



Economía Circular y el Tratamiento de las Aguas Residuales

Recuperación de productos de valor agregado

Contenido



Desarrollo sostenible y la Economía Circular



Concepto de biorrefinería



Caso de aplicación con agua residual municipal



Caso de aplicación con agua residual industrial

DESARROLLO SOSTENIBLE



Economía Lineal Vs Circular



Desechos: impactos ambientales



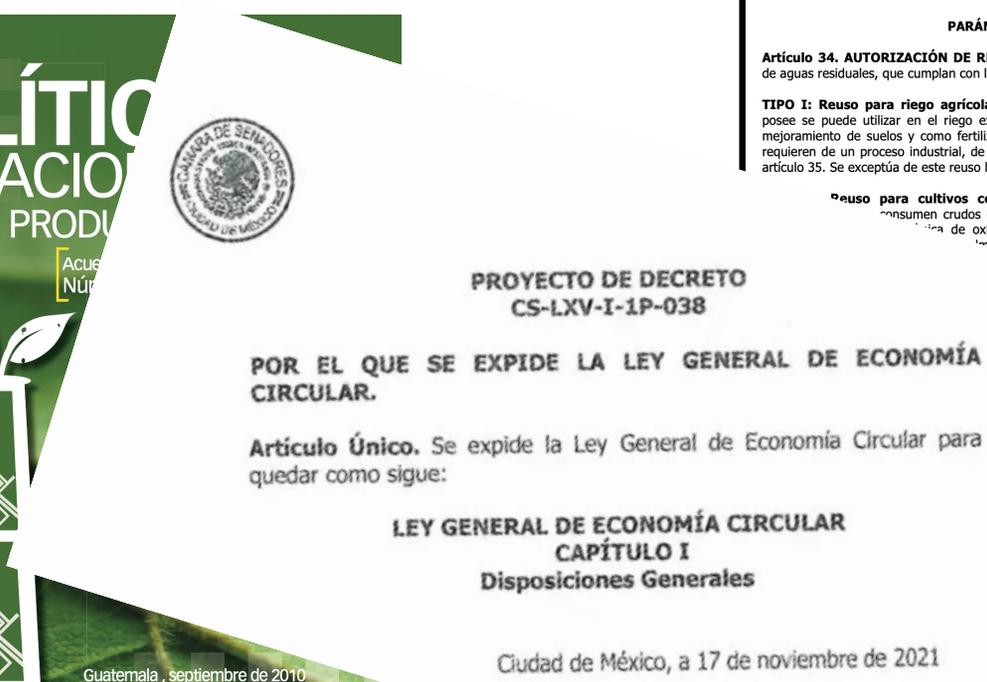
El residuo de un ciclo es Materia prima para otro.

- Concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad.
- Basado en el principio de cerrar el ciclo de vida de los productos, los residuos, los materiales, el agua y la energía.
- Modelo reparador y regenerativo.
- Objetivo: mantener el valor de los productos, materiales y recursos por el mayor tiempo posible, y reducir al máximo la generación de residuos.

ECONOMÍA CIRCULAR



Políticas, Reglamentos



Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos

ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006

Guatemala, 5 de Mayo de 2006

CAPÍTULO VII PARÁMETROS DE AGUAS PARA REUSO

Artículo 34. AUTORIZACIÓN DE REUSO. El presente Reglamento autoriza los siguientes tipos de reuso de aguas residuales, que cumplan con los límites máximos permisibles que a cada uso correspondan.

TIPO I: Reuso para riego agrícola en general: uso de un efluente que debido a los nutrientes que posee se puede utilizar en el riego extensivo e intensivo, a manera de ferti-riego, para recuperación y mejoramiento de suelos y como fertilizante en plantaciones de cultivos que, previamente a su consumo, requieren de un proceso industrial, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35. Se exceptúa de este reuso los cultivos considerados en el tipo II.

Reuso para cultivos comestibles: con restricciones en el riego de áreas con cultivos consumen crudos o pre cocidos, como hortalizas y frutas. Para el caso de califormes de oxígeno, deberá cumplirse de conformidad con los límites máximos permitidos, para otros parámetros, deberán cumplir los límites máximos permitidos en el artículo 21 del presente Reglamento, a excepción de sólidos en

DECRETO NÚMERO 164-2021

LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS SÓLIDOS COMUNES

TÍTULO V ECONOMÍA CIRCULAR

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en conjunto con el Ministerio de Economía, siguiendo los principios de economía circular, de los productos y materiales luego de su uso dentro del cual facilitará alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, dentro de la vigencia del presente Reglamento y con la asistencia técnica, bajo un diagnóstico técnico y establecerá las medidas de implementación en concordancia con la economía circular.

En un plazo máximo de siete años, implementarán las medidas para reducir, reutilizar y reciclar progresivamente los residuos de difícil degradación para uso nacional. Las medidas no contempladas que no existen sustitutos viables.

