

Tecnologías para el tratamiento de los lodos

Sesión 5

11/02/2022



Tratamiento de los lodos II

Dr. Santiago Septien Stringel

WASH R&D Centre, Universidad de KwaZulu-Natal, Durban, Sudáfrica



WASH R&D CENTRE
Water Sanitation & Hygiene Research & Development Centre

Descripción de sesión 5

❖ Tema

Tratamiento de los lodos II

❖ Conceptos a ser cubiertos

- i) Tratamiento biológico
- ii) Tratamiento físico
- iii) Tratamiento mecánico
- iv) Tratamiento químico
- v) Tratamiento térmico
- vi) Tratamiento termoquímico
- vii) Tratamiento hidrotermal

Tipos de tratamiento

❖ Tratamiento físico

Sedimentación, lechos de secado

❖ Tratamiento biológico

Digestión anaeróbica, co-compostaje, compostaje con lombrices, digestión por larvas de mosca negra, entierro en zanjas profundas

❖ Tratamiento mecánico

Deshidratación mecánica

❖ Tratamiento químico

Adición de cal, adición de amoníaco, celda electroquímica, coagulación/floculación

❖ Tratamiento térmico

Secado térmico, pasteurización térmica, hidrolisis térmico

❖ Tratamiento termoquímico

Pirolisis, incineración

❖ Tratamiento hidrotermal

Carbonización hidrotermal, licuefacción hidrotermal, oxidación subcrítica, oxidación supercrítica

Lecho de secado



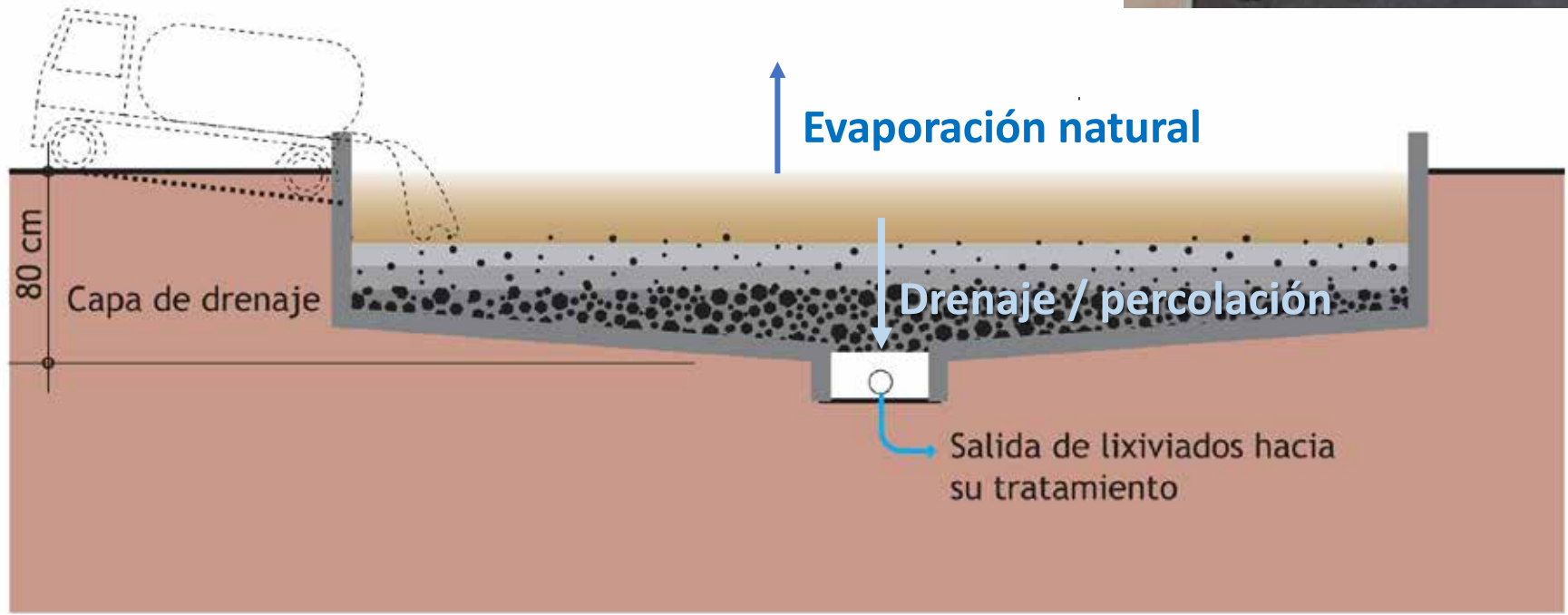
Reducción de volumen y patógenos

Bajo costo



Largos tiempos de procesamiento (semanas)

Largos espacios requeridos y trabajo laboral intensivo



Tilley, E. (2014). *Compendium of sanitation systems and technologies*. Eawag.

Sedimentación



Reducción de volumen

Bajo costo



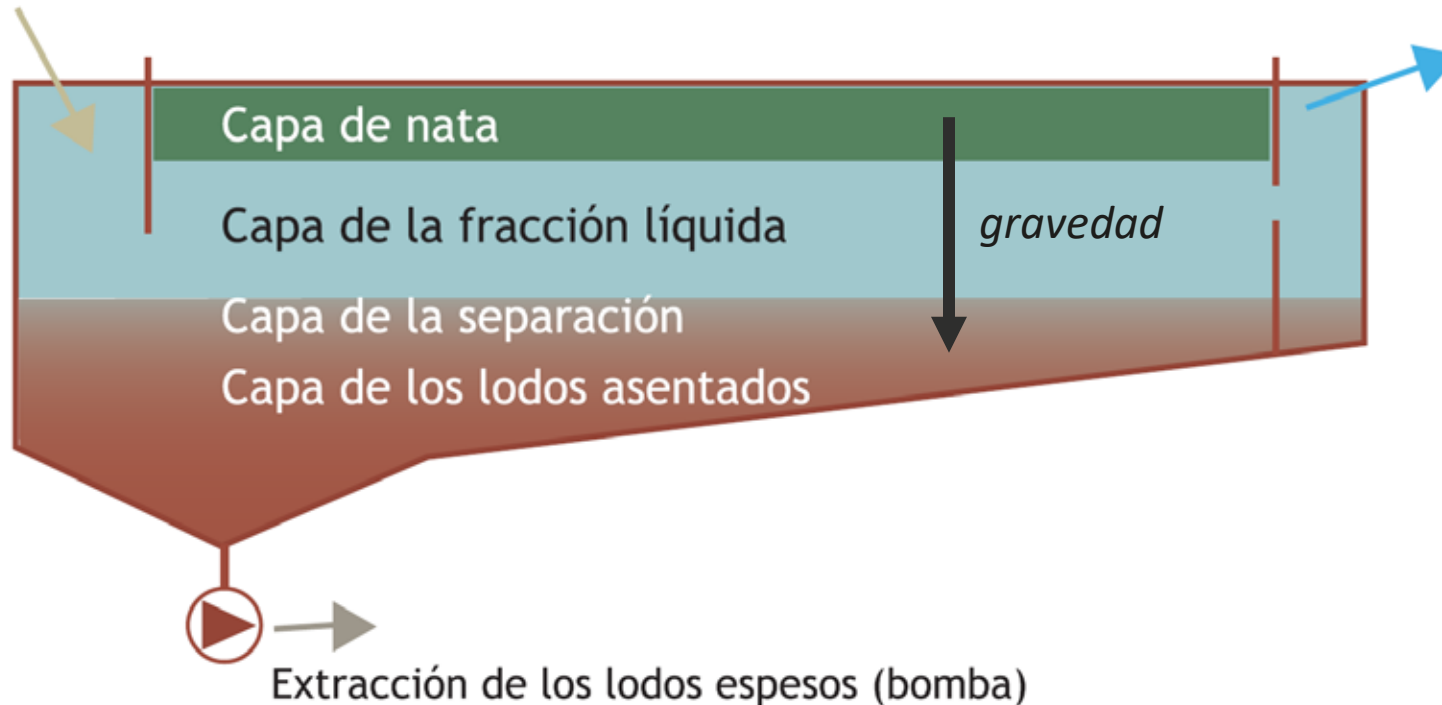
No desinfección

No eliminación de contaminantes

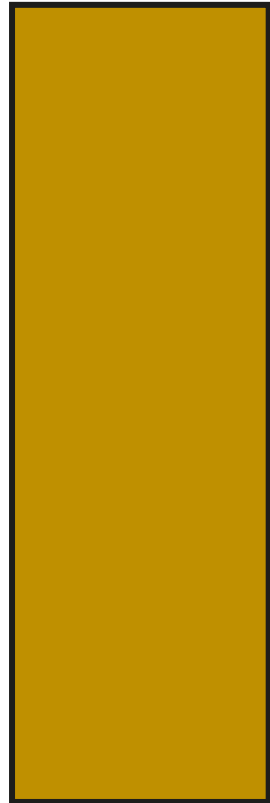


Entrada de los LF (luego del tamizado)

