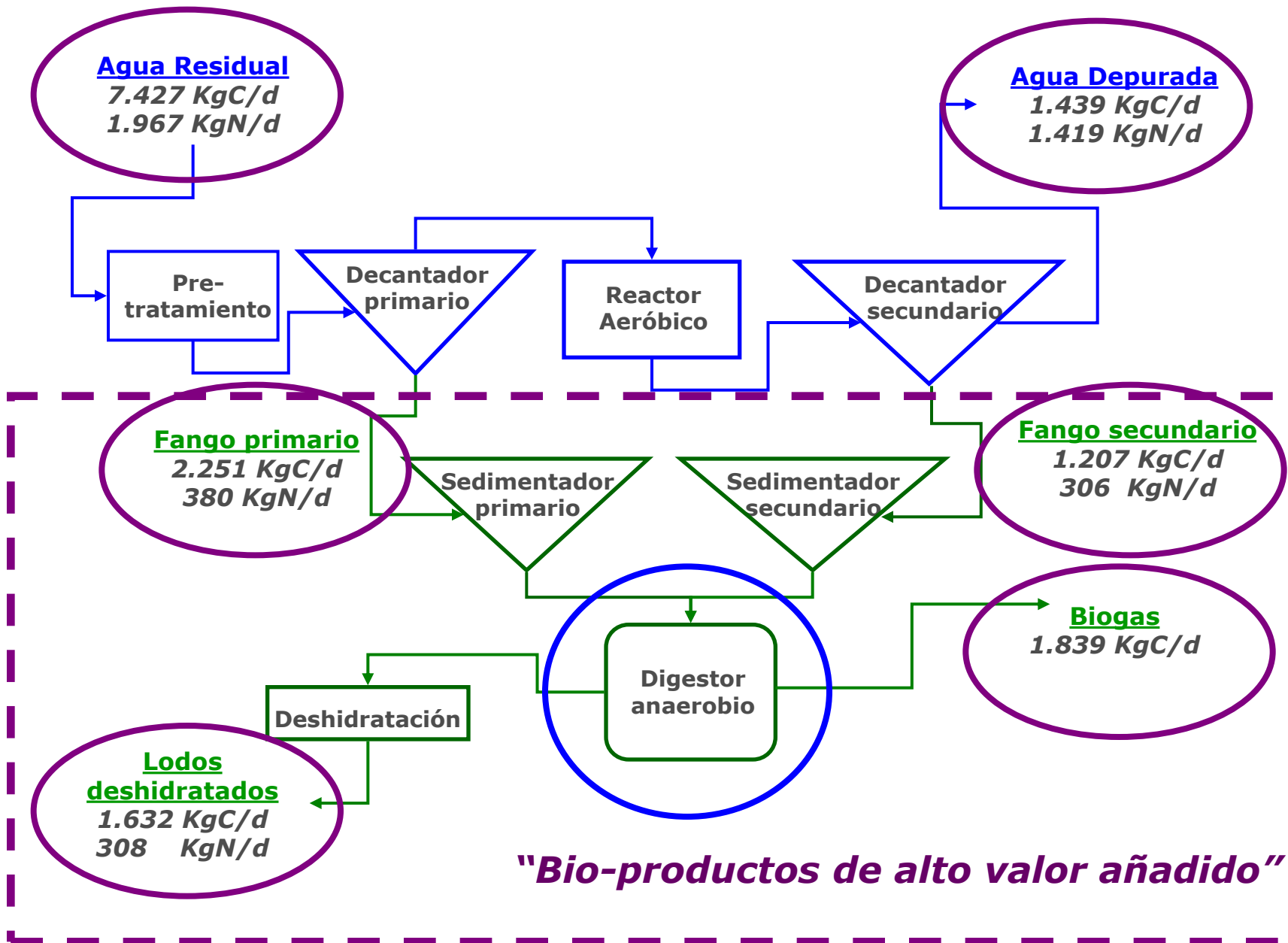


1. ANTECEDENTES

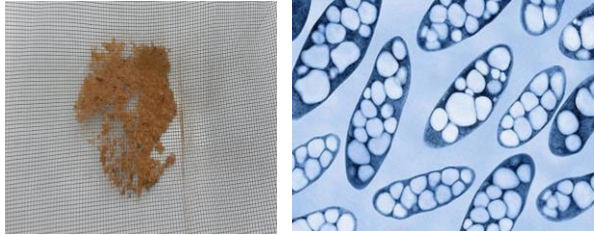
CONSUMO ENERGÍA 0,3-0,6 Kwh/m³



2. BIOREFINERÍAS BASADA EN EDARS



3. BIOREFINERIAS BASADAS EN LA DIGESTIÓN ANAEROBIA



LODOS MIXTOS



**PLATAFORMA
CARBOXILATOS**

Producción de AGV



**DIGESTIÓN
ANAEROBIA**

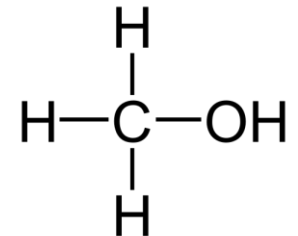
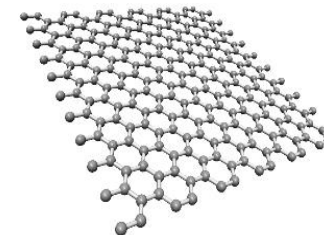


BIOGAS



**PLATAFORMA
BIOGAS**

*Producción de grafeno
Metanol*

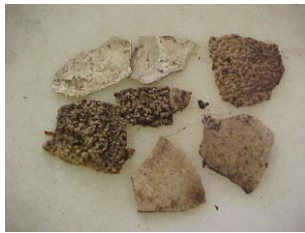
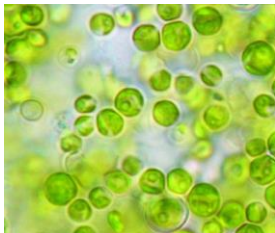


LODOS DIGERIDOS

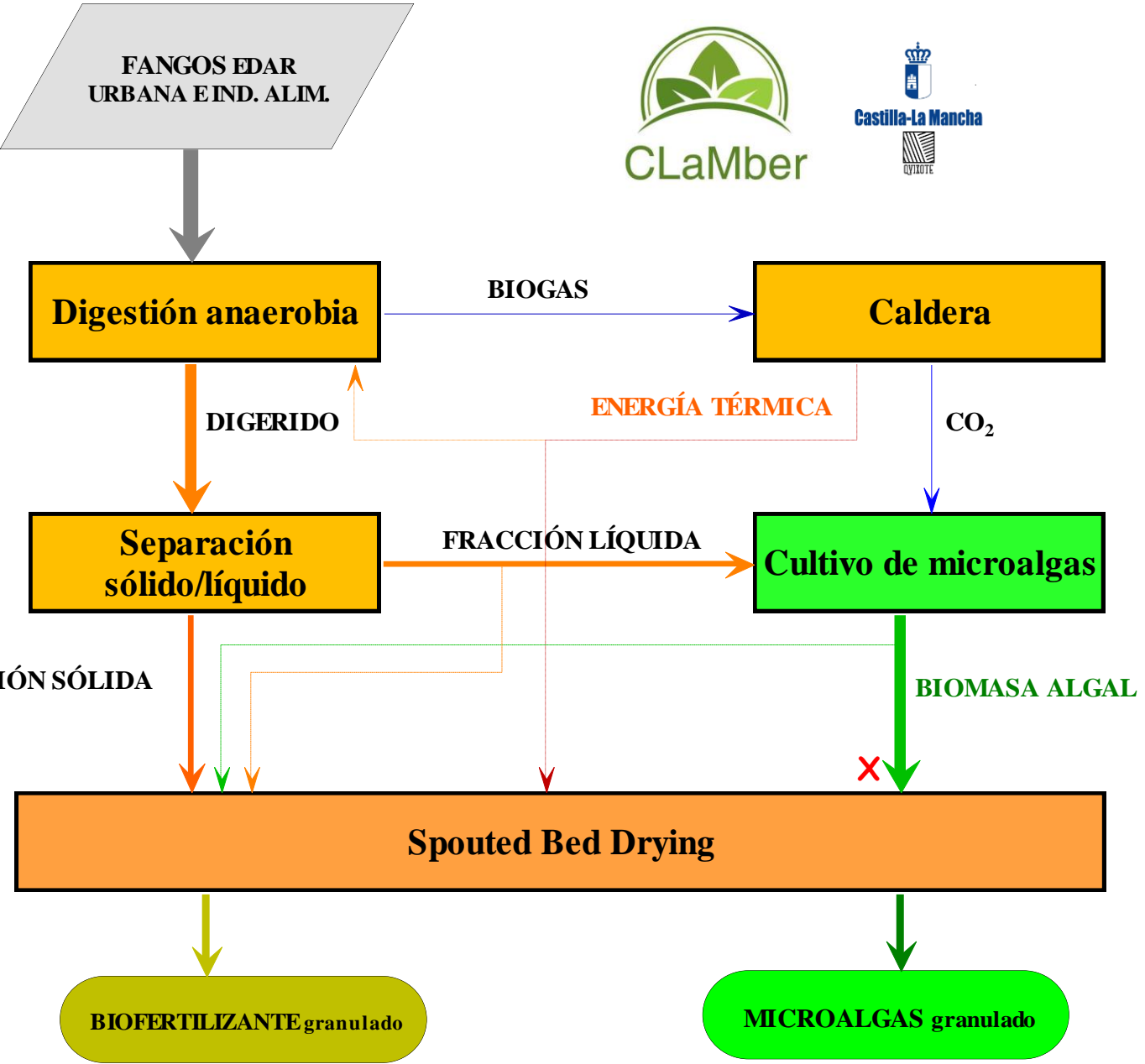


**PLATAFORMA
DIGERIDOS**

*Producción microalgas
Recuperación nutrientes*



Proyecto Clamber de lodos: aprovechamiento del digerido



Identificación

Usuario

Contraseña

3. BIOREFINERIAS BASADAS EN LA DIGESTIÓN ANAEROBIA



LODOS MIXTOS

PLATAFORMA CARBOXILATOS

Producción de AGV

DIGESTIÓN ANAEROBIA

BIOGAS

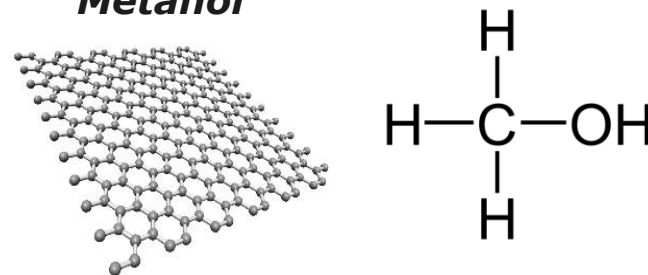
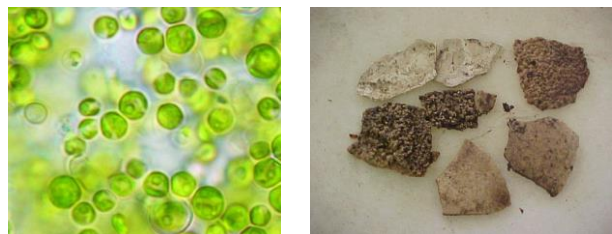
LODOS DIGERIDOS