Las medidas establecidas por la autoridad ambiental serán revisadas cada

Viabilidad de la Economía Circular



TÉCNICA



FINANCIERA

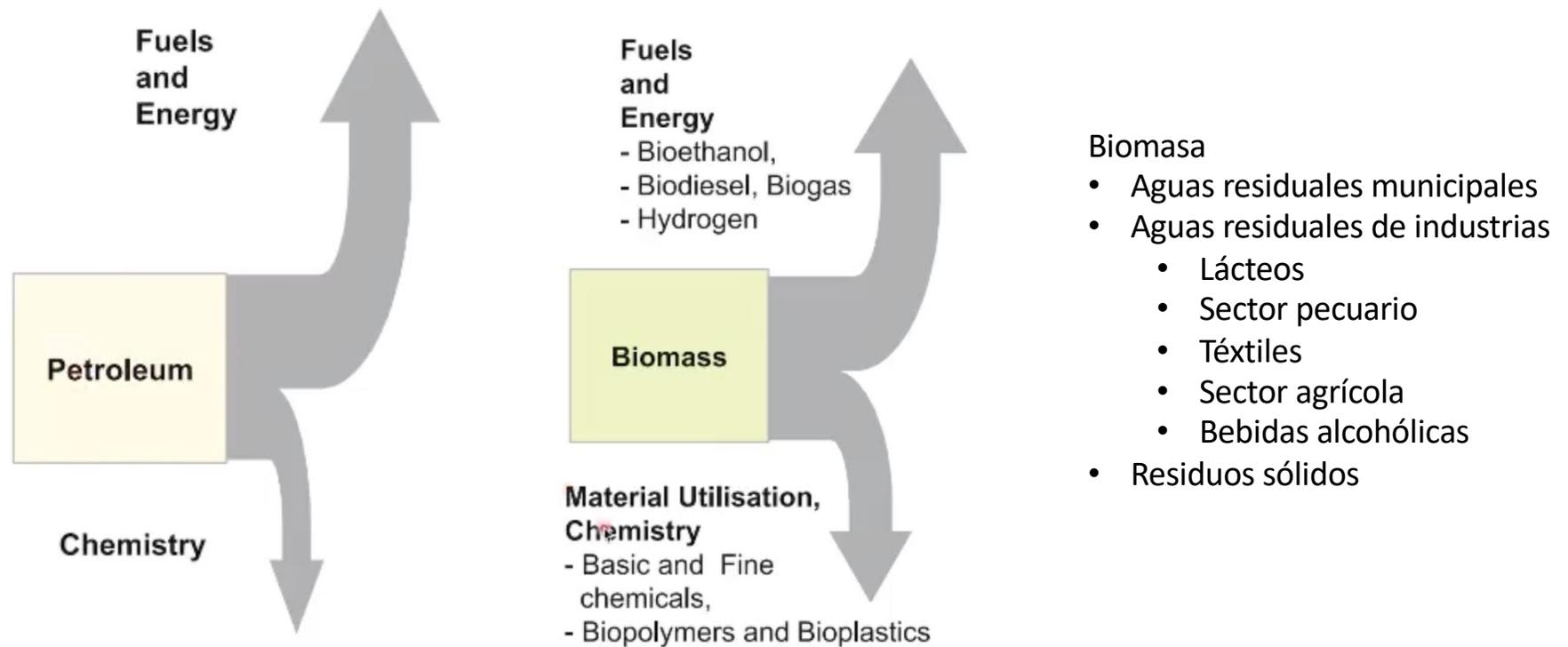


SOCIOCULTURAL



POLITICO-
INSTITUCIONAL

Biorrefinería



Fuente: Kamm et al. (2006)

Biofuel and Biorefinery Technologies 6

Meisam Tabatabaei · Hossein Ghanavati
Editors

Biogas

Fundamentals, Process, and Operation

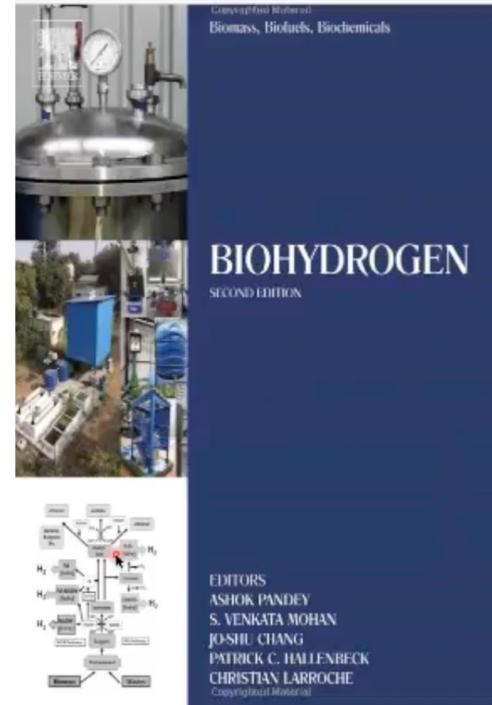
 Springer

Green Energy and Technology

Atul Sharma
Sanjay Kumar Kar Editors

Energy Sustainability Through Green Energy

 Springer



VIERNES **18** | 12:00
DE MARZO | HRS

LA ECONOMÍA CIRCULAR Y EL
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:
NUEVO PARADIGMA PARA LA RECUPERACIÓN
DE PRODUCTOS DE VALOR AGREGADO.

