



Universidad
Zaragoza



H2 a partir de biomasa

Johanna Sánchez Quezada, PhD.

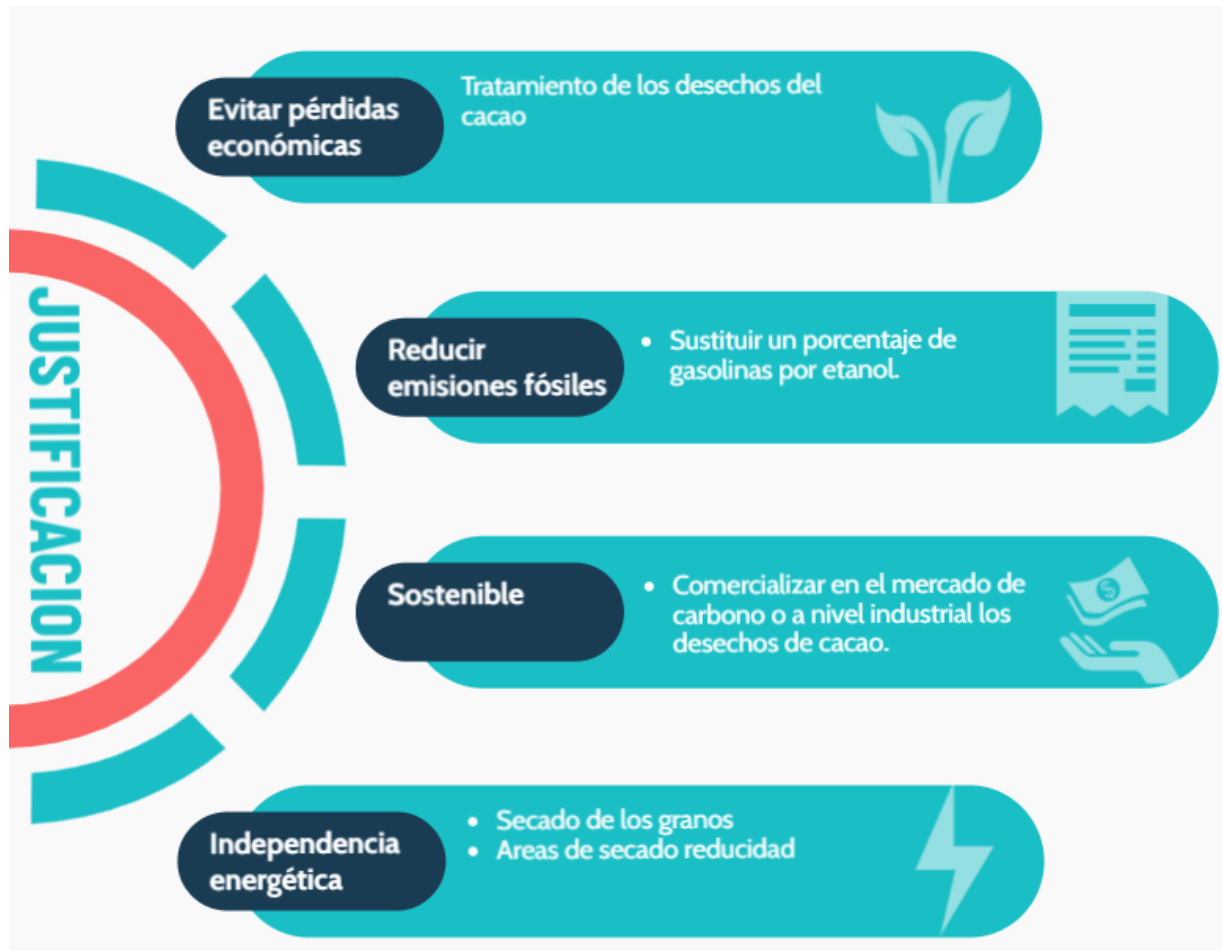
22-23 noviembre
2023



SEEV
SOCIEDAD ECUATORIANA DE ENERGÍA VERDE

H₂transel
Red CYTED

Problema y justificación



Objetivo general

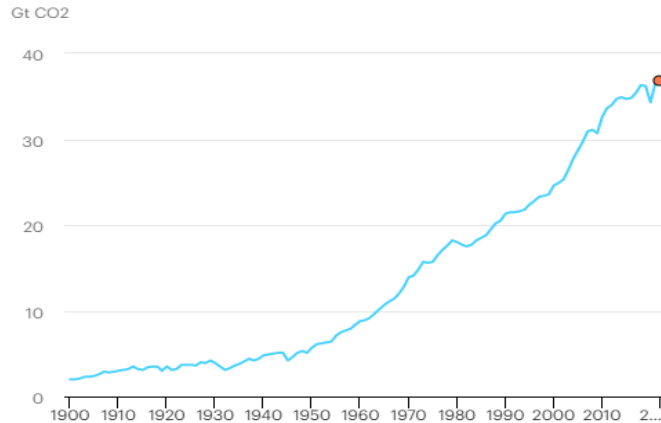
- Estimar la producción de H_2 a partir del reformado de etanol proveniente de biomasa.