PLATAFORMA DIGERIDOS

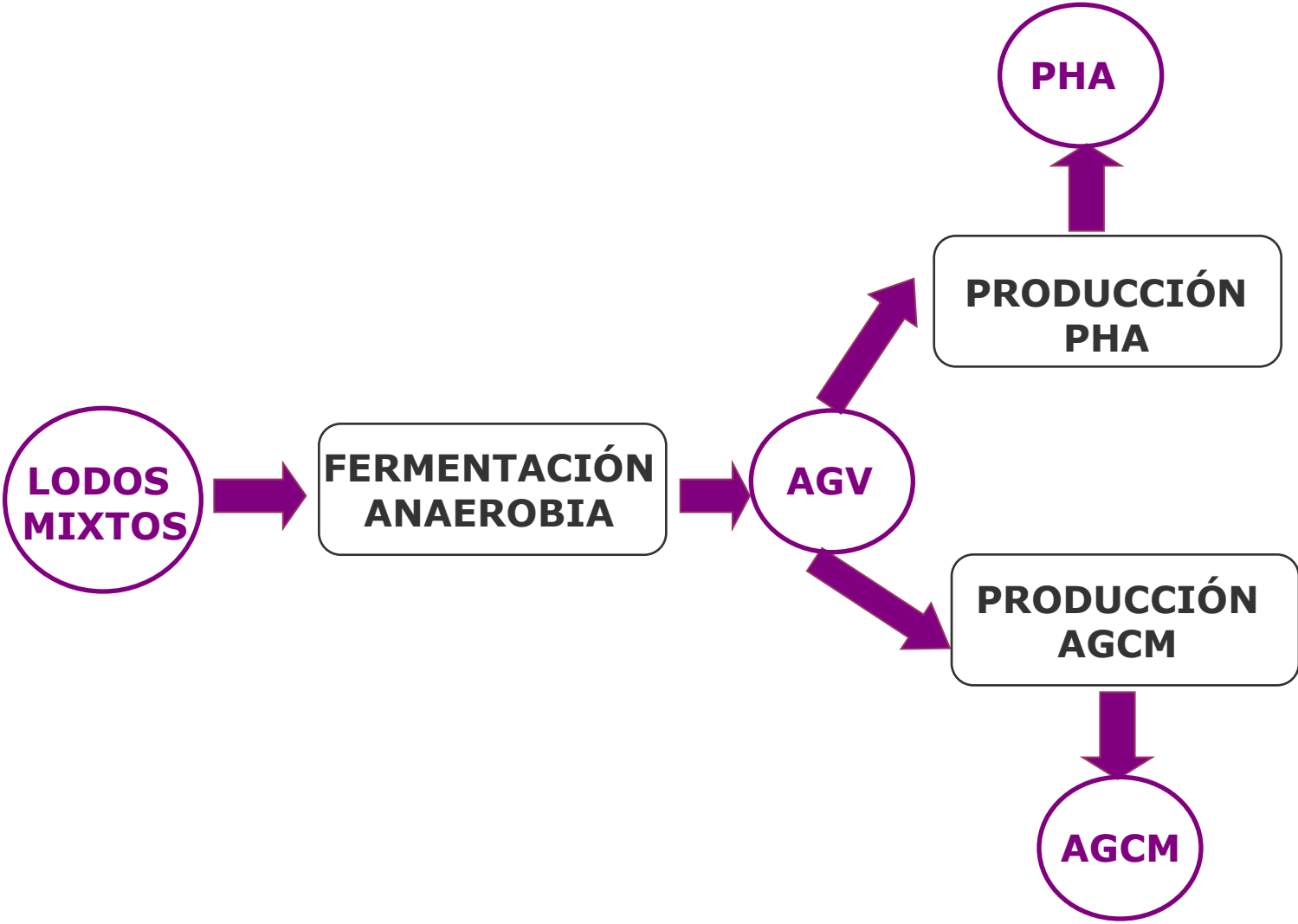
*Producción microalgas
Recuperación nutrientes*

PLATAFORMA BIOGAS

*Producción de grafeno
Metanol*



4 . PLATAFORMA CARBOXILATOS



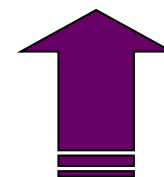
Cultivos mixtos vs. Cultivos puros

VENTAJAS

- No es necesaria la esterilización
- No uso de enzimas específicas
- Uso de materia prima sin coste
- Usos de cultivos inespecíficos
- Bajo coste de reactores
- Mayor versatilidad cambios operacionales

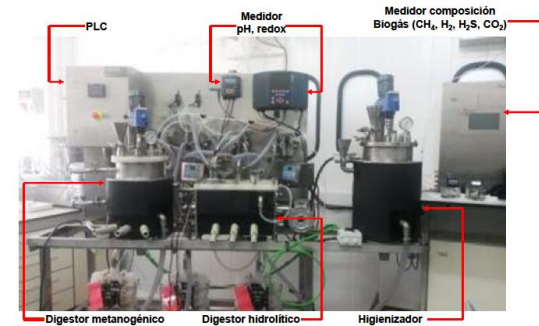
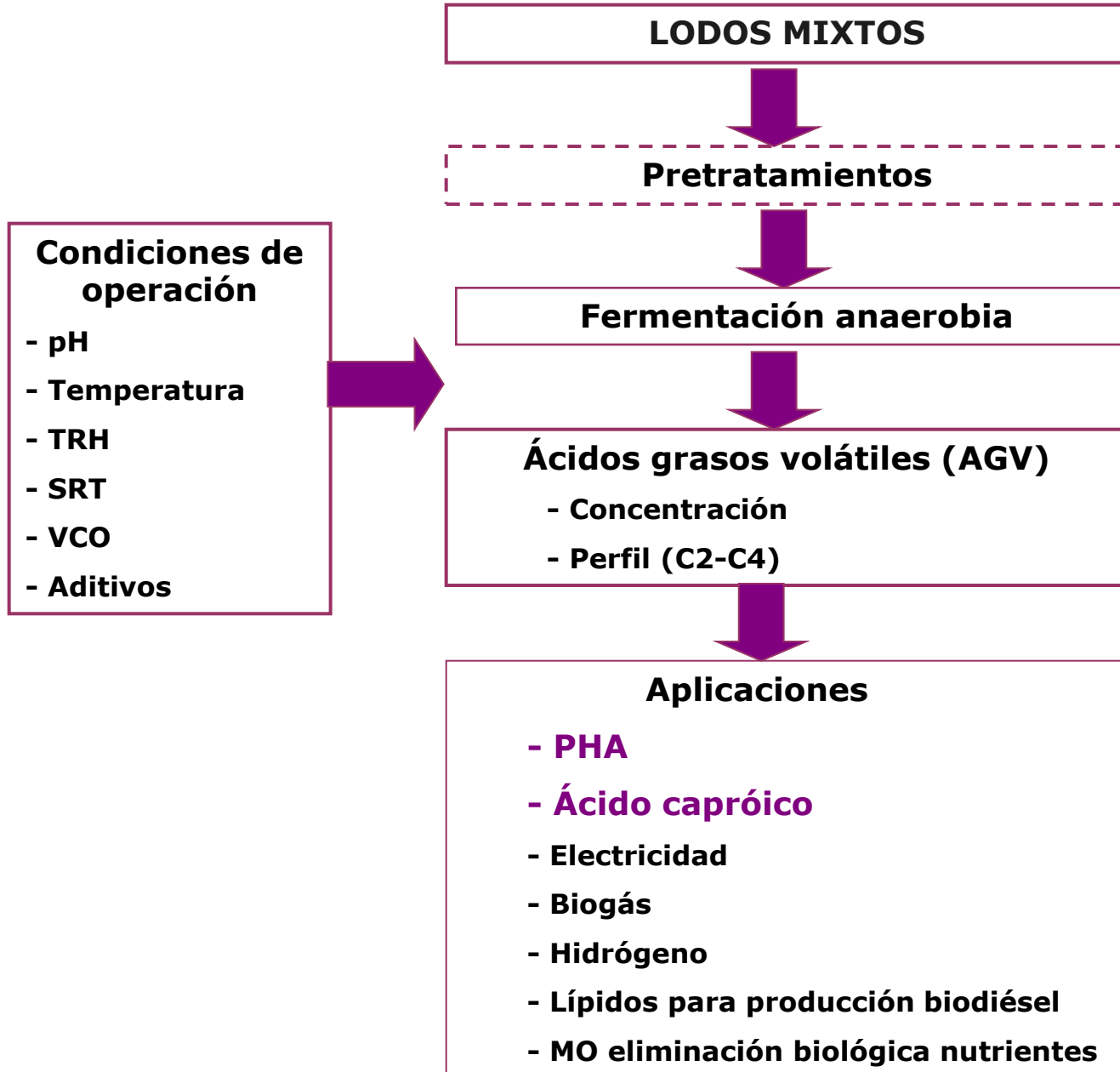
DESVENTAJAS

- Baja selectividad del producto
- Bajas velocidades de producción
- Más complejo los procesos de separación y purificación