IMPARTIDO POR
DR. GERMÁN BUITRÓN

UNAM JURIUQUILLA

Referencias

Referencias: artículos científicos

Contents lists available at ScienceDirect

Chemosphere

journal homepage: www.elsevier.com/locate/chemosphere



Thermophilic biogas production from microalgae-bacteria aggregates: biogas yield, community variation and energy balance

Julián Carrillo-Reyes^a, Germán Buitrón^{a,*}, Juan Sebastián Arcila^{a,b}, Matías Orlando López-Gómez^a

^a Laboratory for Research on Advanced Processes for Water Treatment, Unidad Académica Juriquilla, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, Querétaro, 76230, Mexico

^b Research Group of Technological and Environmental Advances, Universidad Católica de Manizales, Carrera 23 No. 60 - 63, Manizales, Caldas, Colombia

Contents lists available at ScienceDirect

Biomass and Bioenergy

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/biombio>



Research paper

Hydrogen and methane production from microalgal biomass hydrolyzed in a discontinuous reactor inoculated with ruminal microorganisms

Martín Barragán-Trinidad^a, Germán Buitrón^{a,*}

^a Laboratory for Research on Advanced Processes for Water Treatment, Unidad Académica Juriquilla, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, Querétaro, 76230, Mexico

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Water Process Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jwpe



Performance of native open cultures (winery effluents, ruminal fluid, anaerobic sludge and digestate) for medium-chain carboxylic acid production using ethanol and acetate

Sharon Villegas-Rodríguez^a, Germán Buitrón^{a,*}

^a Laboratory for Research on Advanced Processes for Water Treatment, Unidad Académica Juriquilla, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, Querétaro, 76230, Mexico

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Water Process Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jwpe



Influence of the solids retention time on the formation of the microalgal-bacterial aggregates produced with municipal wastewater

Germán Buitrón^a, Karina G. Coronado-Apodaca^a

^a Laboratory for Research on Advanced Processes for Water Treatment, Instituto de Ingeniería, Unidad Académica Juriquilla, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, Querétaro 76230, Mexico

Contents lists available at ScienceDirect

Chemosphere

journal homepage: www.elsevier.com/locate/chemosphere



Thermophilic anaerobic digestion of winery effluents in a two-stage process and the effect of the feeding frequency on methane production

Miguel A. Vital-Jacome, Germán Buitrón^{a,*}

^a Laboratory for Research on Advanced Processes for Water Treatment, Unidad Académica Juriquilla, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, 76230, Querétaro, Mexico

Contents lists available at ScienceDirect

Fuel

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fuel



Full Length Article

Biohydrogen production using a granular sludge membrane bioreactor

Germán Buitrón^{a,*}, Karla M. Muñoz-Pérez^b, Christian E. Hernández-Mendoza^b

^a Laboratory for Research on Advanced Processes for Water Treatment, Unidad Académica Juriquilla, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, 76230 Querétaro, Mexico