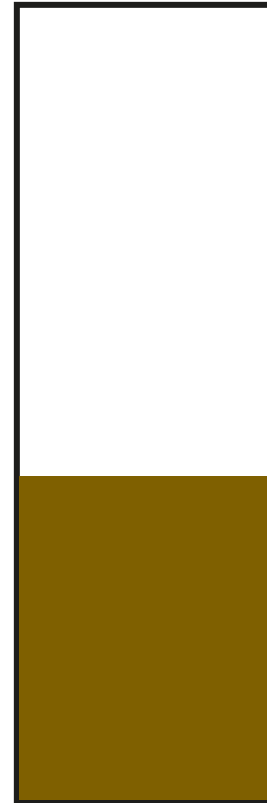
Salida de la fracción líquida



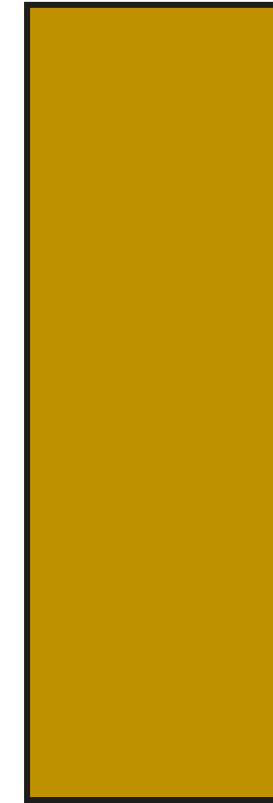
Sedimentación - SVI



Lodo bruto



SVI < 80 mL/g
Buena sedimentación
(flóculos y partículas
densas)



SVI > 250 mL/g
Mala sedimentación
(alto contenido de bacterias
filamentosas y sustancia
poliméricas extracelulares)

Lecho de secado con plantas



Reducción de volumen, nutrientes y patógenos

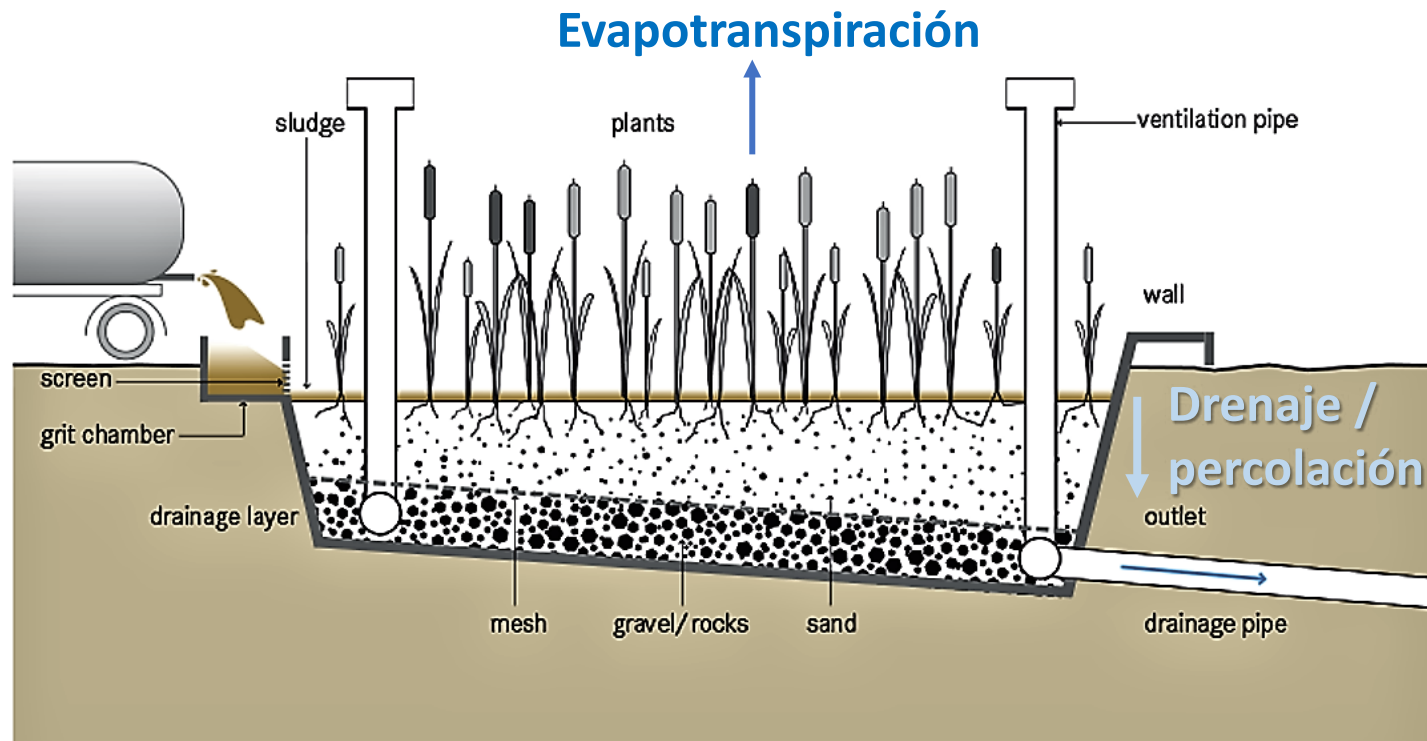
Bajo costo

Producción vegetal



Largos tiempos de procesamiento (semanas)

Largos espacios requeridos y trabajo laboral intenso



Tilley, E. (2014). *Compendium of sanitation systems and technologies*. Eawag.

Digestión anaeróbica



Reducción de contaminantes

Bajo costo y simple a operar

Producción biogás

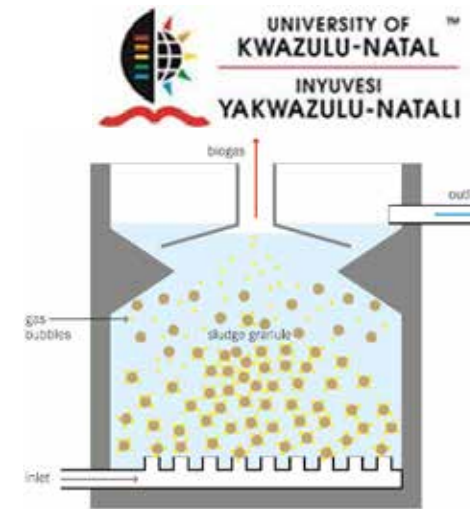
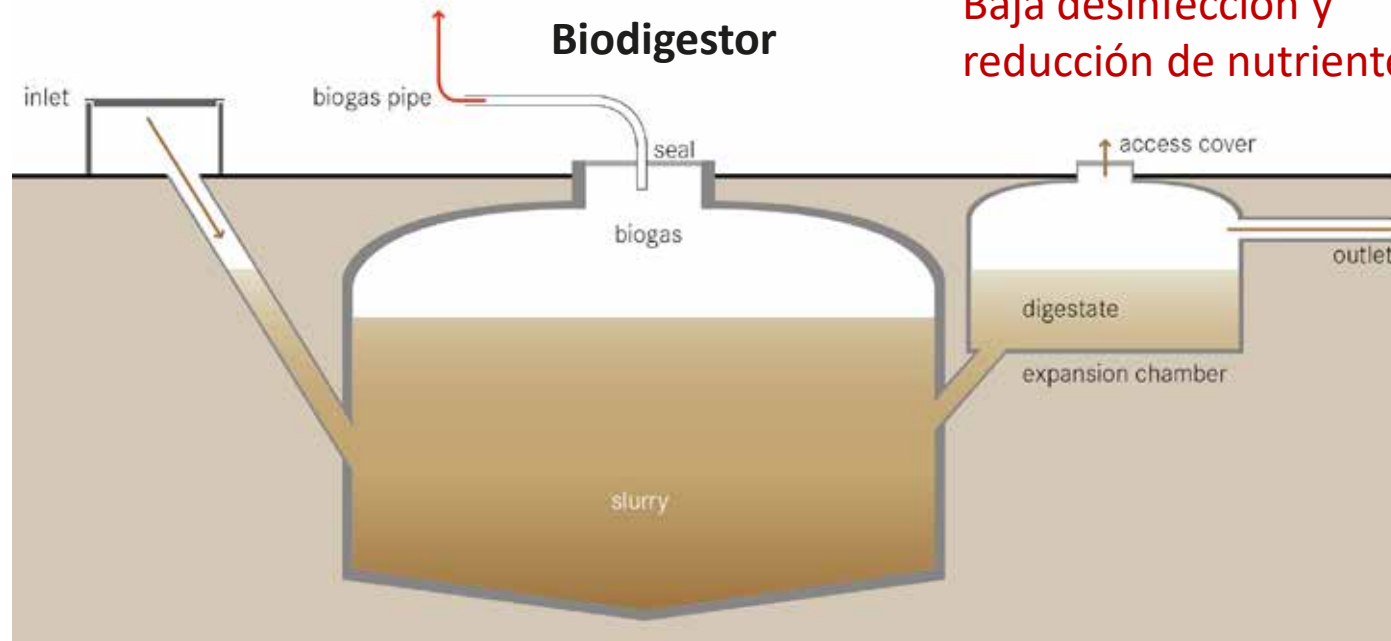