ESTRATÉGIAS DE OPERACIÓN

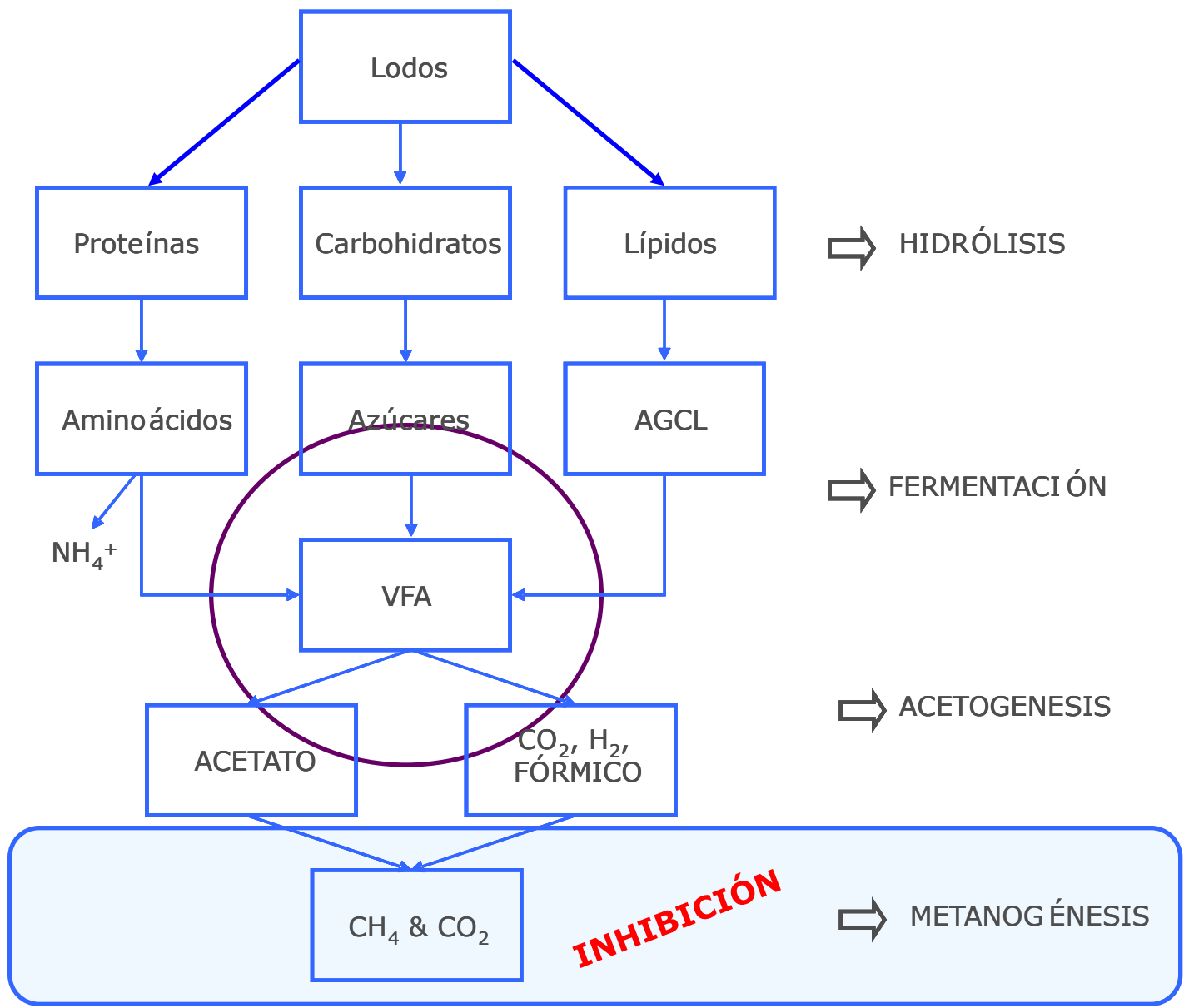
4 . PLATAFORMA CARBOXILATOS



Cultivos mixtos
Subproductos materia prima

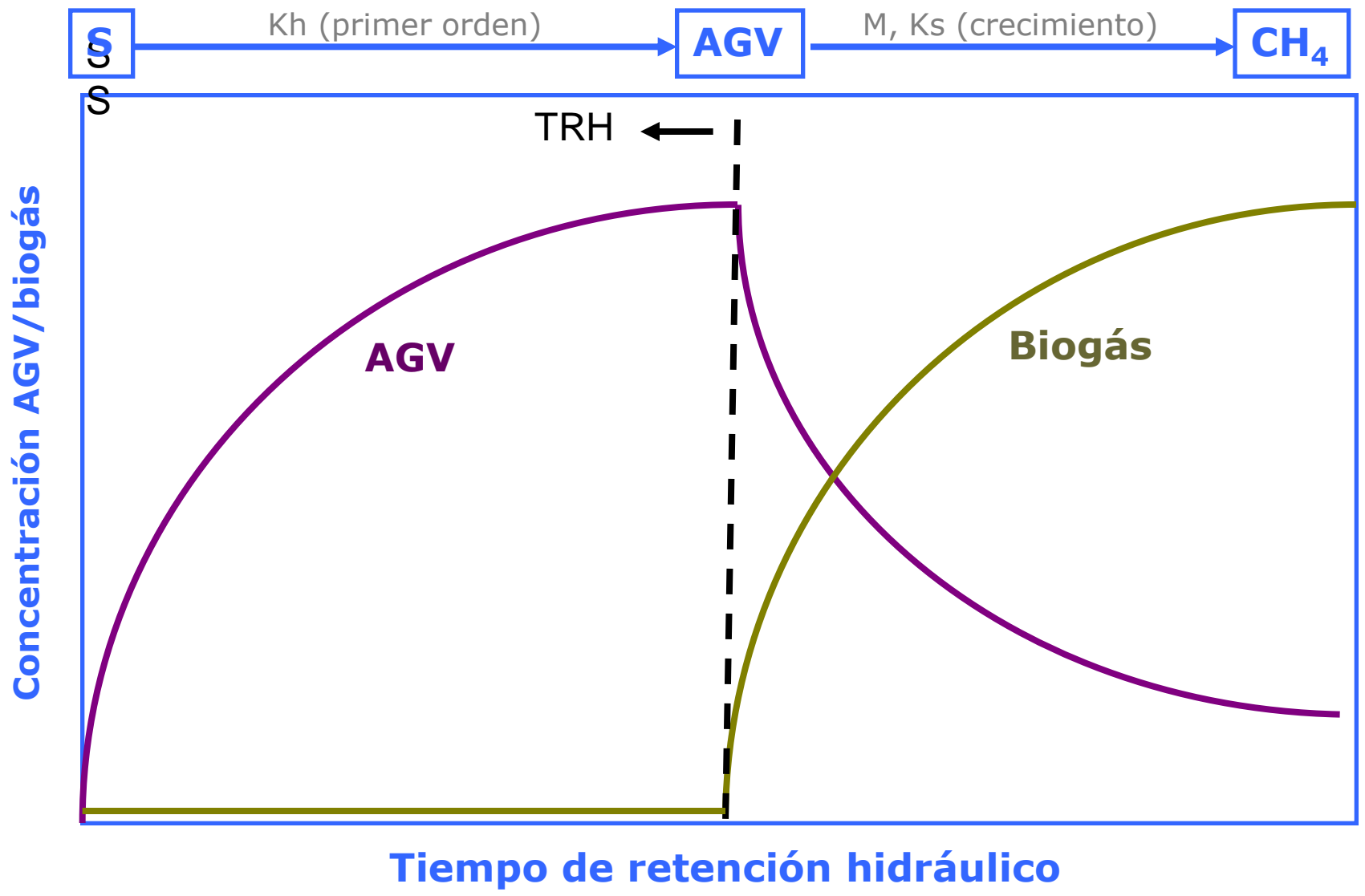
4 . PLATAFORMA CARBOXILATOS

Digestión anaerobia como fuente AGVs



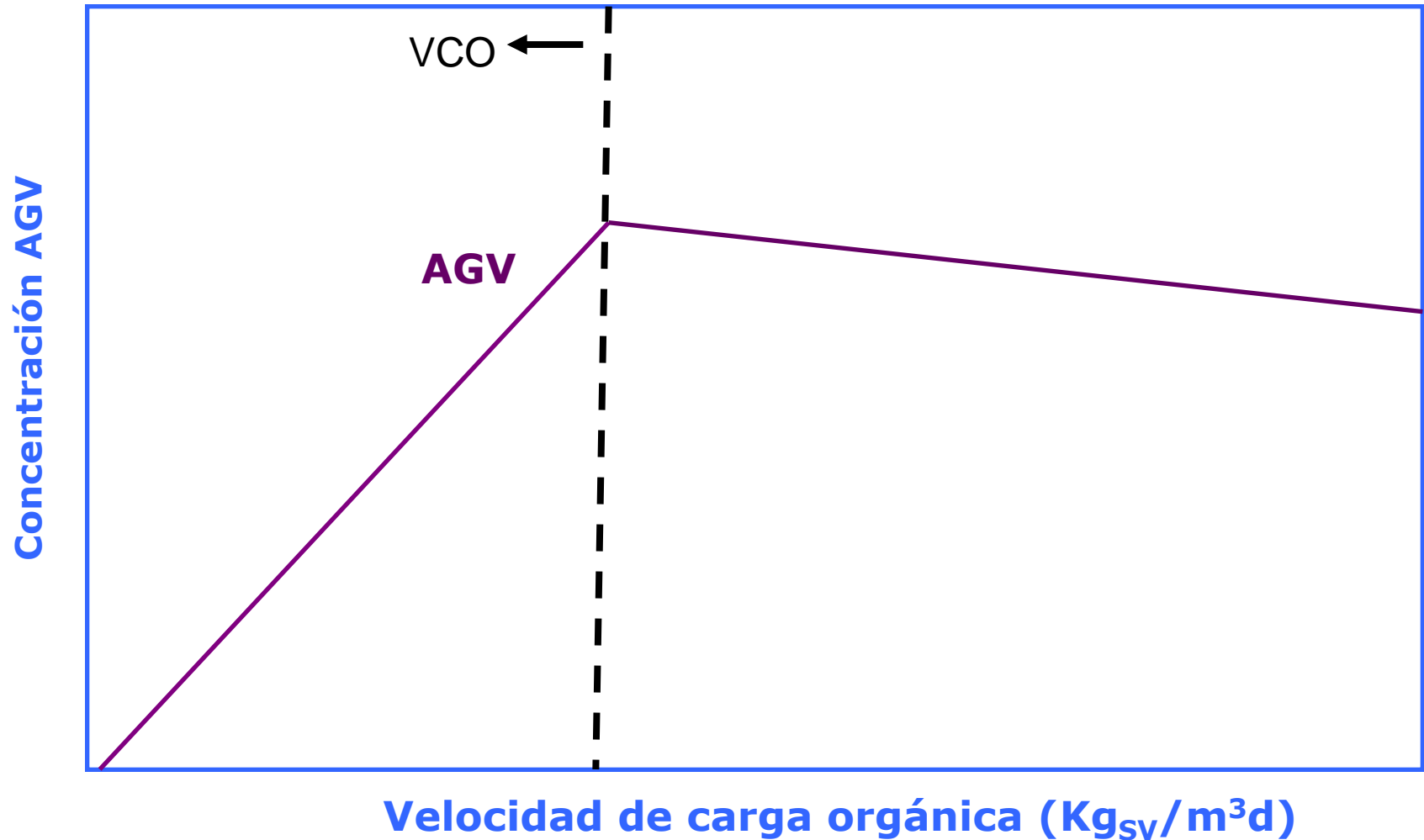
3. PLATAFORMA CARBOXILATOS

Tiempo de retención hidráulico



3. PLATAFORMA CARBOXILATOS

Velocidad de carga orgánica



Otros Parámetros de operación

pH

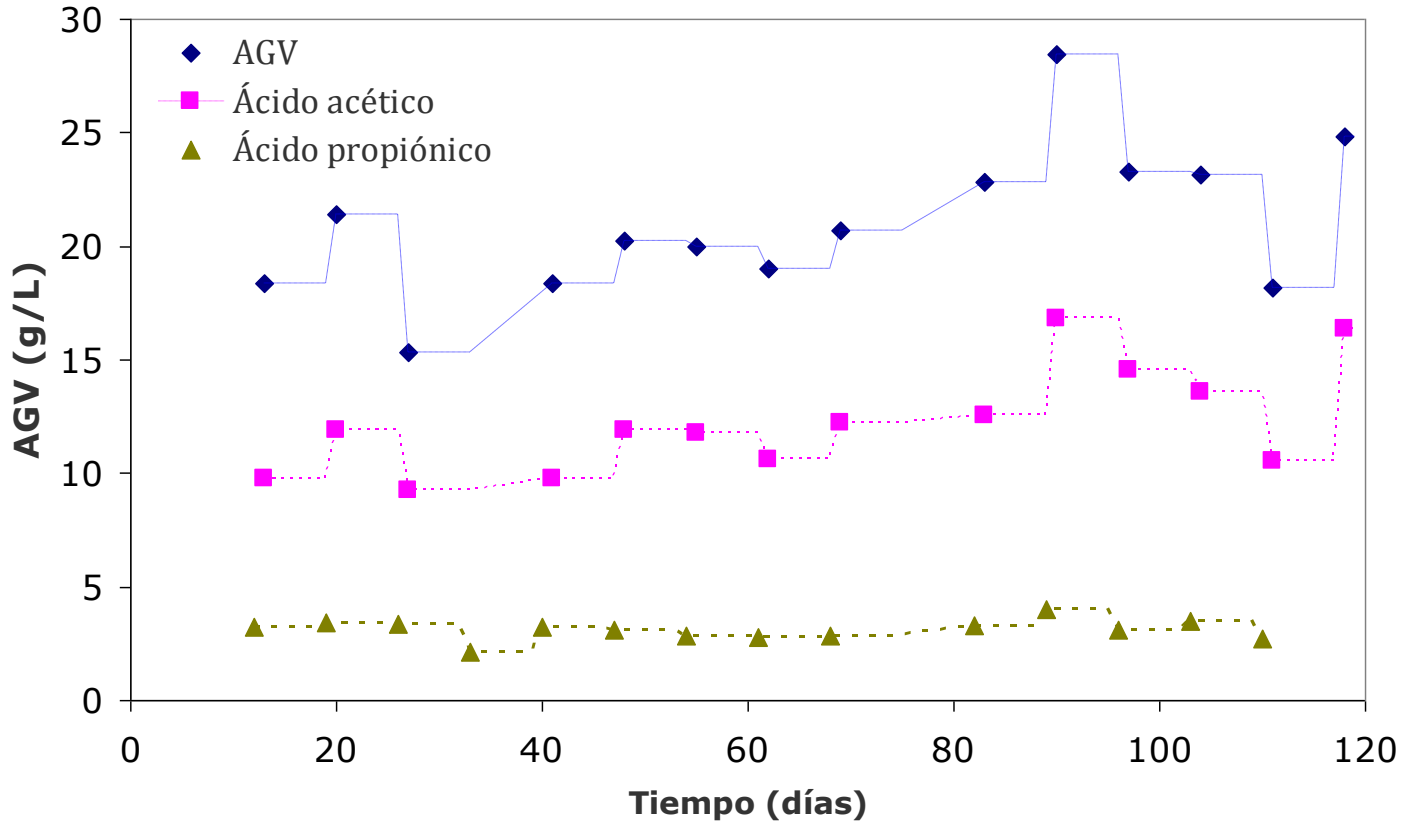
*Rangos entre 4-11; Dependiente de la composición sustratos;
Lodos de EDAR mejores rendimientos en pH básicos.*

Temperatura

- *Psicrofílico (4-20°C)*
- *Mesofílico (20-50°C)*
- *Termofílico (50-60°C)*
- *Hipertermófilo (60-80°C)*