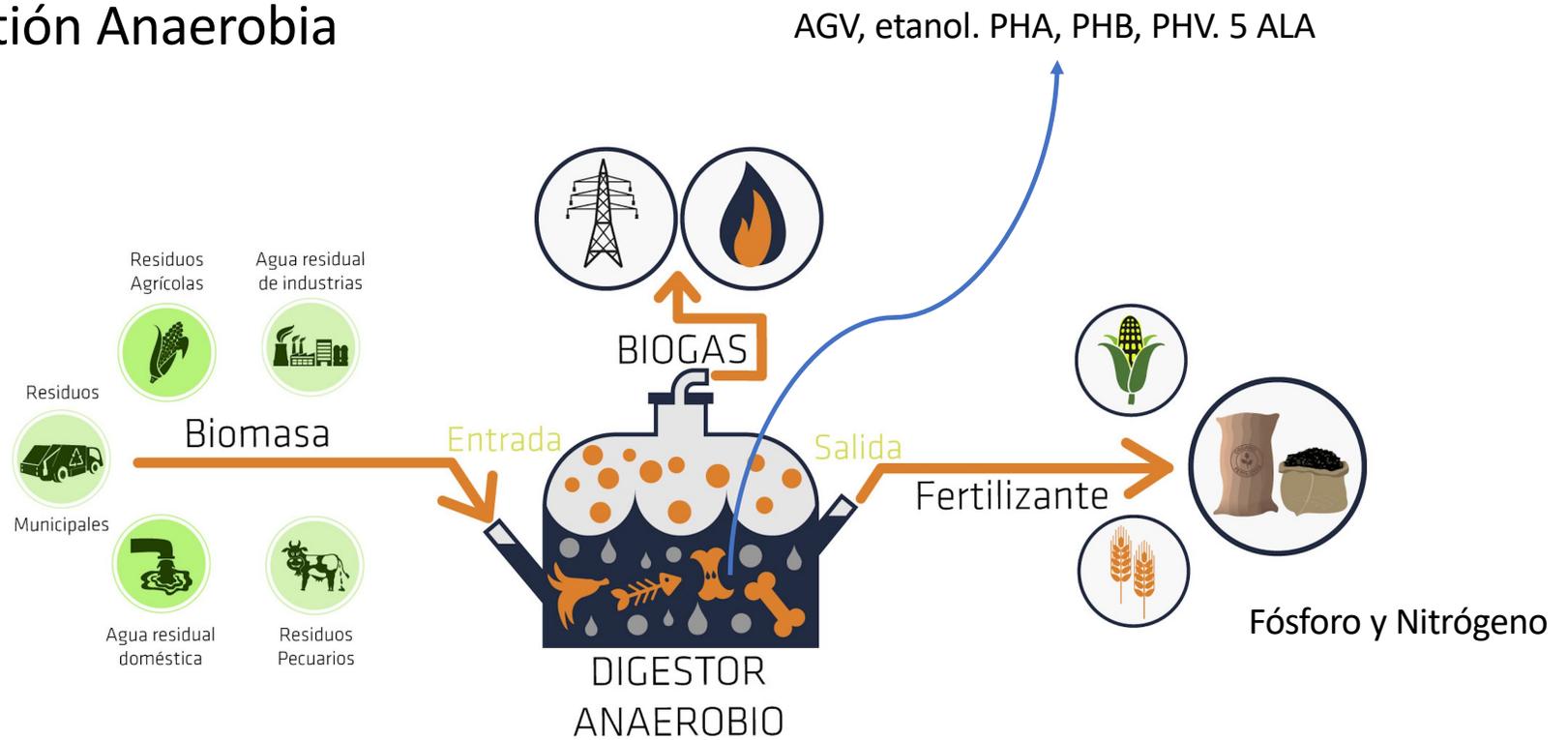
^b CONACTY - Unidad Académica Juriquilla, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, 76230 Querétaro, Mexico