Proceso delicado

Complicado a diseñar y construir

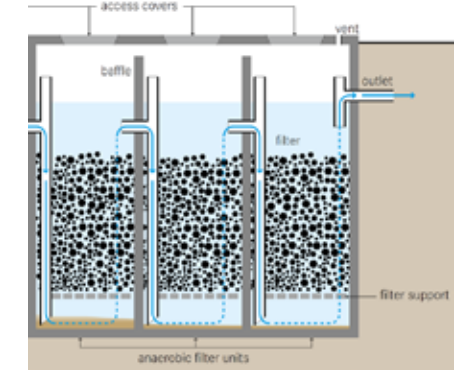
Requiere infraestructura

Baja desinfección y reducción de nutrientes

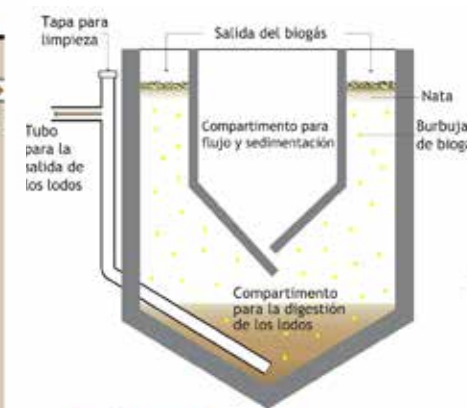


Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente con Manto de Lodos

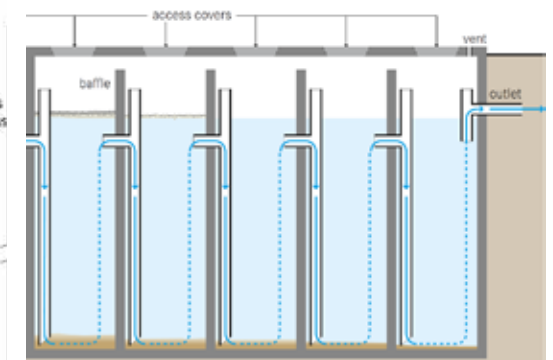
UNIVERSITY OF KWAZULU-NATAL
INYUVESI YAKWAZULU-NATALI
WASH R&D CENTRE
Water Sanitation & Hygiene Research & Development Centre



Filtro anaeróbico



Tanque Imhoff



Reactor anaerobio con deflectores

Co-compostaje



Reducción de patógenos y contaminantes

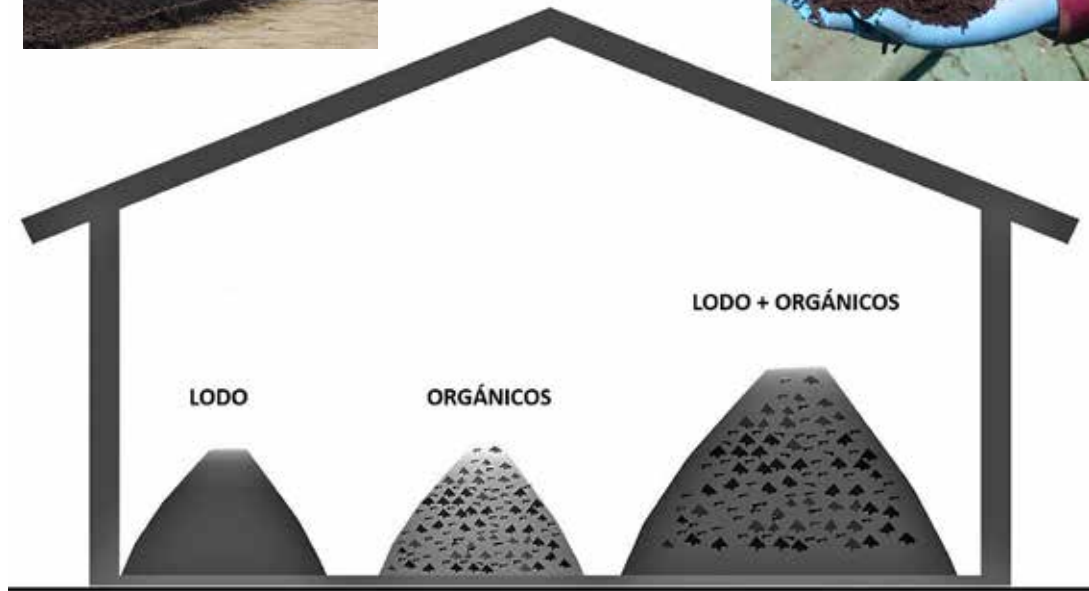
Bajo costo



Largos tiempos de procesamiento

Largos espacios requeridos y trabajo laboral intensivo

Expertos requeridos para el diseño y planeación del proceso



Compostaje con lombrices



Reducción de contaminantes

Bajo costo



Vulnerabilidad de las lombrices

Tecnología en proceso de desarrollo



Digestión por larvas de soldado negro



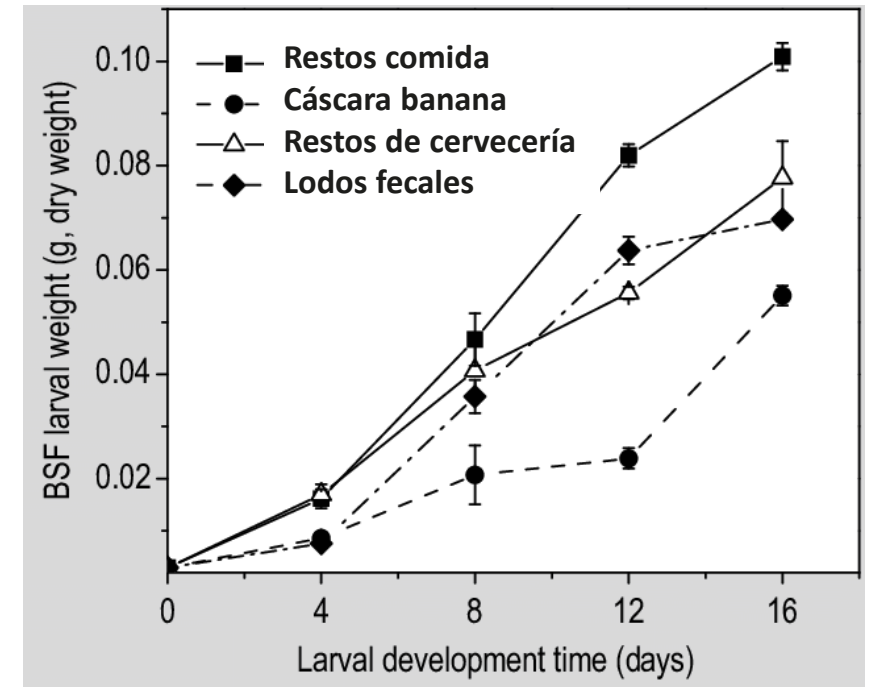
Reducción de contaminantes y volumen

Bajo costo



Vulnerabilidad de las larvas

Tecnología en proceso de desarrollo



Confinamiento en zanjas profundas



Estimulación
crecimiento de
árboles

Bajo costo

Infraestructura
no requerida



Largos espacios
requeridos

Riesgo de
contaminación de
agua subterránea
por lixiviados

Falta legislación



Deshidratación mecánica



Reducción del volumen

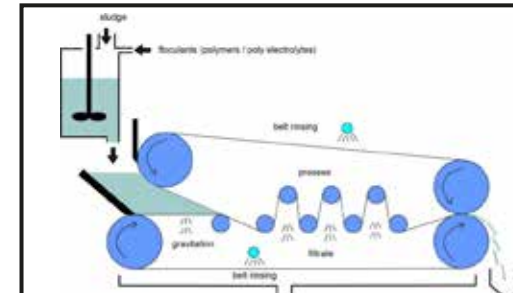
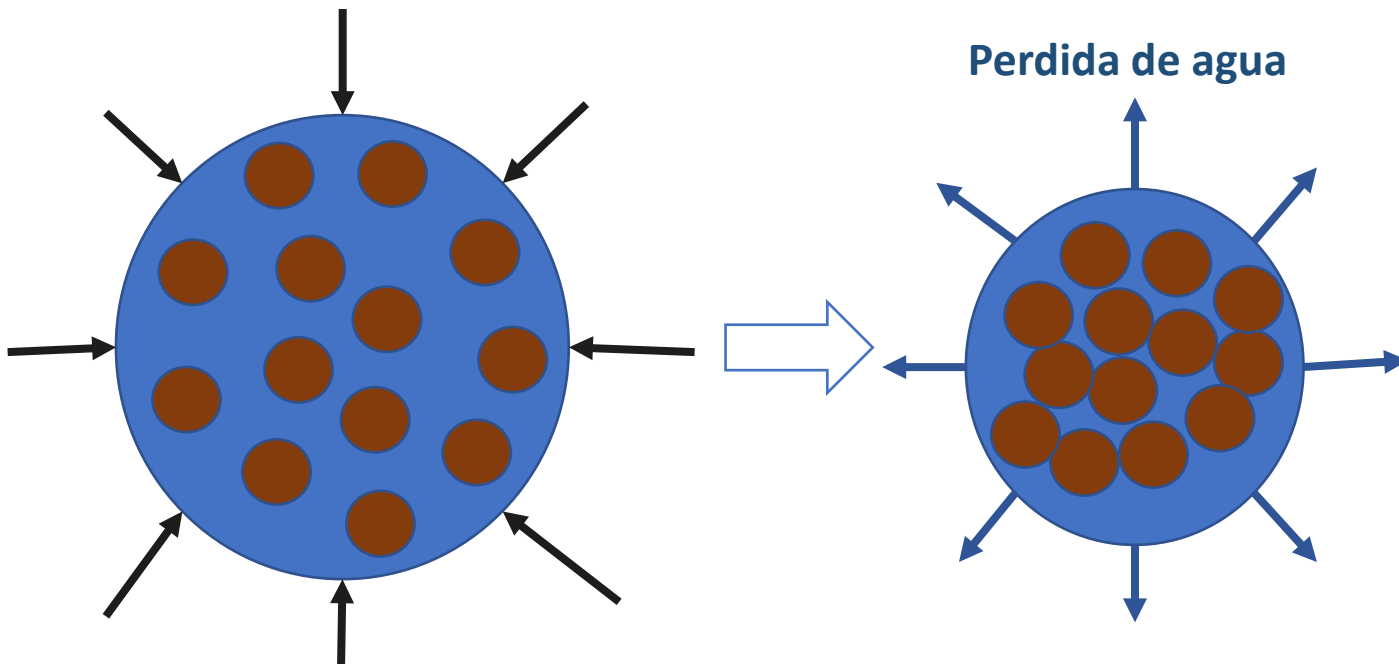
Compacto