Objetivos específicos

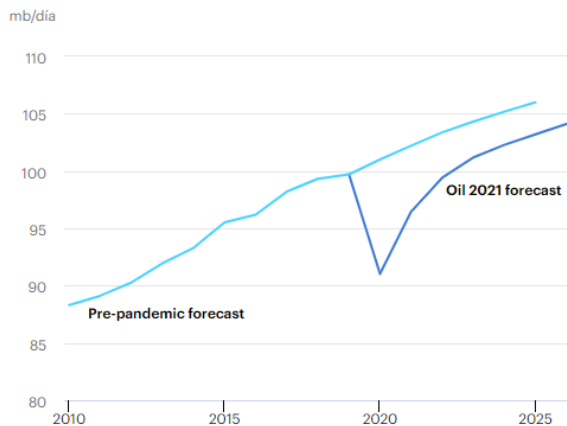
- Etapa 1. Caracterizar el material lignocelulósico.
- Etapa 2. Hidrolizar el material lignocelulósico.
- Etapa 3. Fermentar los azúcares
- Etapa 4. Destilar el etanol generado
- Etapa 5. Estimar la representación en H_2 .

Marco teórico

Emisiones globales de CO2 por combustión de energía y procesos industriales, 1900-2022

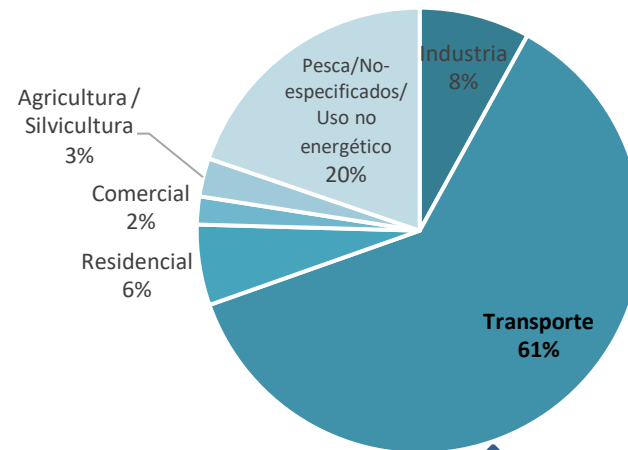


Previsión de demanda de petróleo, 2010-2026, prepandemia y en Petróleo 2021



- 617 EJ energía producción total
- 7674 millones habitantes
- 31,5 Gt de CO2

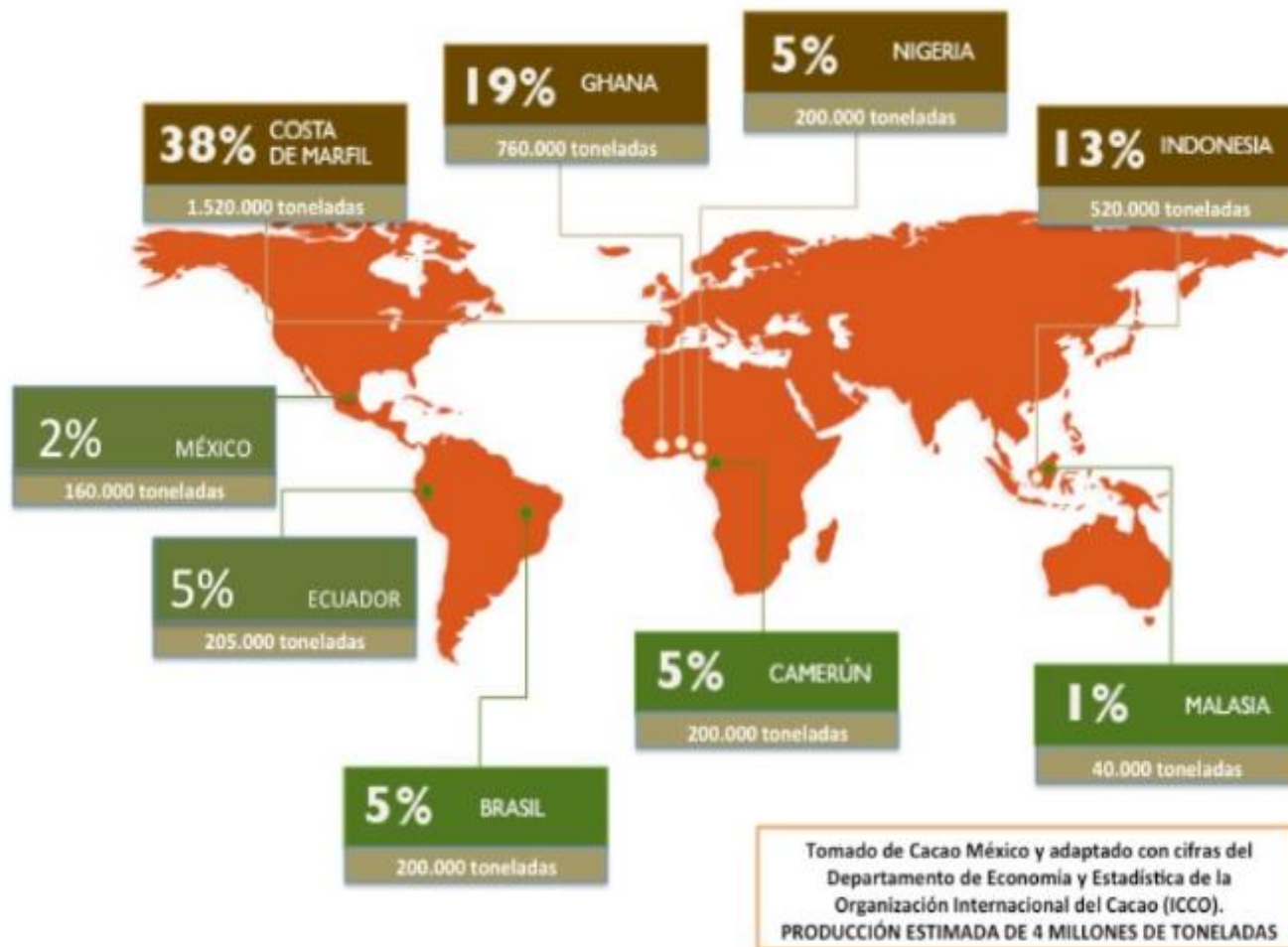
CONSUMO FINAL DE DERIVADOS DE PETRÓLEO POR SECTOR. 154 240 450 TJ