Esquema general del tratamiento de aguas residuales

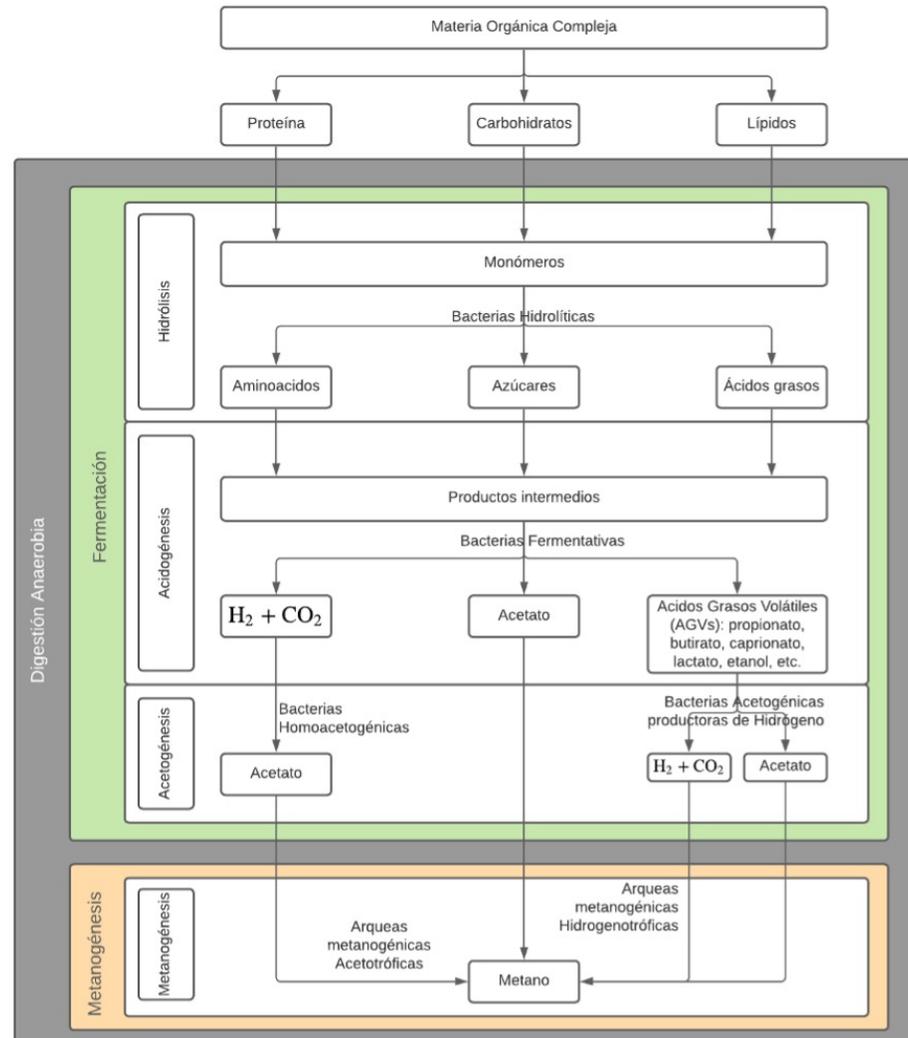
Refinadora

- Digestión Anaerobia



Refinadora

- Digestión Anaerobia

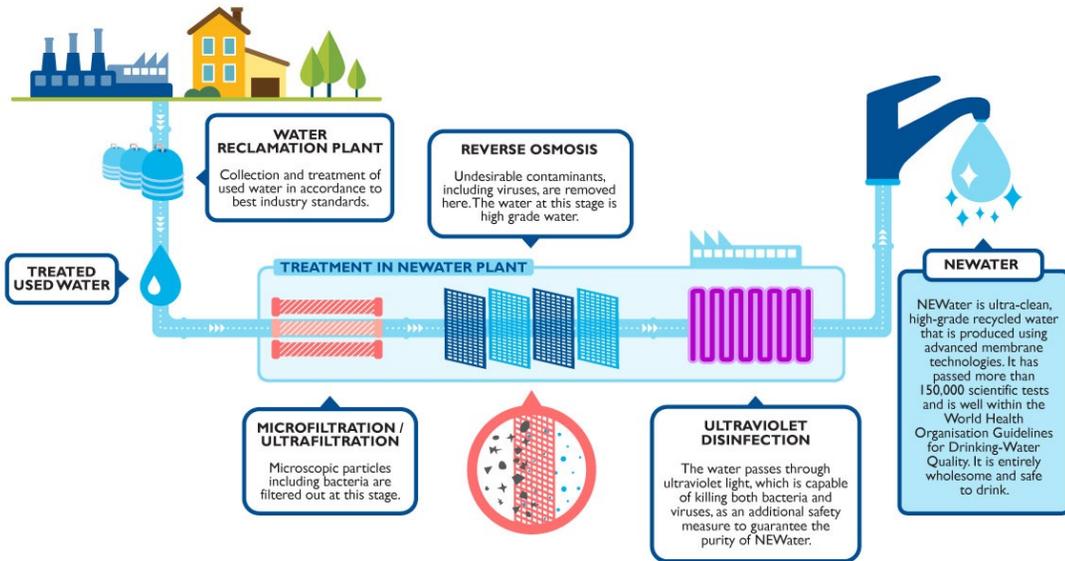


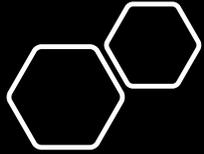


Subproductos de la
biorefinería

Agua a la calidad deseada.

Caso Singapur: NEWater





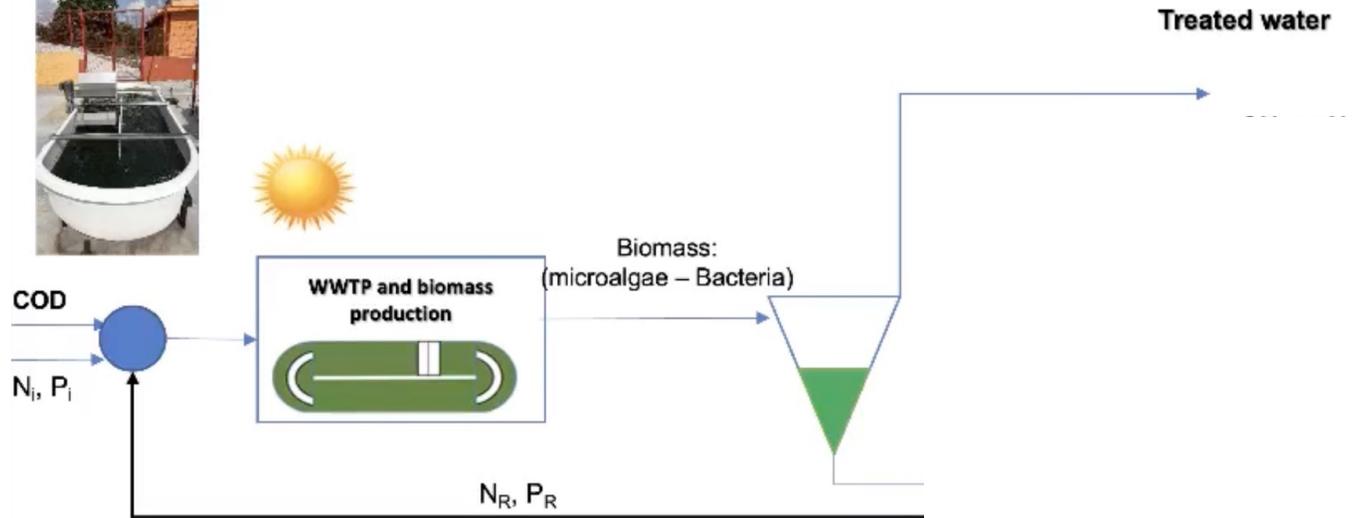
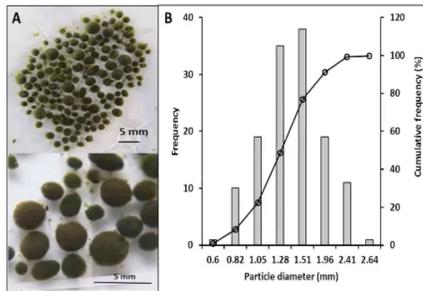
Subproductos de la biorefinería