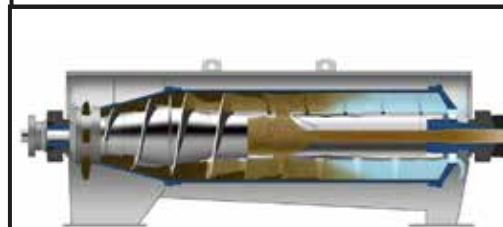
Alto costos y consumo eléctrico

Necesidad de personal especializado

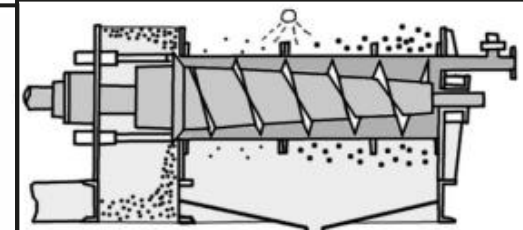
Fuerza externa (compresión, centrifugación)



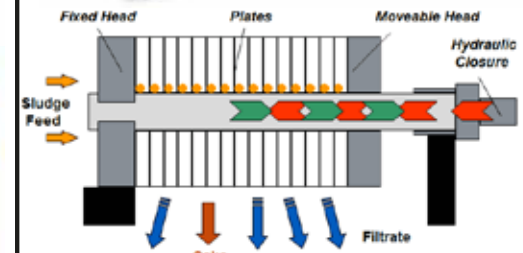
Prensa de cinta coladora



Centrifugadora



Prensa tornillo



Filtro preñe de marcos



Adición de cal



Desinfección

Precipitación
metales
pesados

Simple proceso,
bajo costo



Riesgo químico

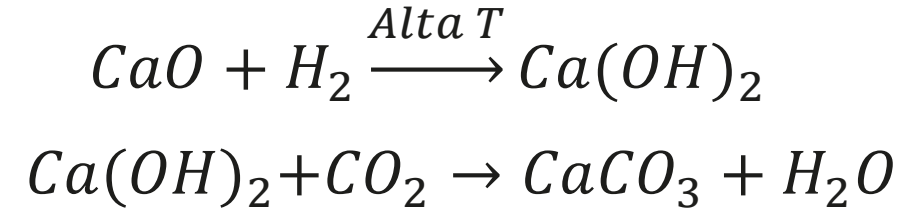
Necesidad de un
lugar seguro
para
almacenamiento



Cal de piedra CaO



Hidróxido de calcio Ca(OH)₂



Alcalinización de los lodos!



Adición de amoníaco



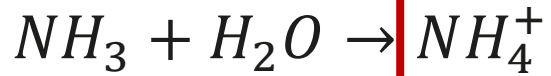
Desinfección

Simple proceso, bajo costo

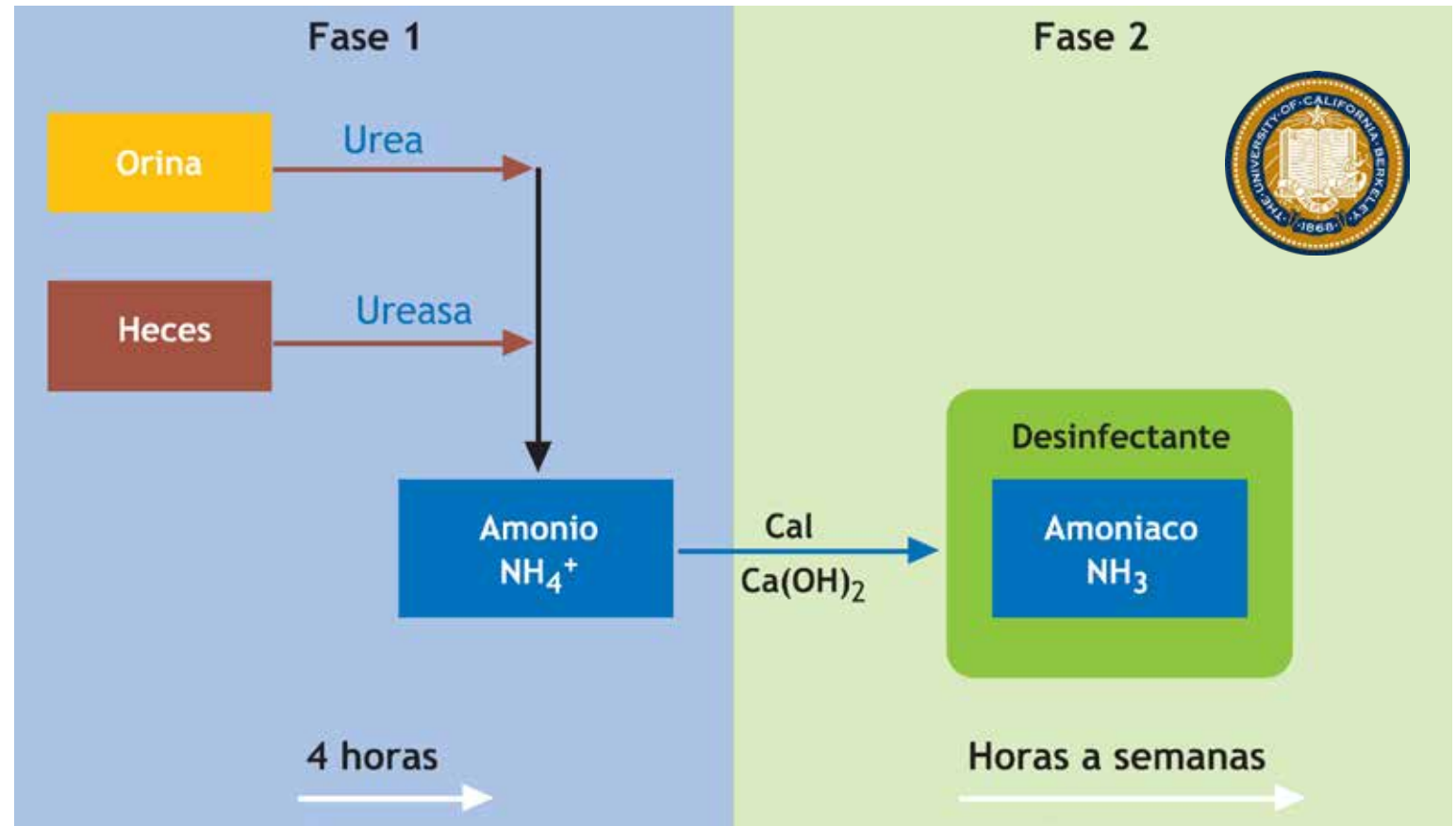


Inestabilidad del amoníaco

Urea hidrolisis
(orina)