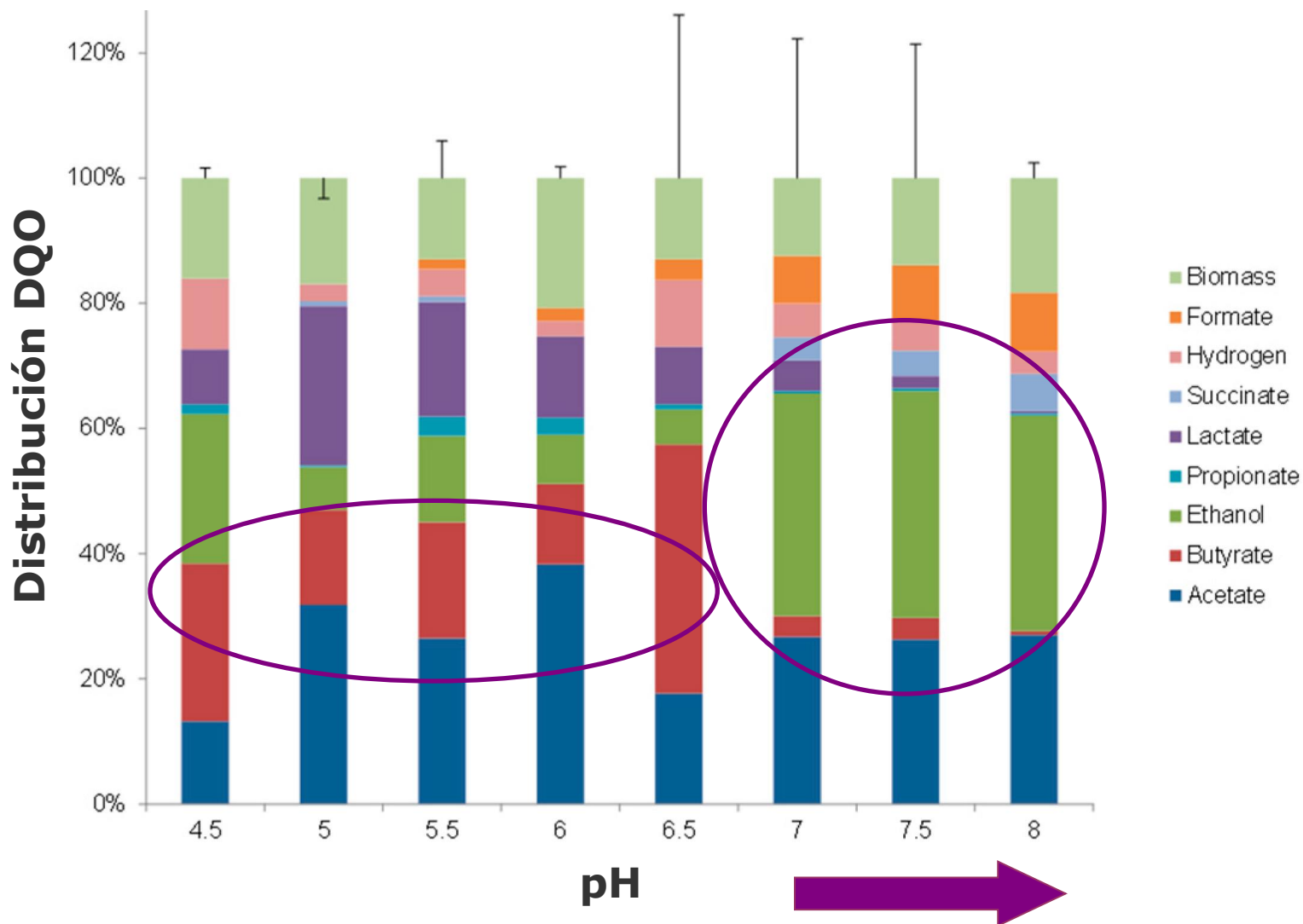
Mesofílico > psicrofílico // Termofílico/Hipertermofílico > Mesofílico ??

4. PLATAFORMA CARBOXILATOS



4. PLATAFORMA CARBOXILATOS

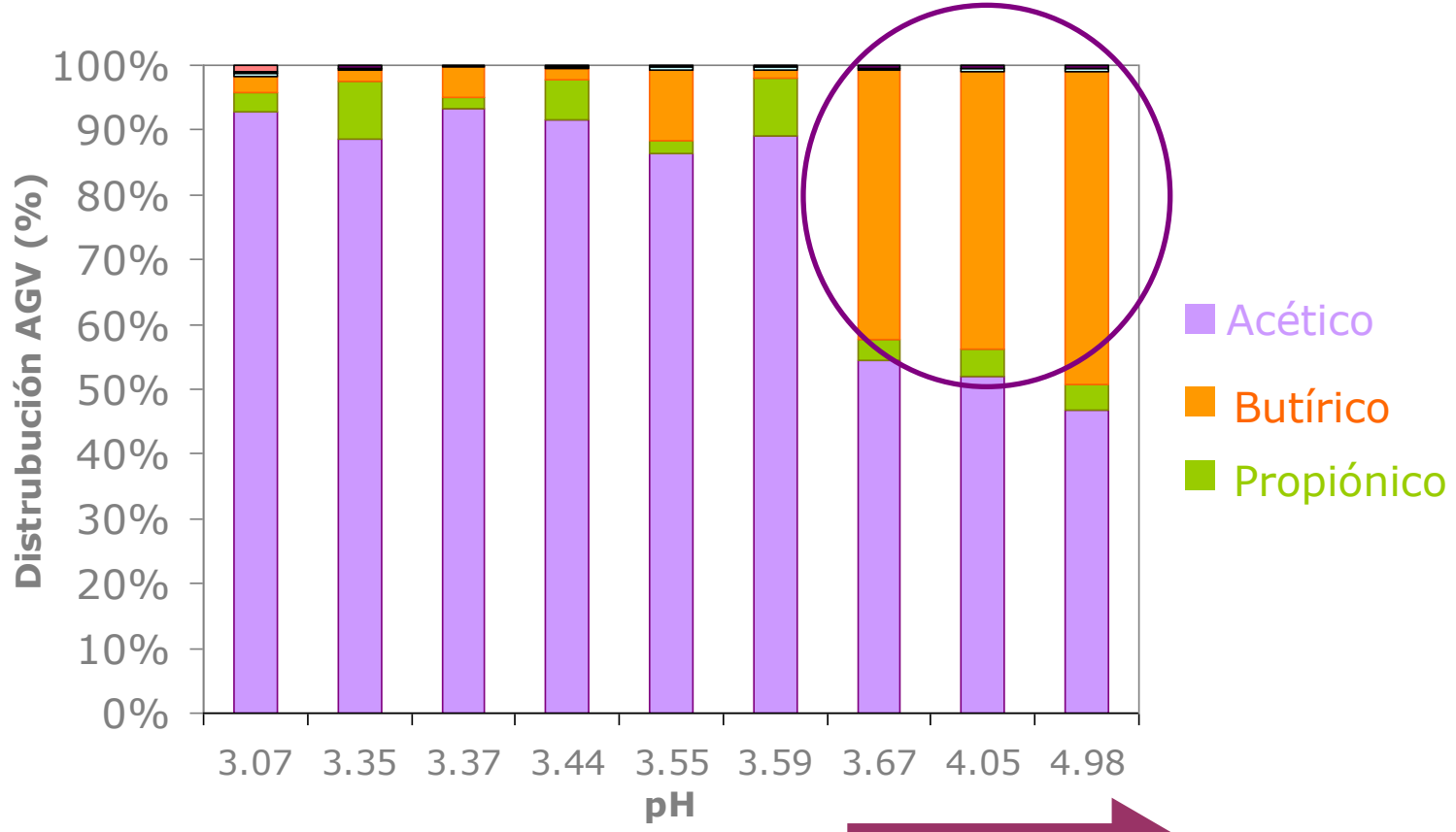
Perfil de ácidos grasos volátiles en función del pH



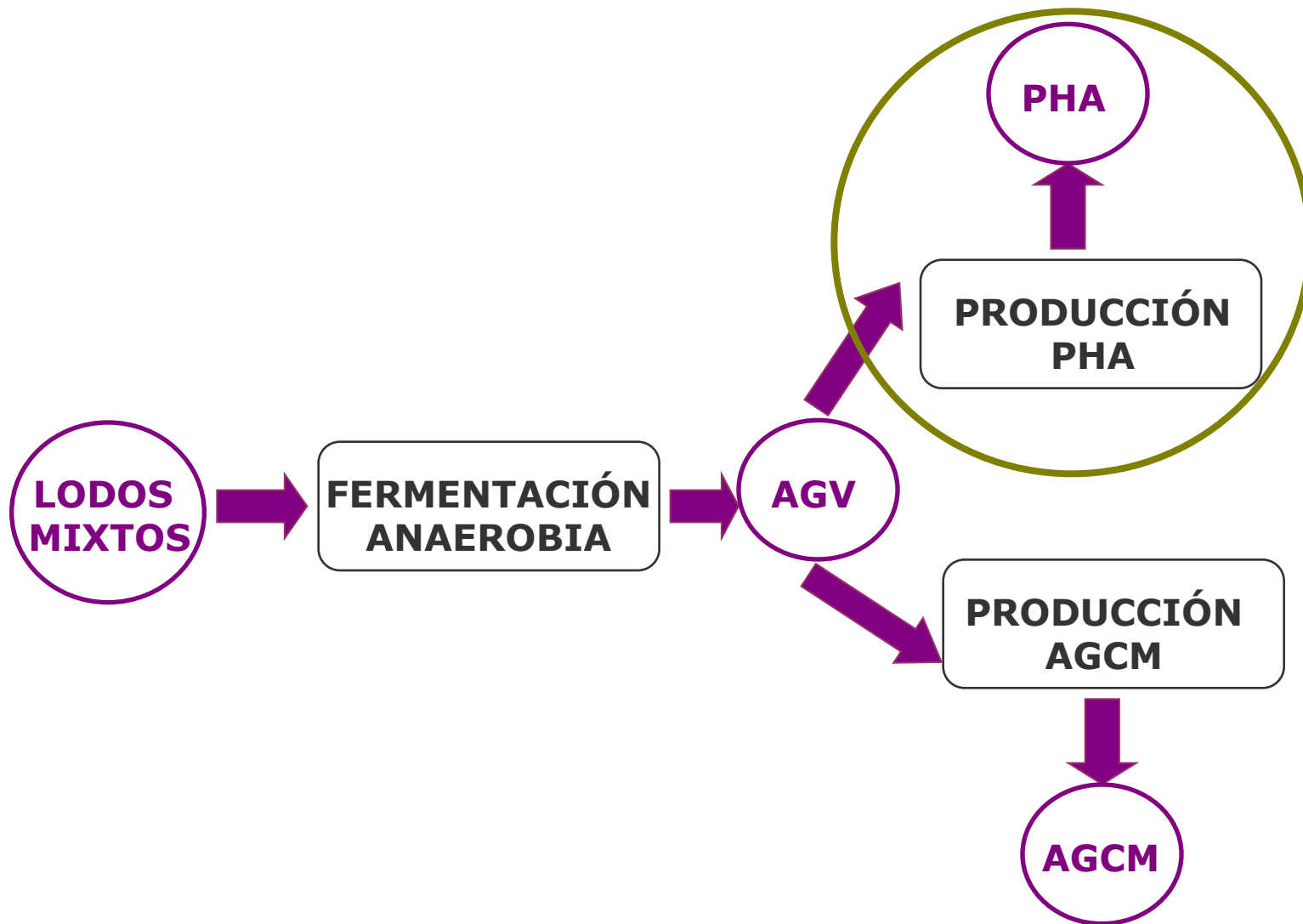
3. PLATAFORMA CARBOXILATOS

Perfil de ácidos grasos volátiles en función del pH

Mezcla co-digestión (elevado componente fibra)
Termófilo; TRH= 10 días; VCO: 14 Kg_{SV}/m³d



4 . PLATAFORMA CARBOXILATOS



5. PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS

Antecedentes

- Se producen alrededor de 206 Mt de plásticos anualmente en el mundo.
- Se estima un consumo de 100 Kg por año y cápita en Europa
- La mayor parte terminan en los vertederos, océanos y en el medio ambiente en general, con consecuencias nefastas para el medio ambiente.
- Versátiles, ligeros, baratos, resistentes al agua, durables (100 años).