- Dependiendo de tipo de agua
 - Biocombustibles gaseosos (hidrógeno y metano)
 - Fertilizantes
 - Enzimas industriales
 - Pigmentos
 - Polímeros (PHA, PHB, PHV)
 - 5 ALA (ácido aminolevulínico)
 - Microorganismos
 - Sistemas microalga-bacterias

Valor de los subproductos

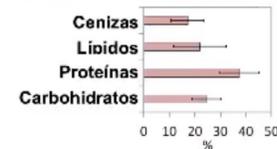
Subproducto	Valor	
Hidrógeno	\$ 6 / kg	2.75 veces más energía que la gasolina
Metano	\$ 1 / kg	Similar a la gasolina
Acido grasos de cadena media	\$ 60 / kg	Precursor importante
Fertilizante a partir de digestato	\$ 50 / ton	8 veces mas barato que la Urea

Ejemplo: Aguas municipales



Parámetro	Agua Residual	Remoción (%)
DQOt	816	83
DQOs	591	86
Nt	63.7	98

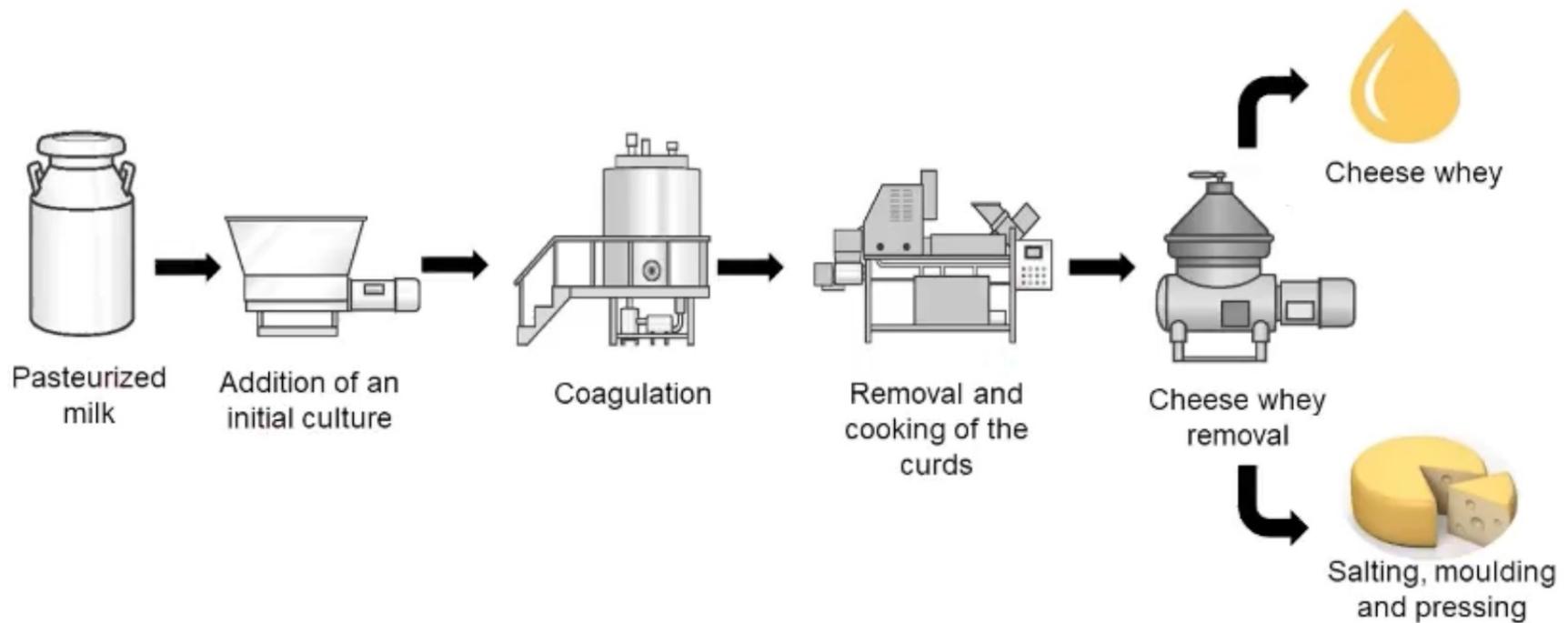
Composicion Microalgas-bacterias



Ideal como sustrato para la producción de biocombustibles – Biometano, Biohidrógeno o químicos como alginato, bioplásticos, colorantes