Desinfectante



Celda electroquímica



Reducción de patógenos y contaminantes

Producción de biogás posible

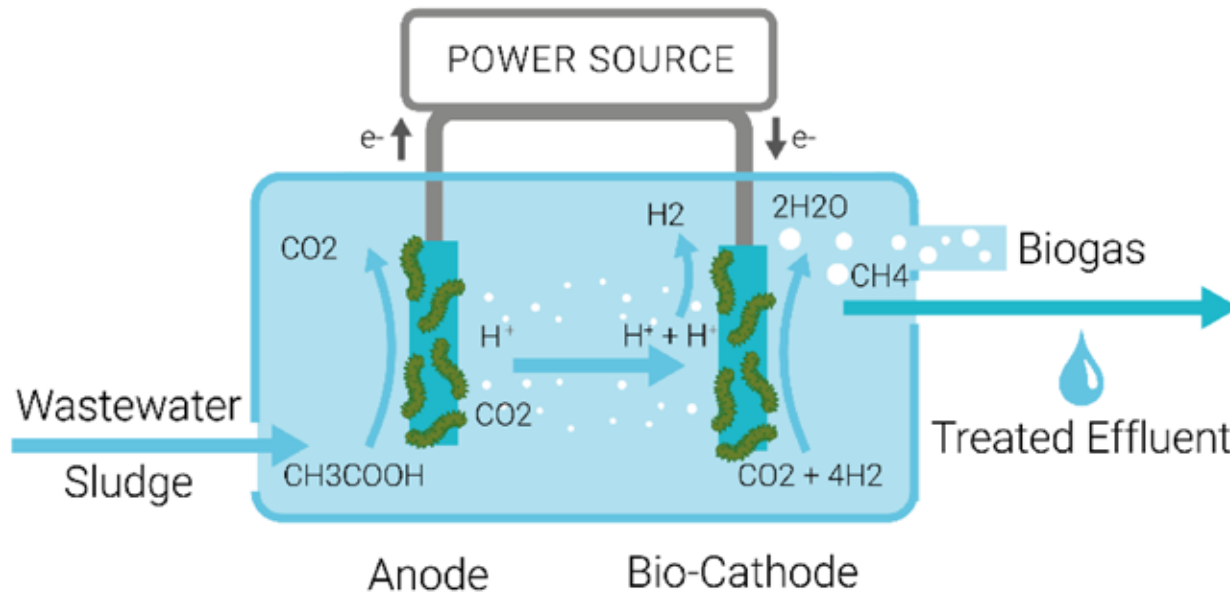


Alto consumo eléctrico

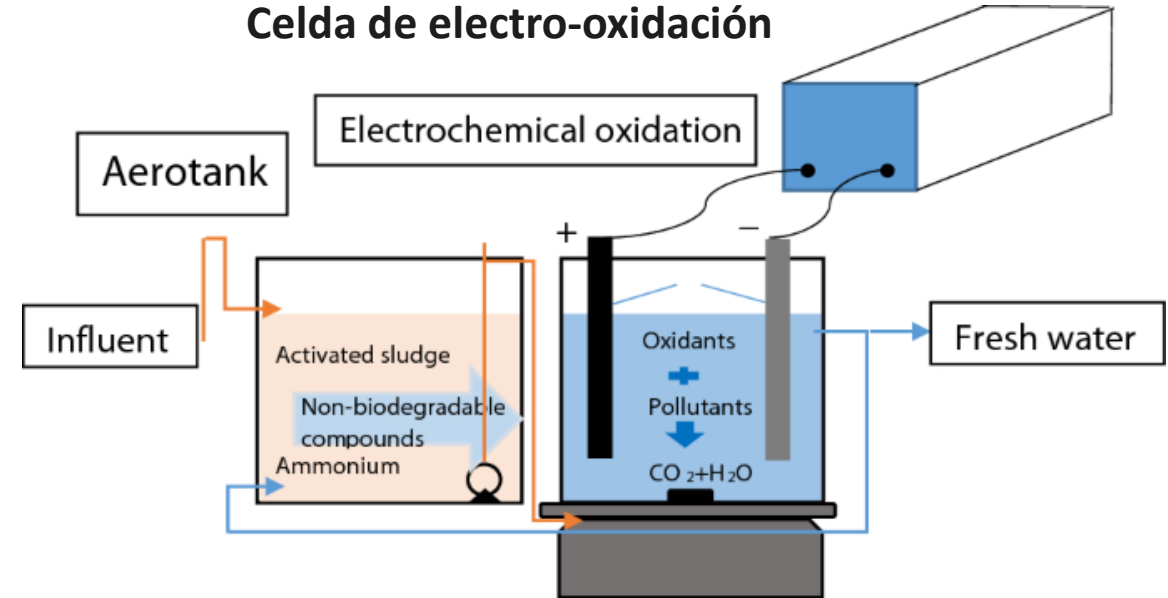
Necesidad de personal especializado

Tecnología en desarrollo

Celda de combustible



Celda de electro-oxidación



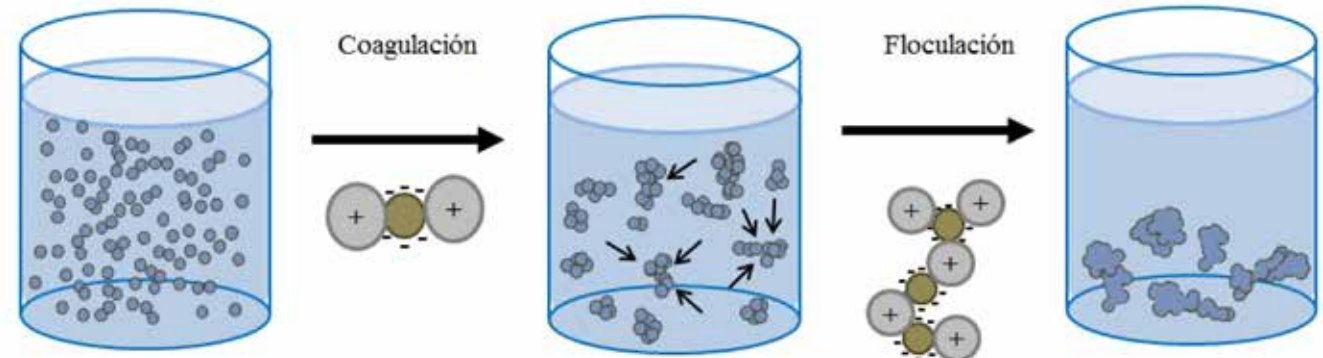
Fudge, T., Bulmer, I., Bowman, K., Pathmakanthan, S., Gambier, W., Dehouche, Z., ... & Constantinou, A. (2021). Microbial Electrolysis Cells for Decentralised Wastewater Treatment: The Next Steps. *Water*, 13(4), 445.

Luu, T. L. (2020). Tannery wastewater treatment after activated sludge pre-treatment using electro-oxidation on inactive anodes. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 22(8), 1701-1713.

Floculación / coagulación



Mejora sedimentación y deshidratación mecánica



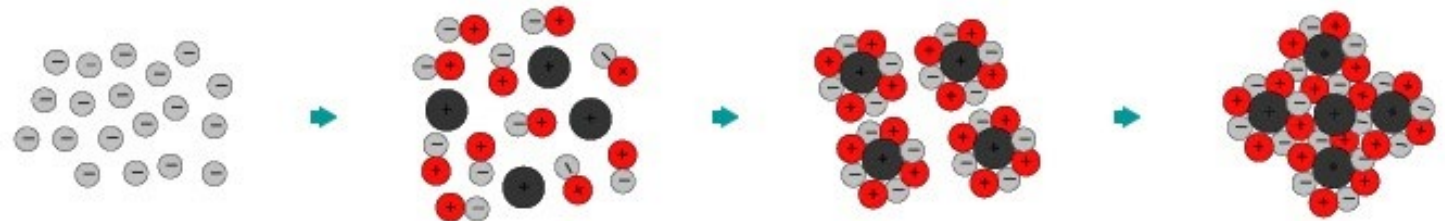
Quiroga-Almaguera, A., Rodriguez-Badilloa, H., Rangel-Riveraa, P., & Rangel-Porrasa, G. (2012). Polimeros Inorganicos Como Coagulantes En El Tratamiento De Aguas Residuales.



Necesidad de experto para operar proceso

Alto consumo químicos (como $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AlCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ y FeCl_3)

● Particula de suciedad ● Particula coagulante ● Acelerador de sedimentacion



Secado térmico



Reducción del volumen

Desinfección

Compacto



Altos costos y consumo energético

Necesidad de personal especializado

Riesgo ligado a las altas temperaturas



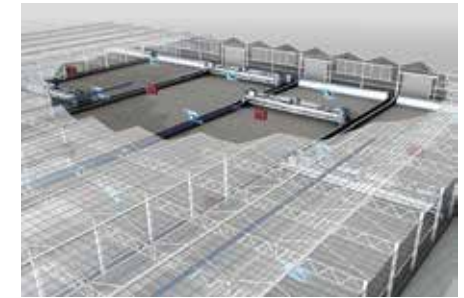
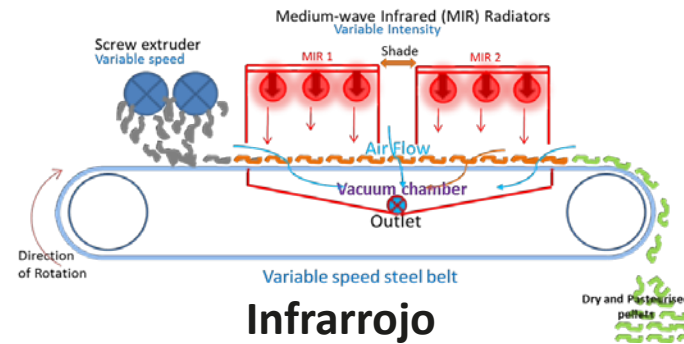
Convectivo



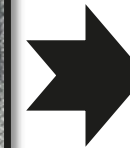
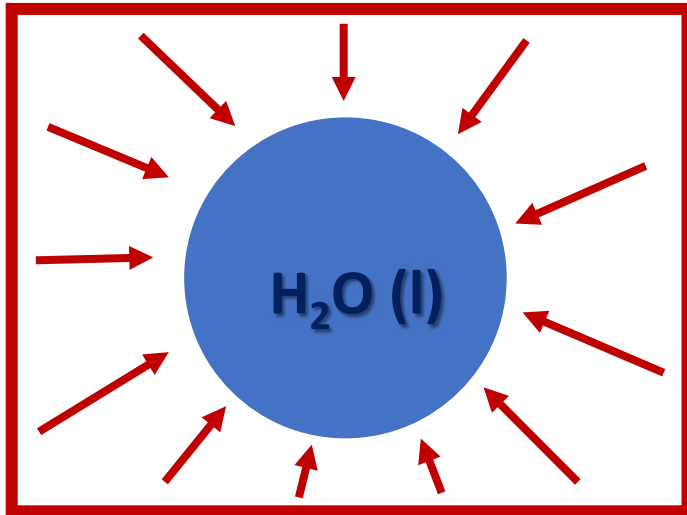
Contacto