“El parche basura del pacífico”



5. PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS

Antecedentes

- **Bioplásticos:**

- Plásticos producidos a partir de **materiales renovables** y son **biodegradables**
- *Poliamida*: producido a partir de materiales renovables pero no es biodegradable
- *Policaprolactona*: producido a partir de fuentes fósiles pero que es biodegradable

- **Tipos:**

- Materiales a partir de almidón
- Materiales a partir de celulosa "cellophone"
- Ácido poliláctico
- **PHA: alta resistencia al calor y humedad; Baja penetración mercado**

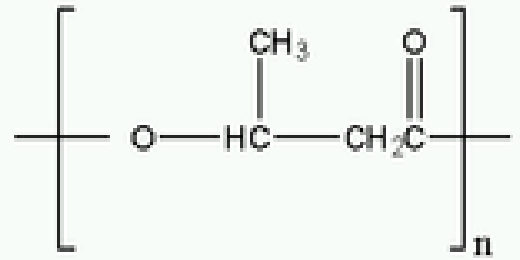


5. PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS

Polihidroxicanoatos

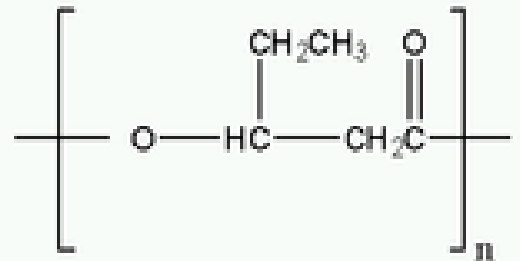
- Los PHA pertenecen a la familia de los poliésteres biodegradables termoplásticos.
- Se sintetizan mediante un proceso biológico a partir de bacterias que los acumulan en su interior cuando crecen a partir de sustratos ricos en carbono.

Acético ➡ Polihidroxibutirato

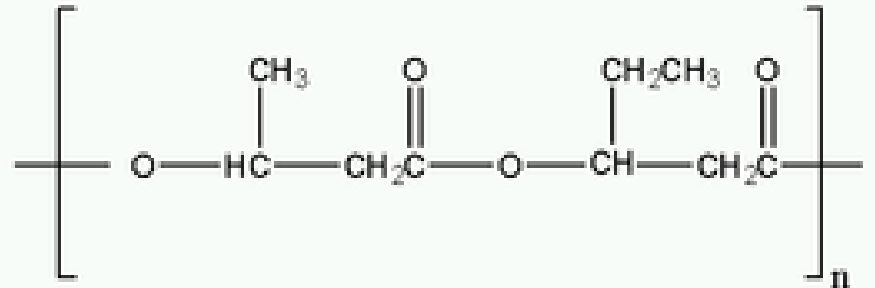


PH3B

Propiónico ➡ Polihidroxivalerato



PHV



PHBV

Mix AGV

Mejores propiedades comercialización

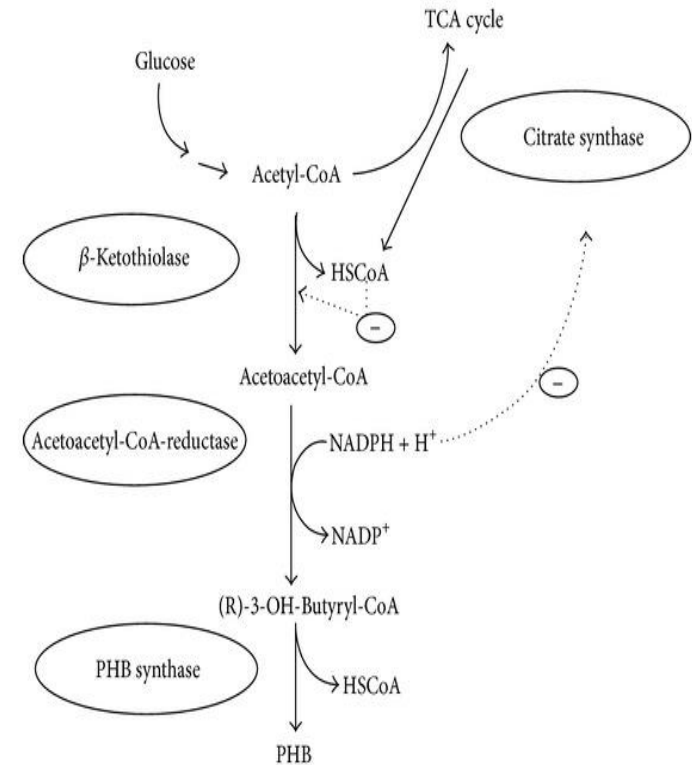
5. PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS

Polihidroxicanoatos

- Condiciones de crecimiento desequilibradas.
- Bajo la limitación de nutrientes.
- PHA es almacenado en el interior de las células.
- Estado amorfo y formando gránulos
- Existen más de 300 especies almacenan PHA.



"*Rastonia eutropha*"



5. PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS

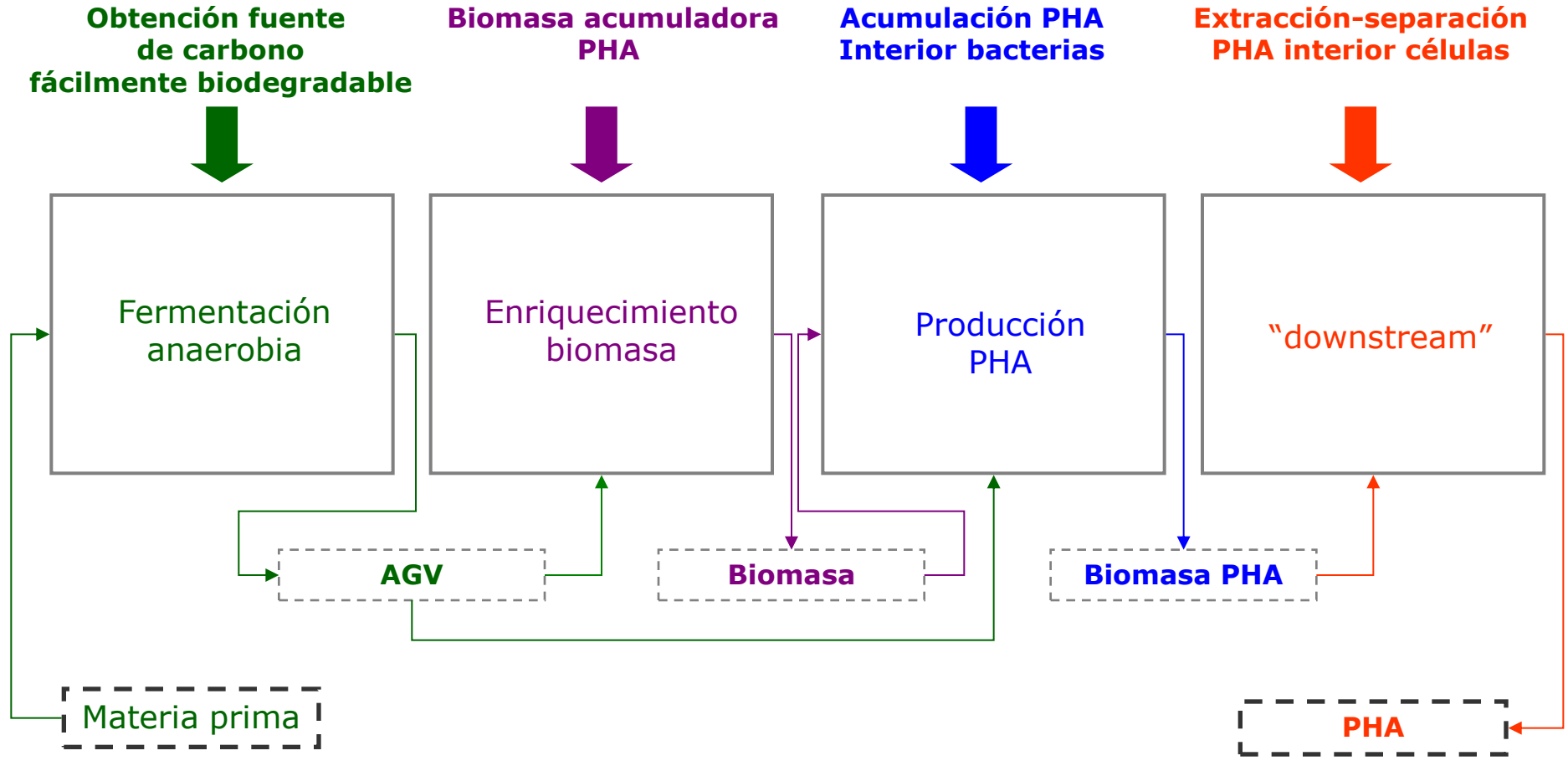
Polihidroxicanoatos

- Se fabrican a nivel industrial:
 - Cultivos puros a partir de bacterias modificadas genéticamente.
 - Sustratos puros.
 - Producción de PHA de 100 g/L en 40h con un contenido del 90% PHA.
 - Elevados precios de mercado, entre 20-80% más altos que los obtenidos de fuentes no renovables, dificultando su penetración en el mercado
- Factores que influyen en su coste de producción:
 - La energía necesaria para la esterilización del proceso.
 - El rendimiento del PHA por sustrato.
 - La eficiencia del proceso de "downstream".
 - Coste de la materia prima .



5. PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS

Producción de PHA a partir de cultivos mixtos y corrientes residuales



5. PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS

Enriquecimiento de biomasa

Estrategias de operación "aplicación presión de selección"



Sequential batch reactor

Parámetros de operación

- TRH
- TRC
- Tiempo del ciclo
- Concentración carbono
- Temperatura: 20-30 °C
- pH:6.5-7

- Periodos intermitentes aerobios/anaerobios

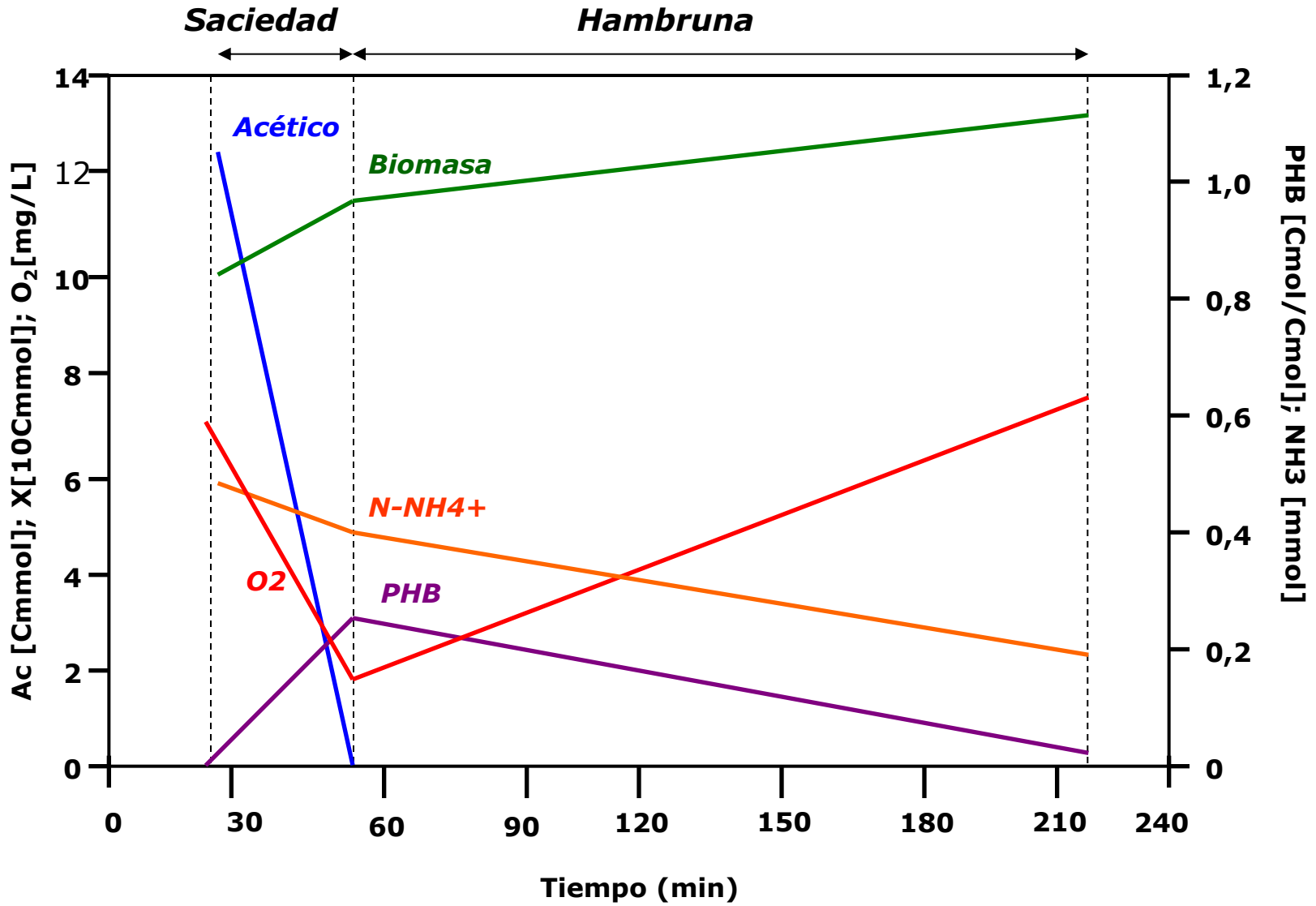
- Condiciones aerobios utilizan el C para crecer
- Condiciones anaerobias utilizan el C para almacenarlo en forma de PHA