Ejemplo: aguas de producción de queso

10 L de leche son utilizados para producir 1 kg de queso, lo que origina 9 L de suero de leche (CW).



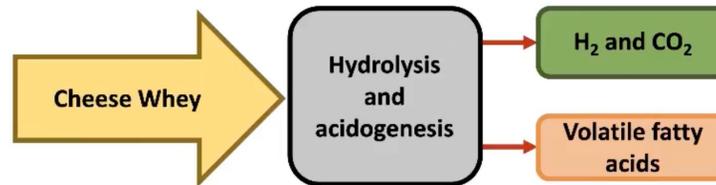
Agua residual de industria de lácteos

2 tipos de suero, dulce y ácido

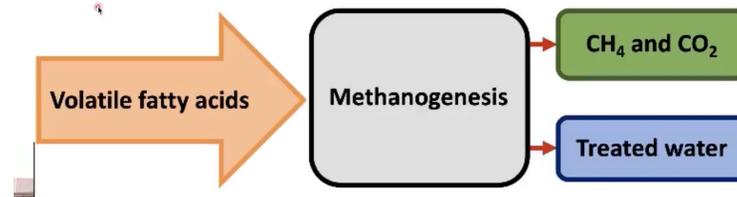


Parameter	Concentration (g L ⁻¹)
pH	3.8 ± 0.3
Conductivity (mS cm ⁻¹)	6.3 ± 1.1
Total carbohydrates	25.2 - 40.1
Soluble carbohydrates	24.8 - 39.3
COD	48.3 - 84.2
Oil, fats and grease	4.1 ± 1.7
Total solids	6.0 ± 2.7
Fixed solids	0.4 ± 0.2
Volatile solids	5.6 ± 2.5
Calcium	0.7 ± 0.3