Microondas



Energía solar



Pasteurización térmica



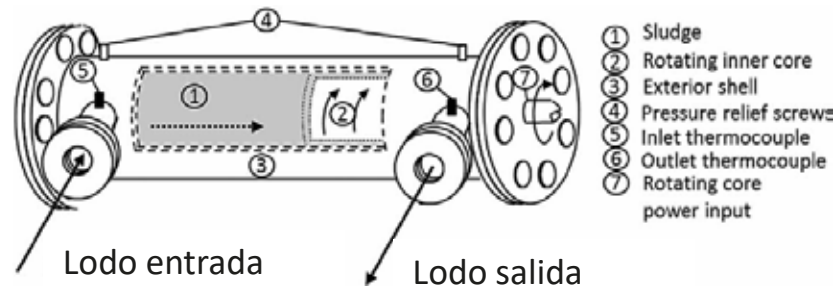
Desinfección

Compacto

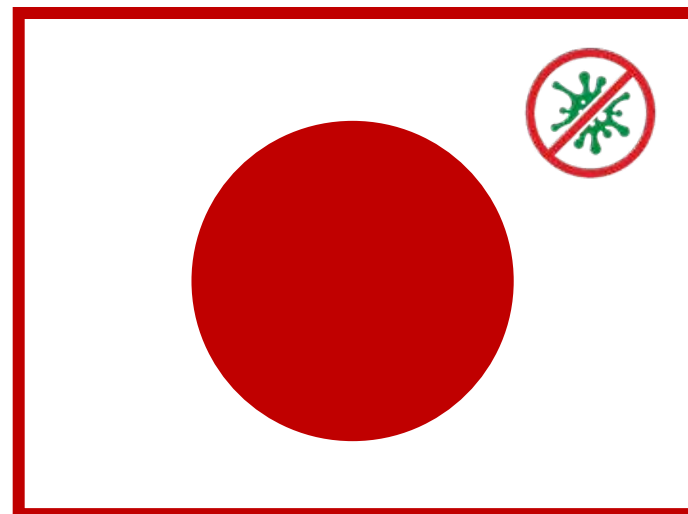
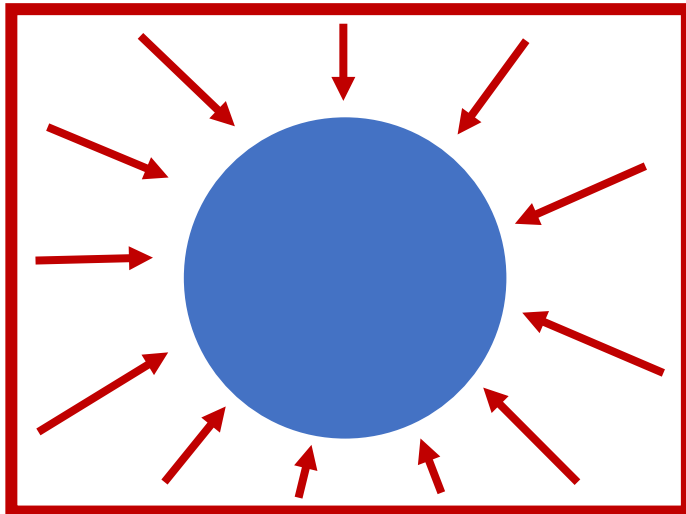


Posible alto consumo energético

Necesidad de personal especializado



Calentamiento a disipación viscosa



Calentamiento por intercambiadores de calor



Calentamiento con vapor sobrecalentado

Hidrolisis térmica



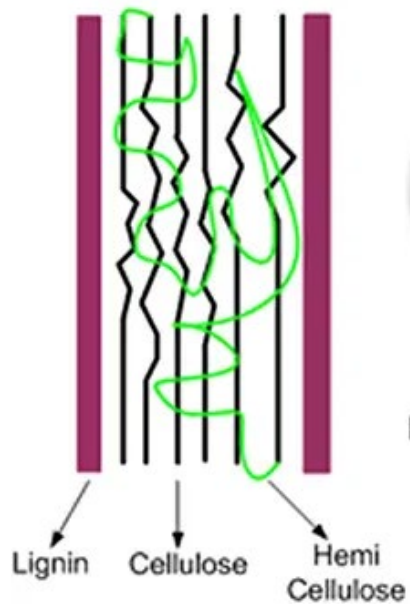
Mejoramiento de digestión anaeróbica

Desinfección

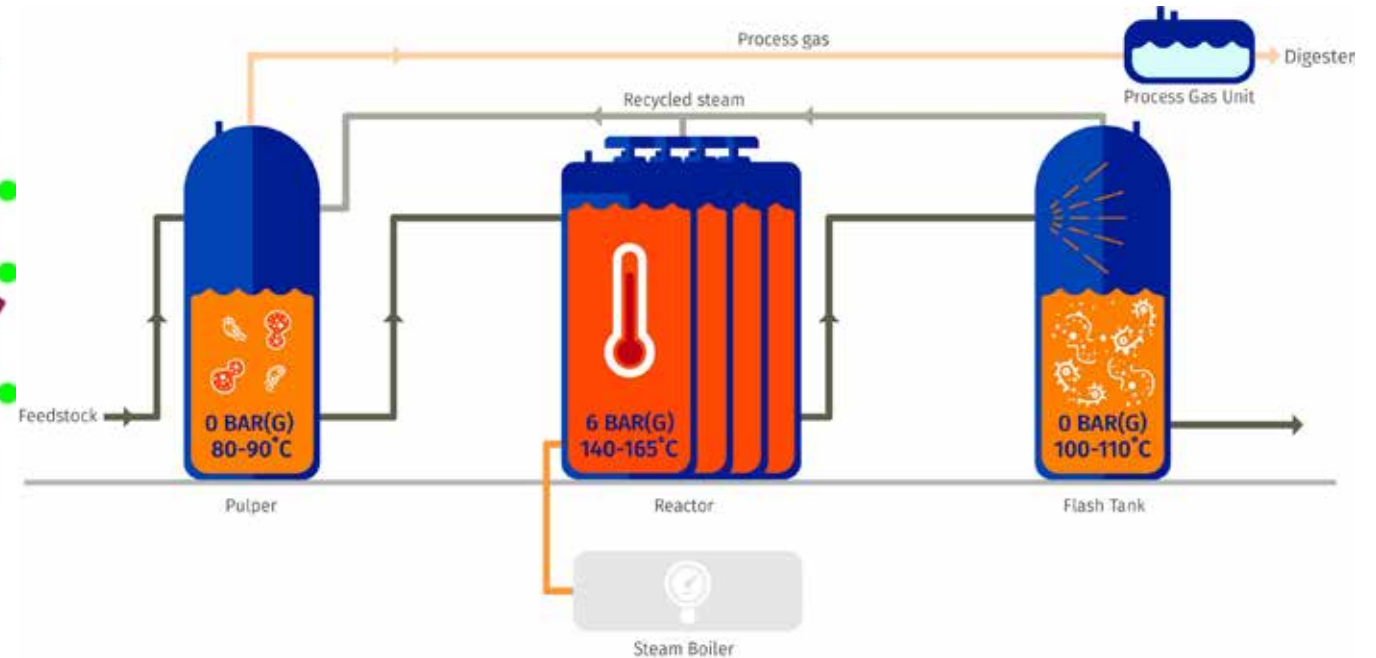
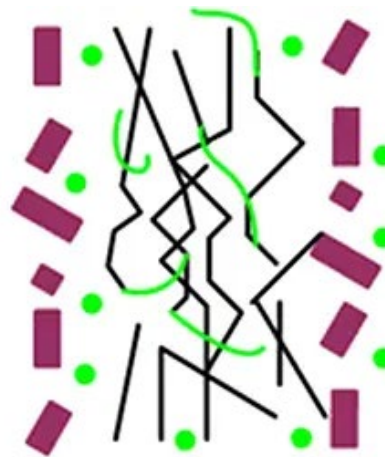