- Periodos intermitentes de fuente C "saciedad-hambruna"

- "Saciedad" utilizan C crecer y acumular PHA
- "Hambruna" utilizan PHA para crecer

5. PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS

Enriquecimiento de biomasa



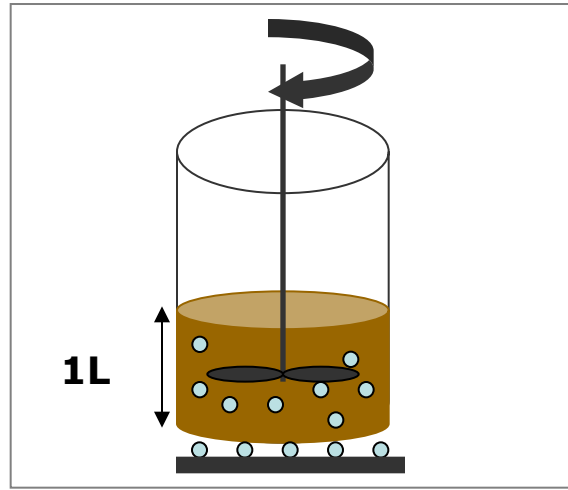
5. PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS

Enriquecimiento de biomasa

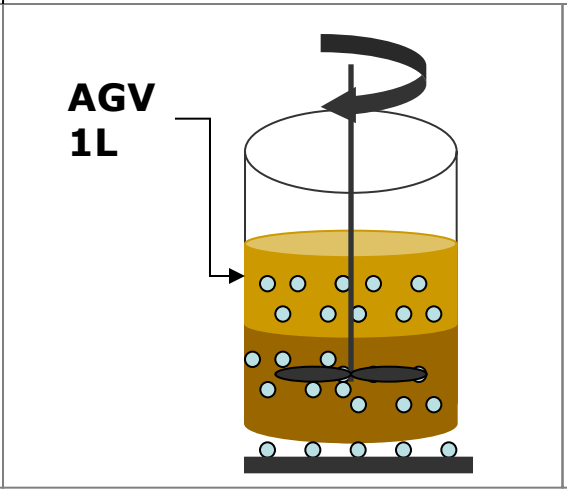
CICLOS 4 h TRH: 8 h; TRC: 24 h

"Saciedad- Hambruna"