First stage



Second stage

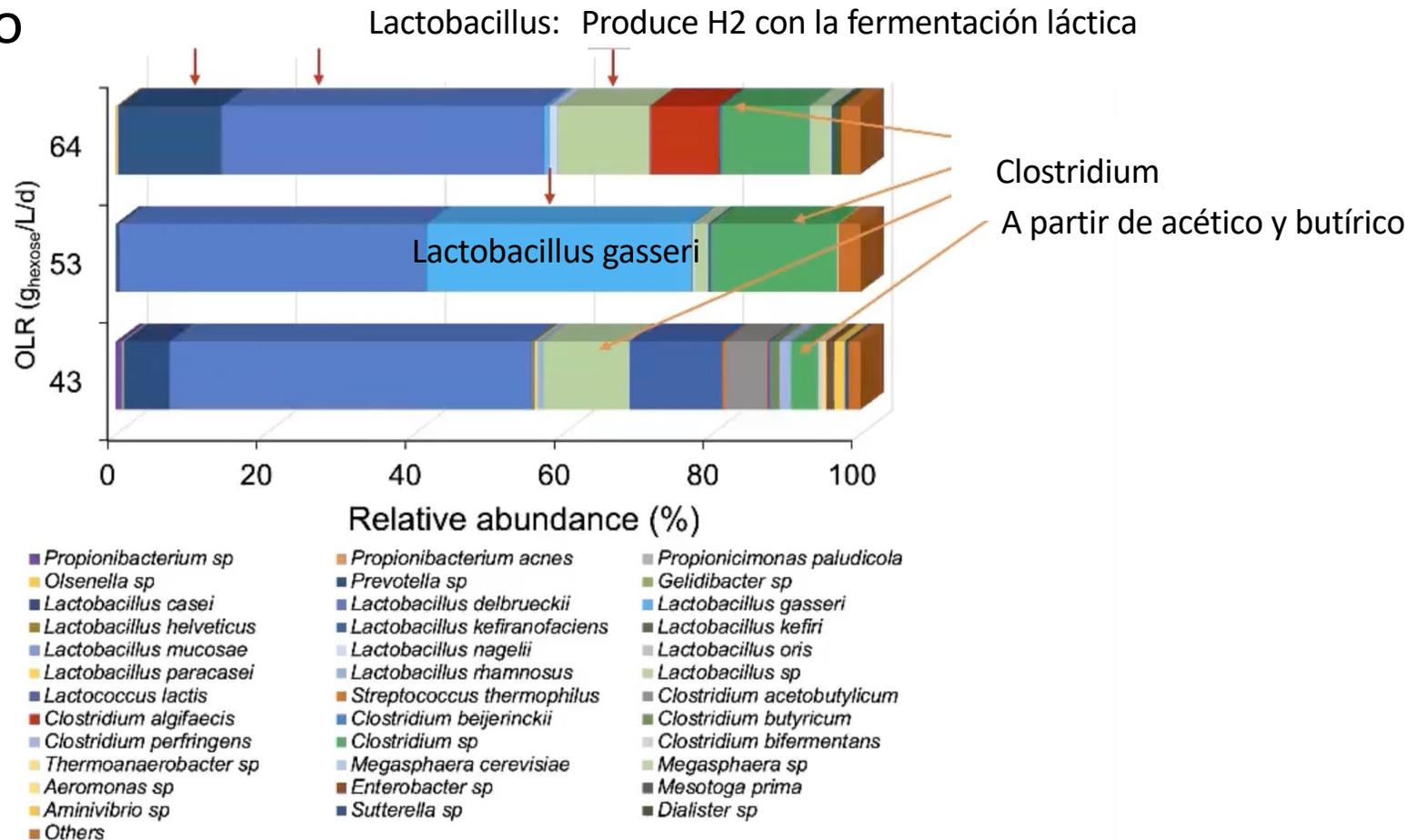


OLR (g L ⁻¹ d ⁻¹)	Average VHPR (L _{H₂} L ⁻¹ d ⁻¹)	Max. VHPR (L _{H₂} L ⁻¹ d ⁻¹)	Average Yield (mol _{H₂} g _{COD} ⁻¹)	Max. Yield (mmol _{H₂} g _{COD} ⁻¹)	Average H ₂ content in the biogas
53	4.99 ± 0.8	7.8	15.7 ± 2.7	23	53% ± 5

Parameter	Concentration (g L ⁻¹)
Lactic acid	29.3 ± 4.9
Ethanol	0.63 ± 0.5
Acetic acid	0.53 ± 0.3
Propionic acid	0.01 ± 0.04
Butyric acid	0.14 ± 0.2
Valeric acid	0.01 ± 0.09
i-Valeric	0.12 ± 0.1
Caproic acid	0.08 ± 0.1
Heptanoate	0.44 ± 0.7

Raghunath et al. (2016)
Prazeres et al. (2012)

Qué pasa a nivel microbiológico

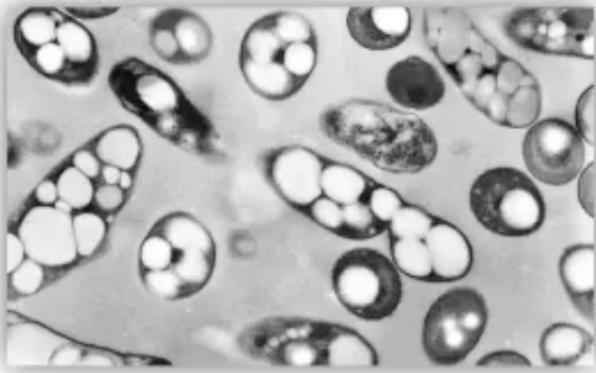


Subproductos: Acidos grasos de cadena media: ácido caprílico, ácido caproico (vinos)



Fuente: Alva-Murillo et al. (2012), Grootscholten et al. (2013), Wu et al. (2018 y 2019)

Producción de polímeros biodegradables a partir de bacterias púrpura a partir de efluentes vitivinícolas



- Se sintetizan intracelularmente por algunos microorganismos como reserva de energía al ser expuestos a condiciones especiales de temperatura, presión, concentración de metales pesados.

• Características

- Pueden reemplazar polímeros de origen petroquímico
- Biodegradables
- Biocompatibles
- Insolubles en agua
- No flotan
- Estables
- Resistencia a UV
- Termoplásticos

Aplicaciones: industria de empaques y contenedores, medicina, agrícolas y acuícolas, entre otras aplicaciones ambientales

Fuente: Ali & Jamil (2016), El-malek et al. (2020)

Conclusiones

- Biorrefinería es una necesidad.
- Cambiar el concepto de planta de tratamiento a planta procesadora de aguas residuales.
- Ya no se debe manejar el concepto de residuos, se debe afrontar los residuos sólidos y líquidos como materias primas.
- Centralización de residuos aumenta la posibilidad de biorefinar.
- ¿Qué alianzas internas se deben dar en Guatemala cambiar la visión bajo la que se diseña actualmente la gestión de aguas residuales, y lograr los objetivos de desarrollo?
- A las Municipalidades para ir más allá del problema actual.
- Colaboración profesional.

Gracias por su atención

- Ing. David Aguilar
 - gerencia@aguilar.engineering



<http://agisa.org.gt>