Augmentación de costos

Aumentación de la complejidad del proceso



THERMAL
HYDROLYSIS
PRETREATMENT



Pirolisis



Reducción del volumen

Desinfección y eliminación contaminantes

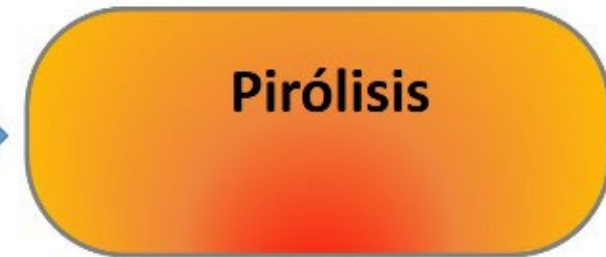
Recuperación de energía y combustibles



Alto costos

Complejidad y necesidad de personal especializado

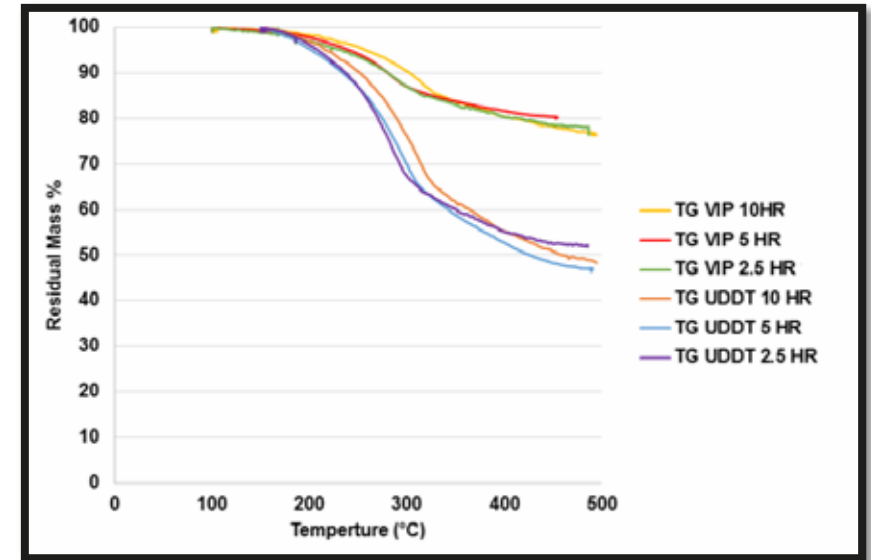
Riesgo de explosión y fuego



Calor

$T > 300^\circ\text{C}$

Biocarbón
Bioaceite
Biogas



Incineración



Reducción del volumen

Desinfección y eliminación contaminantes

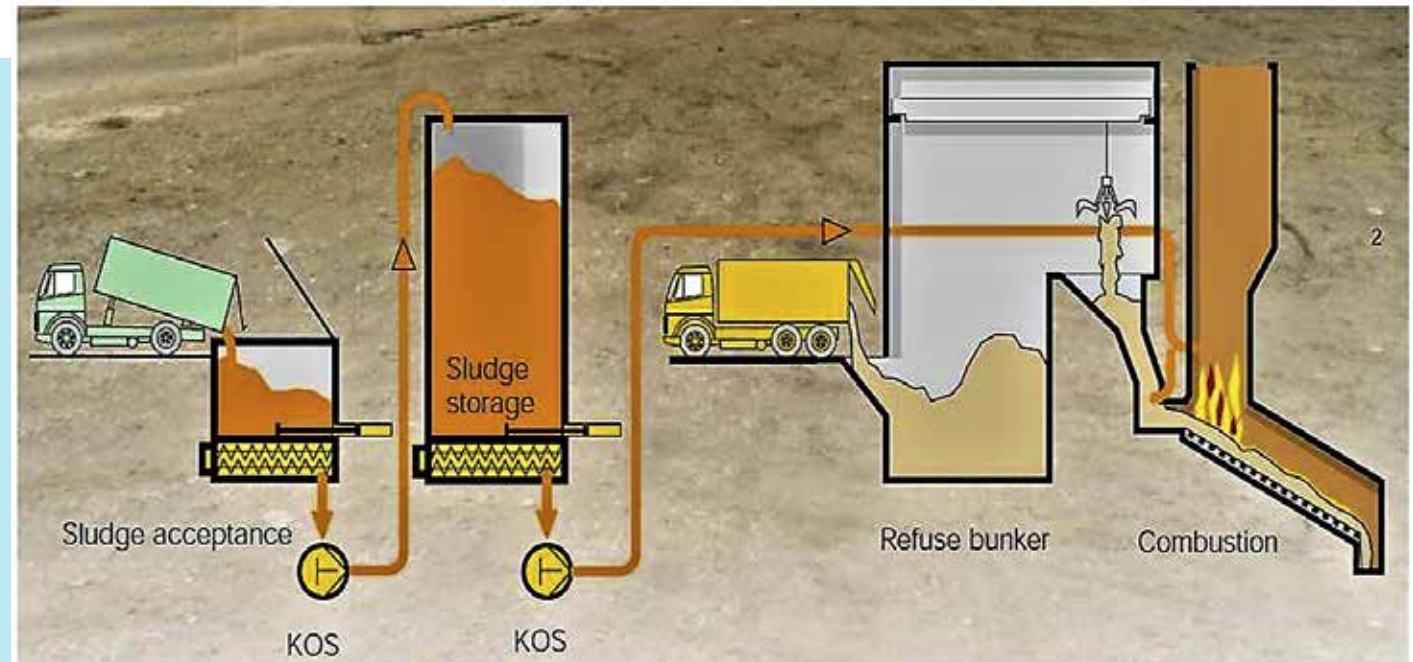
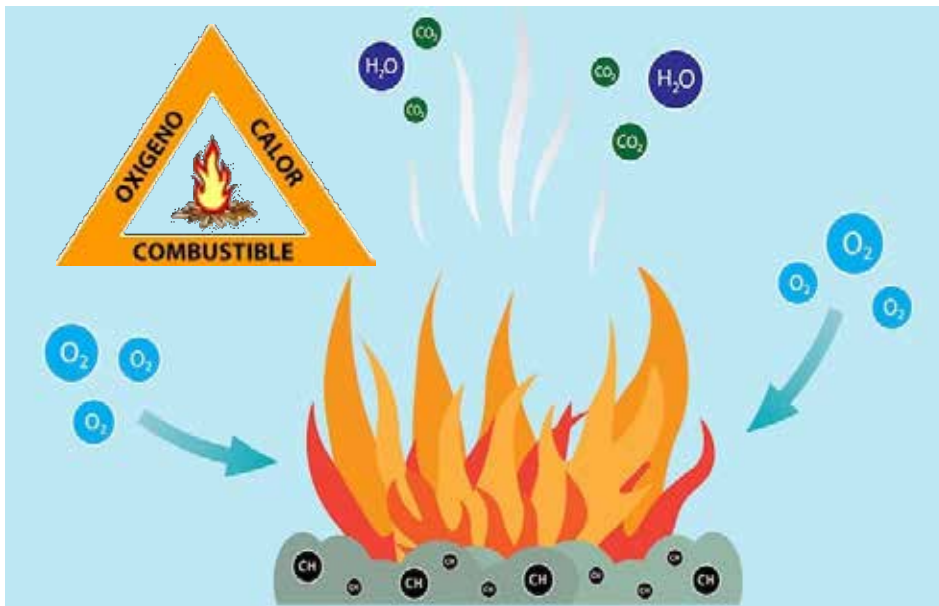
Recuperación de energía posible



Alto costos

Complejidad y necesidad de personal especializado

Riesgo de explosión y fuego



Oxidación sub/super-crítica



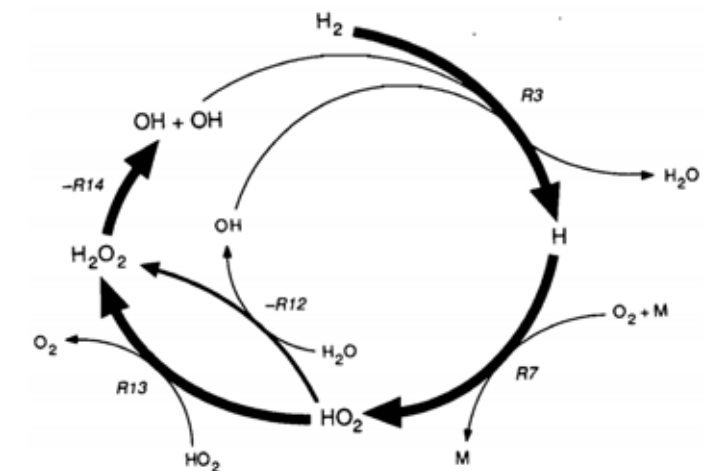
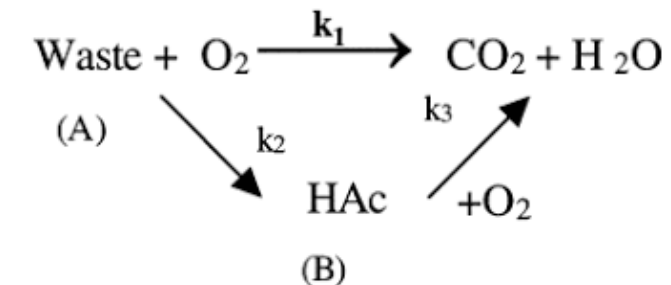
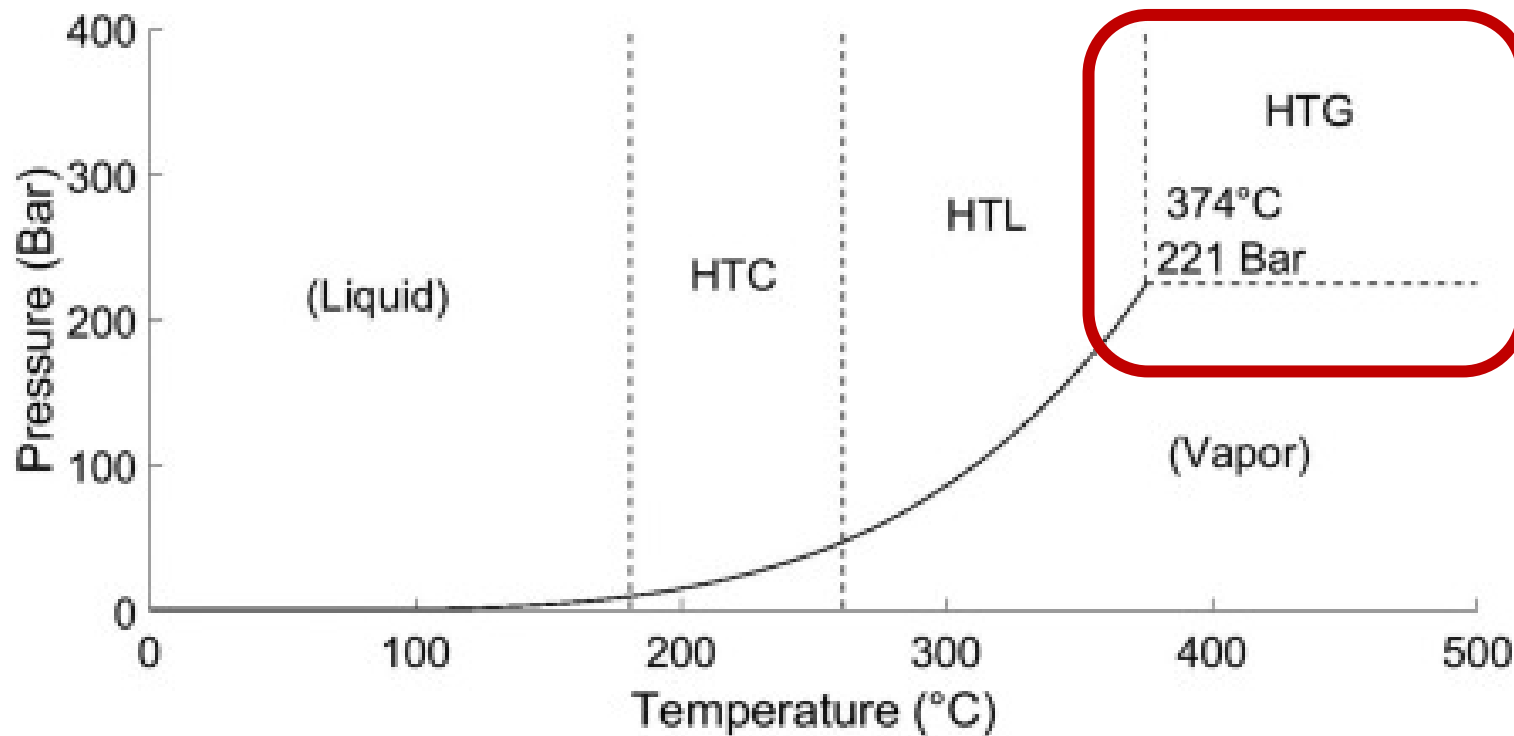
Desinfección y eliminación contaminantes