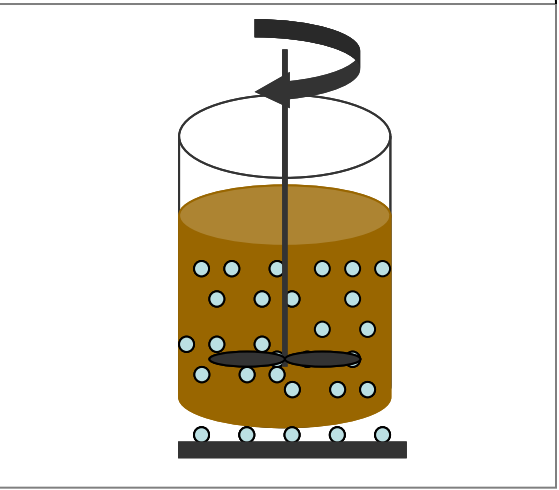
FASE INICIAL: 10 min



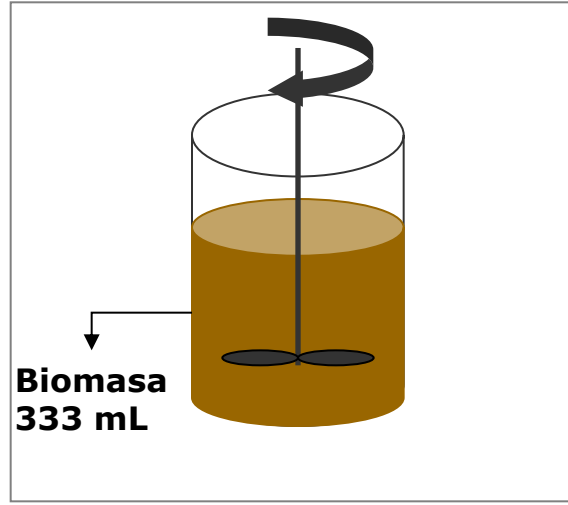
FASE INFLUENTE: 5 min



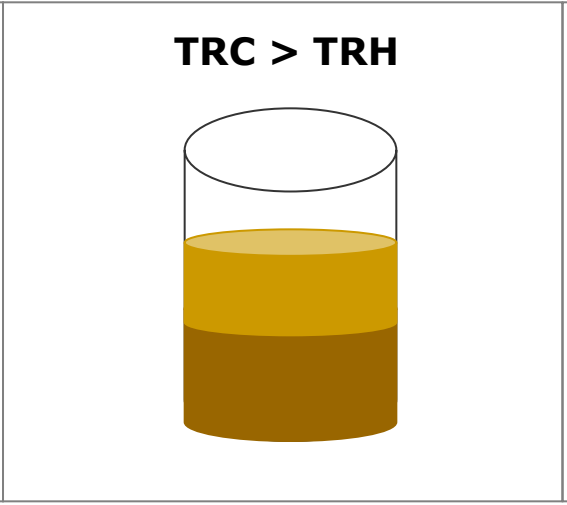
FASE REACCIÓN: 45 min



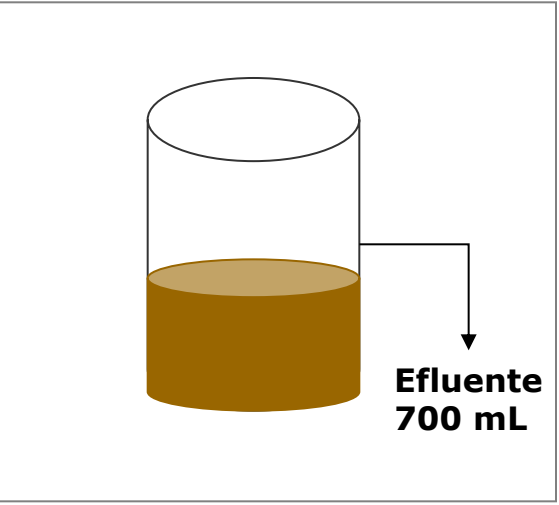
FASE EXTR. BIOMASA: 10 min



FASE SEDIMENTACIÓN: 15 min

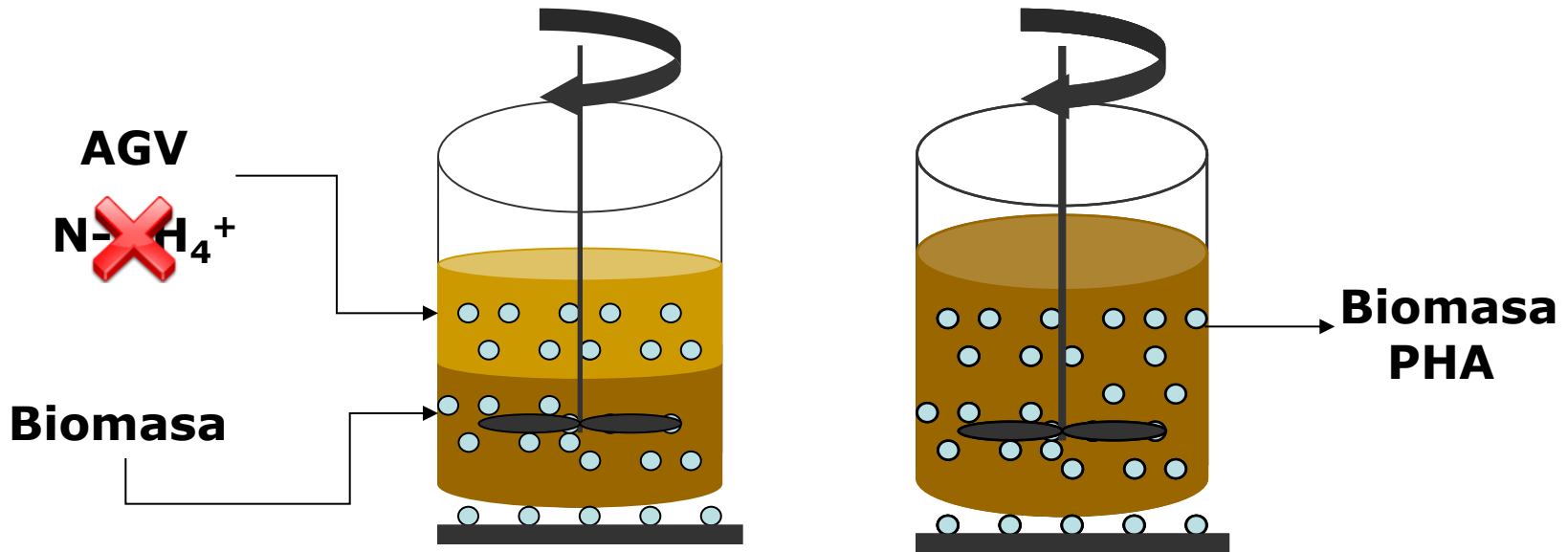


FASE EFLUENTE: 10 min



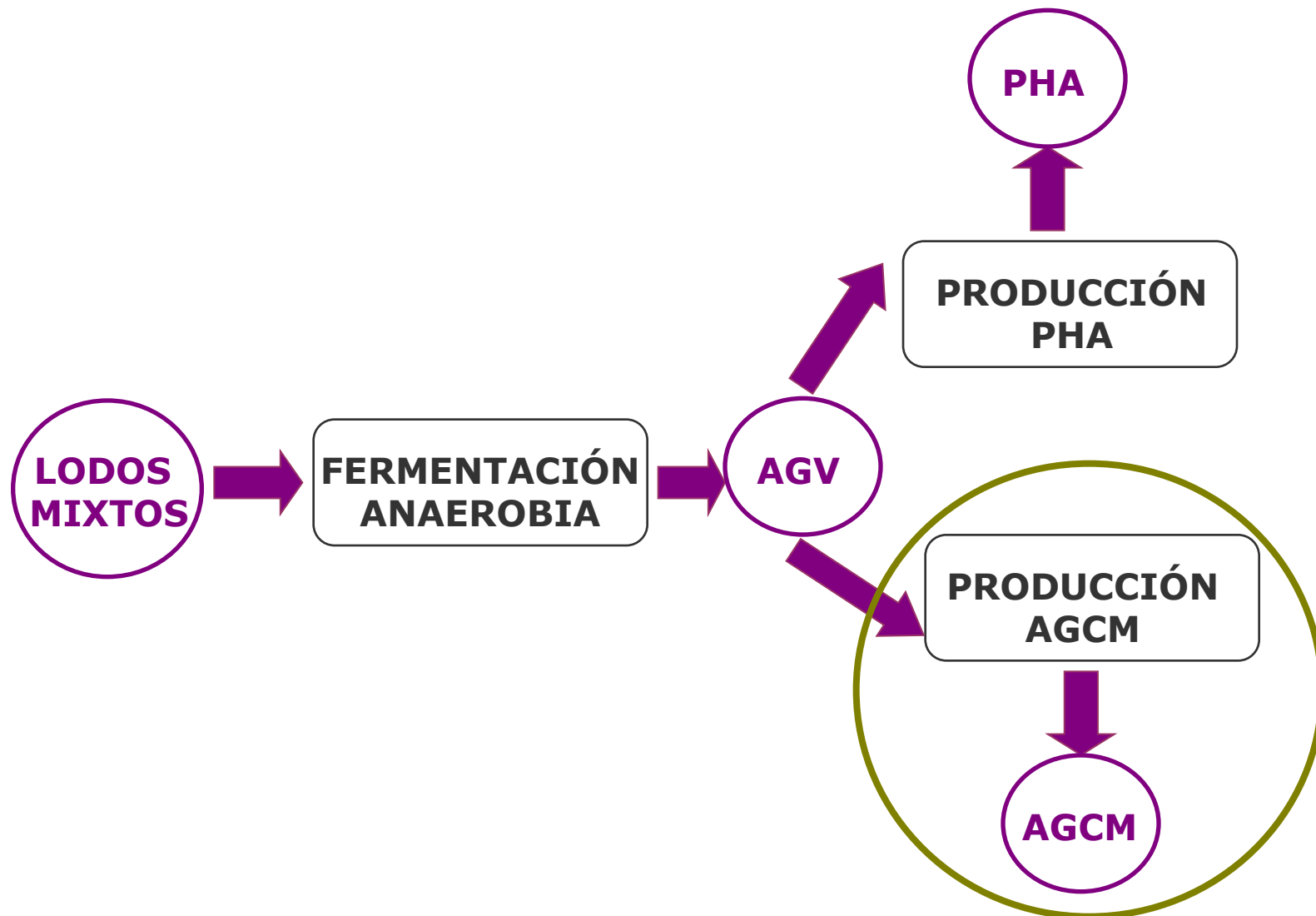
5. PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS

Producción PHA



- Productividad de PHA (%PHA SSML)
- Rendimiento de almacenamiento PHA $Y_{PHA/S}$ (mgDQO/mgDQO)
- Velocidad de producción PHA q_{PHA} (mgDQO/mgX/h)

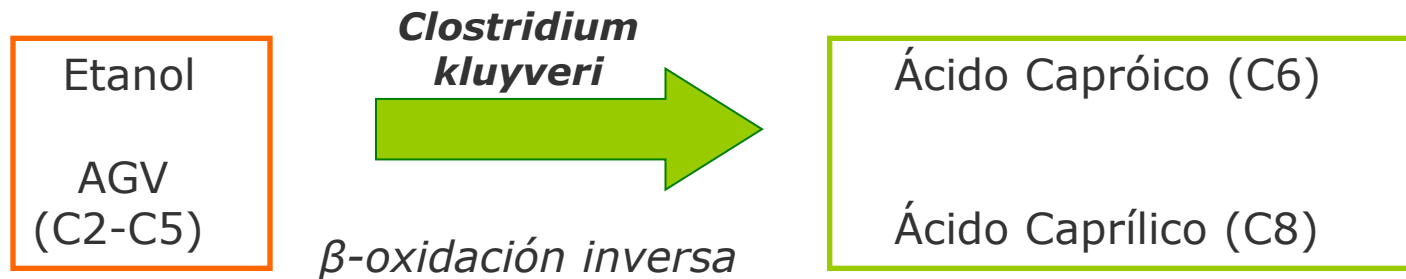
4 . PLATAFORMA CARBOXILATOS



5. PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE CADENA MEDIA

Elongación de cadena basada en cultivos mixtos

CONDICIONES ANAERÓBICAS



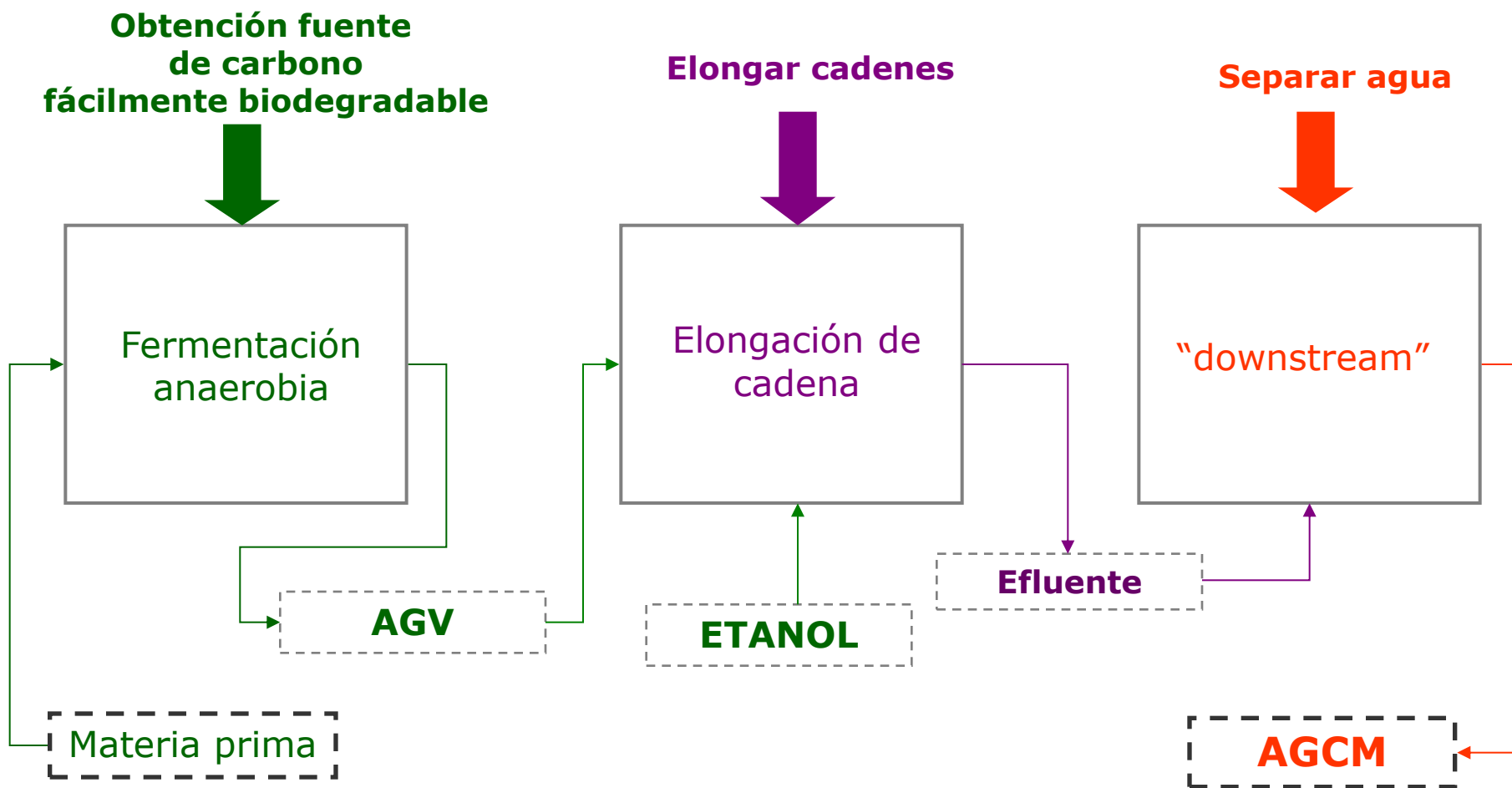
4. PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE CADENA MEDIA

Elongación de cadena basada en cultivos mixtos

- Usos antimicrobianos, inhibidores de la corrosión, precursores producción del biodiesel, producción bioplásticos...
- Baja solubilidad agua con lo que reduce los costes de separación "downstream" posterior.
- Usos de residuos orgánicos para la producción de AGV.
- Usos de etanol diluido procedente de residuos lignocelulósicos.
- Los AGCM son menos solubles que el etanol, por lo que transformando el etanol en AGCM se mantiene su valor, y se reducen los costes de destilación.

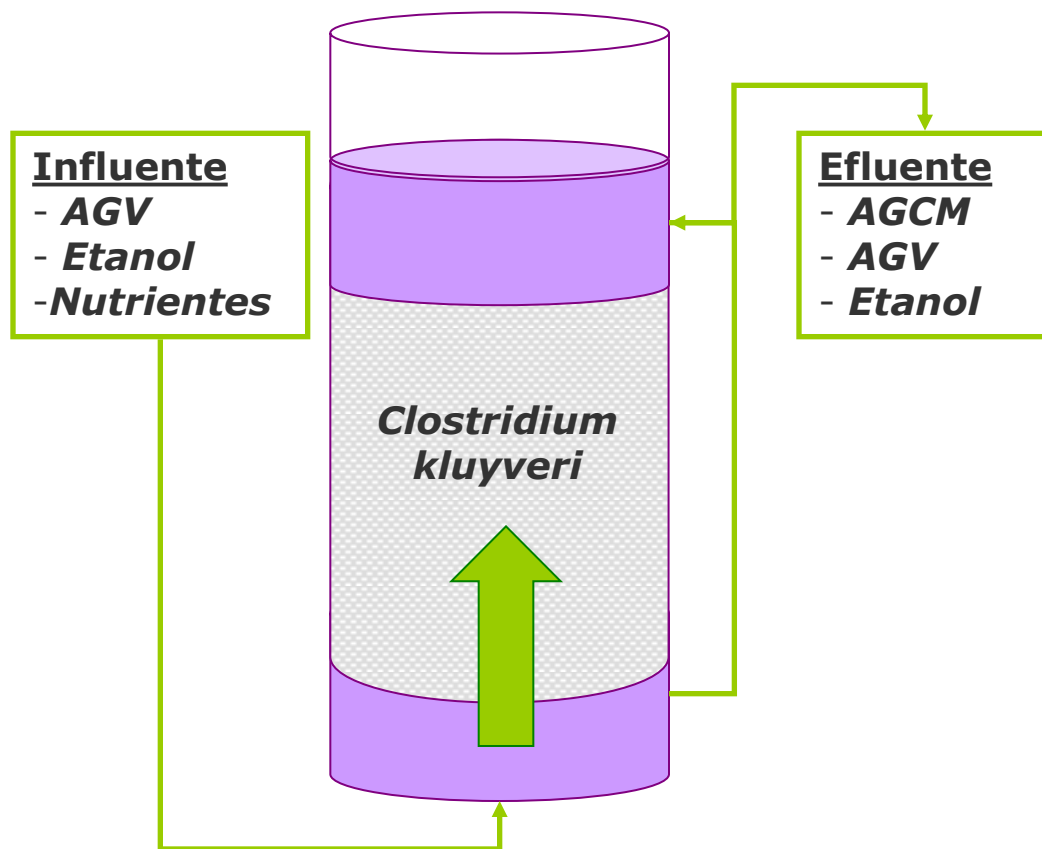
4. PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE CADENA MEDIA