Recuperación de energía posible



Alto costos, riesgos por las altas temperaturas y presiones

Tecnología en vías de desarrollo



Carbonización hidrotérmal



Desinfección y eliminación de contaminantes

Recuperación de energía posible



Alto costos, riesgos por las altas temperaturas y presiones

Tecnología en vías de desarrollo

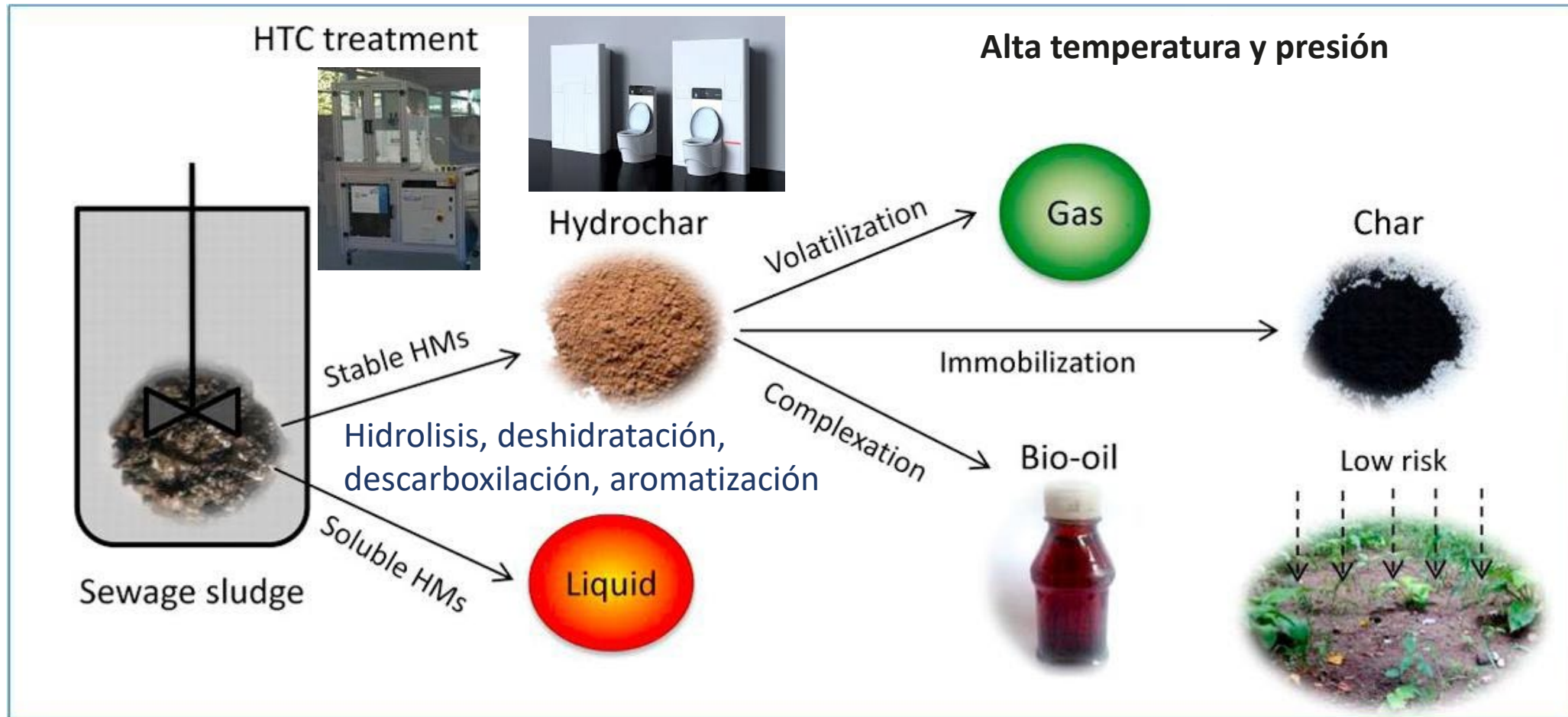
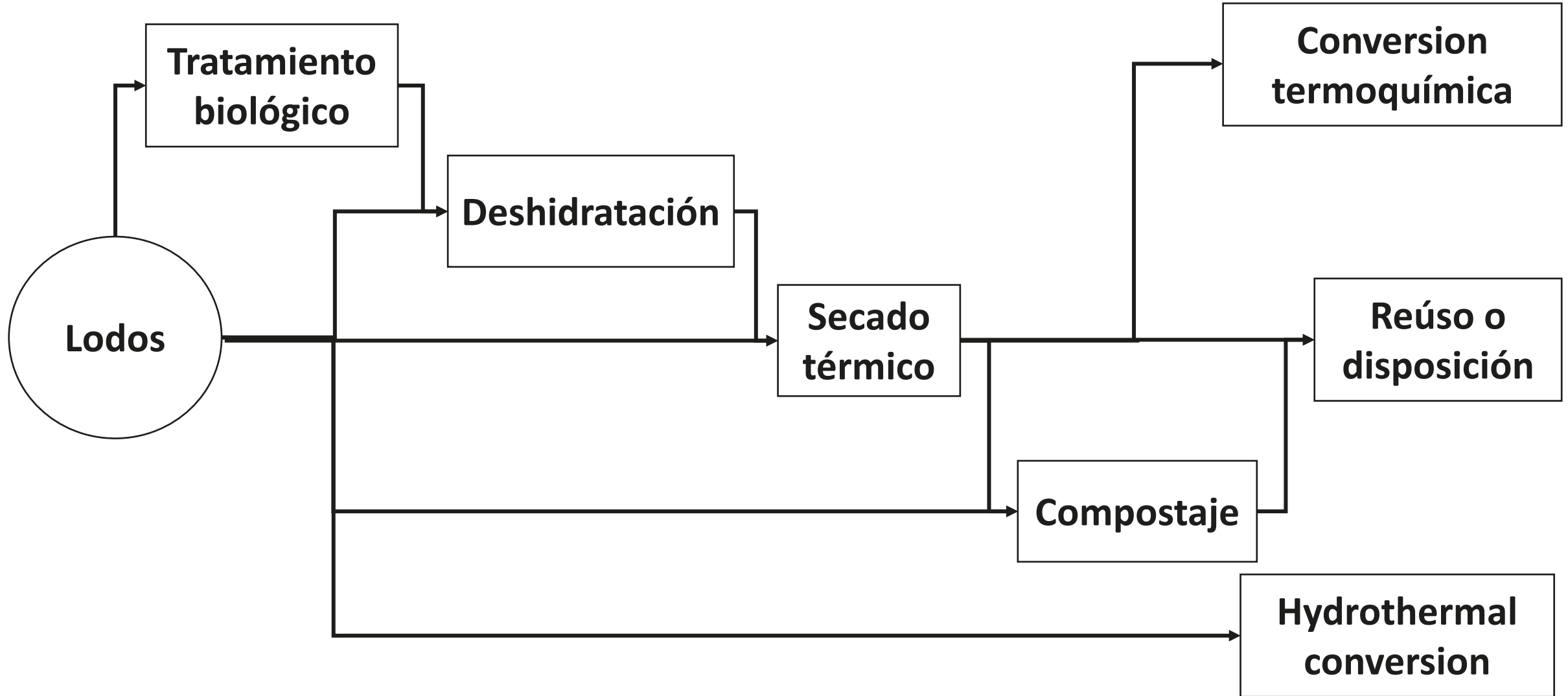


Diagrama de flujo de tratamiento



Gracias por su escucha!



Email: septiens@ukzn.ac.za