Elongación de cadena basada en cultivos mixtos



5. PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE CADENA MEDIA

Elongación de cadena basada en cultivos mixtos



CONDICIONES DE OPERACIÓN

-TRC

-TRH

-Concentración AGV

-Concentración etanol

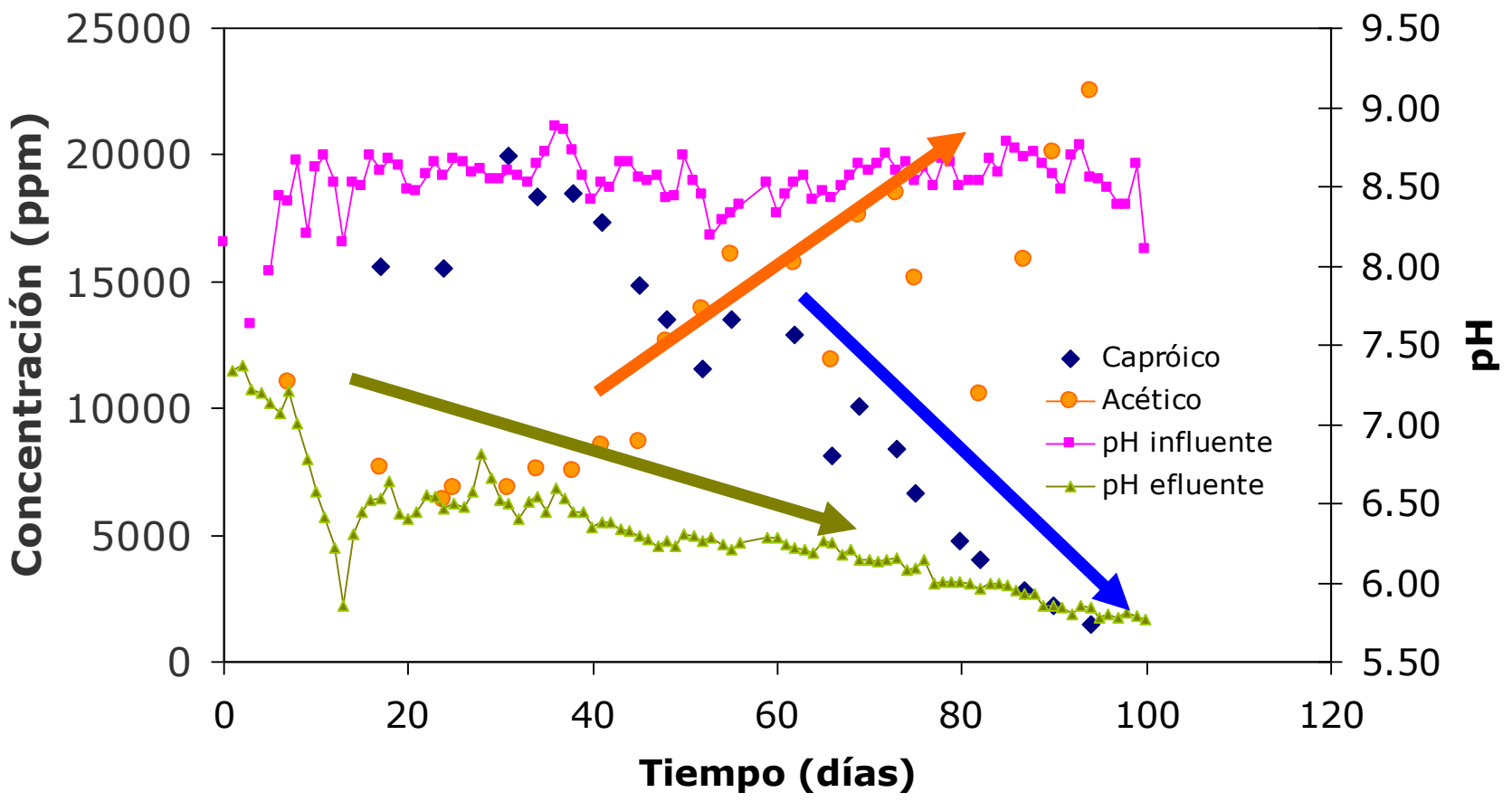
-Relación AGV/etanol

-Temperatura

-pH

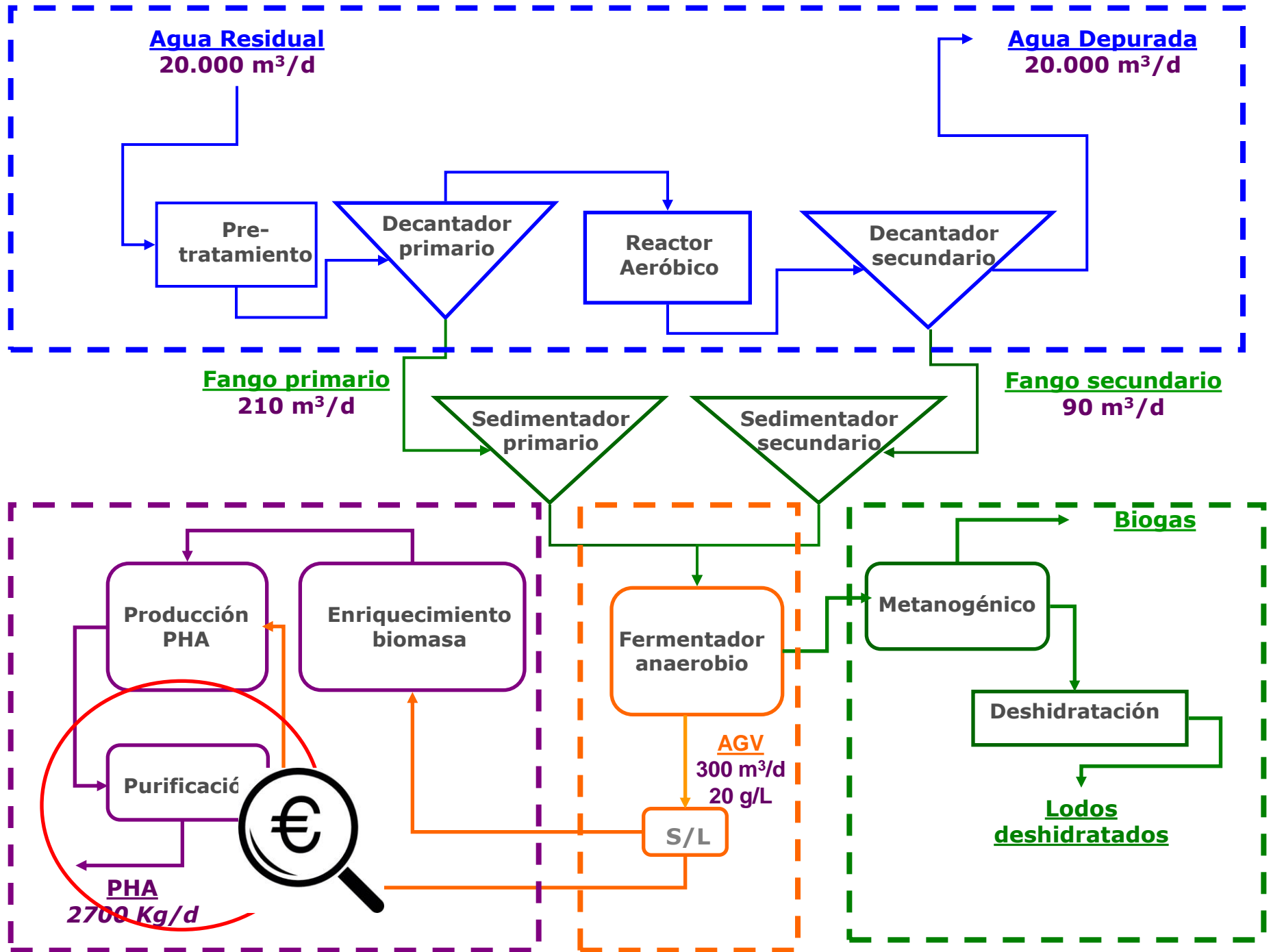
- Perfil AGV

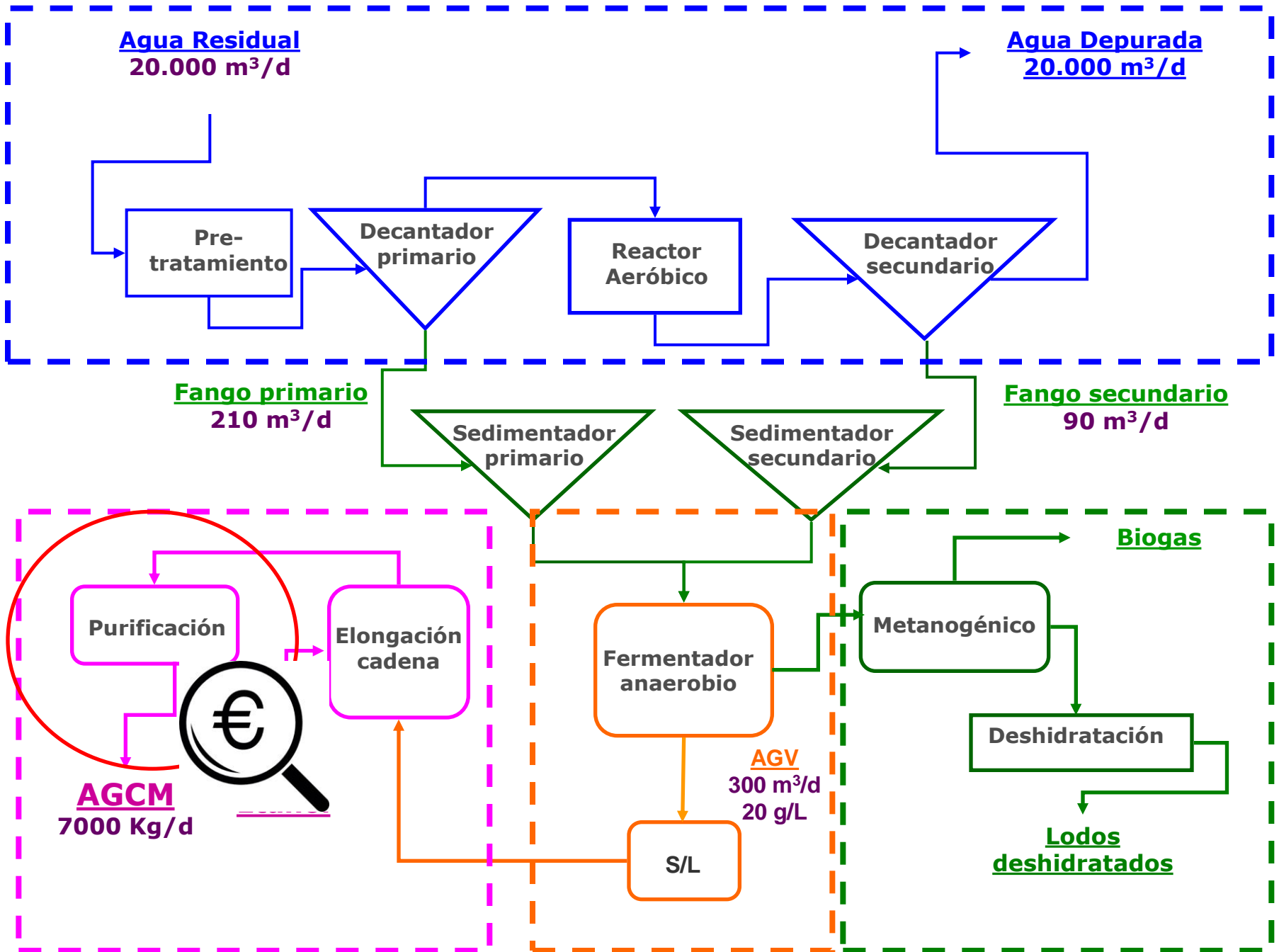
5. PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE CADENA MEDIA



¿ Puede ser una EDAR una biorefinería?







Conclusiones

- Proceso de digestión anaerobia en 2 fases para aprovechamiento de los lodos de EDAR
- Importancia de las condiciones de operación y de procesos de extracción o no para jugar con el espectro de productos.
- Reducir costes de recuperación y de downstream.
- Múltiples productos objetivo: sales de carboxilatos, PHA, ácido caprónico...
- Importancia de las condiciones de mercado en cada momento

Muchas gracias por su atención

Gracia Silvestre

gsilvestre@ainia.es



ECO
.....
INNOVACION
..... PARA UN
FUTURO
SOSTENIBLE
.....
AGUA | ALIMENTACIÓN | RESIDUOS | BIOENERGIA

ainia MEDIO
AMBIENTE

SOLUCIONES ECO-EFICIENTES
PARA LA EMPRESA