9 408 667 TJ Etanol

Marco teórico

Cacao



Marco teórico

Modelo cinético descrito para la hidrólisis según Saeman



- Concentración de celulosa C_A

$$C_A = C_{A0} e^{-k_1 t}$$

- Concentración de glucosa C_B

$$C_B = \frac{(C_{A0} k_1)}{(k_1 - k_2)} (e^{-k_2 t} - e^{-k_1 t})$$

- Concentración de productos de degradación C_C

$$C_C = C_{A0} - C_A - C_B$$

- Conversión de celulosa X_A

$$X_A = \frac{C_{A0} - C_A}{C_{A0}}$$

- Ecuación diseño reactor discontinuo

$$t \sim X_A$$

$$-\ln(1 - X_A) = kt$$

- Criterio de selección de Akaike AIC

$$AIC = 2k - 2 \ln(L)$$

$$AIC = 2k + N \log \left(\frac{RSS}{n} \right)$$

Cinética hidrólisis y fermentación

$$f = \frac{\text{Carbono orgánico salida}}{\text{Carbono orgánico entrada}}$$

$$-\ln(1 - f) = k t$$

$$-\ln(1 - X_A) \text{ o } \ln(C_{A0}/C_A)$$

Aplicación de la ec. Arrhenius

$$\ln(k) = -\frac{E}{R} \left(\frac{1}{T} \right) + \ln(A)$$

Modelo de Gompertz modificado

$$P_{ae} = P_{ae \max} e^{\left\{ -e^{\left[\frac{t_{mp} + e^{-1}}{P_{ae \max}} \right] (t_I - t) + 1} \right\}}$$

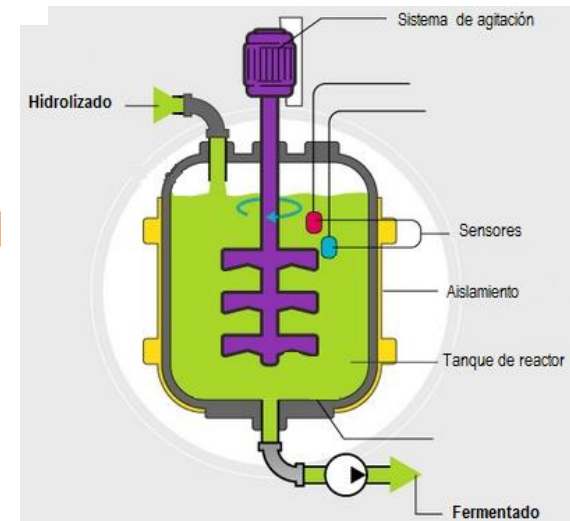
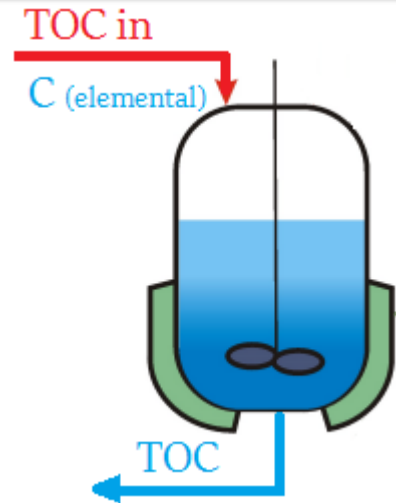
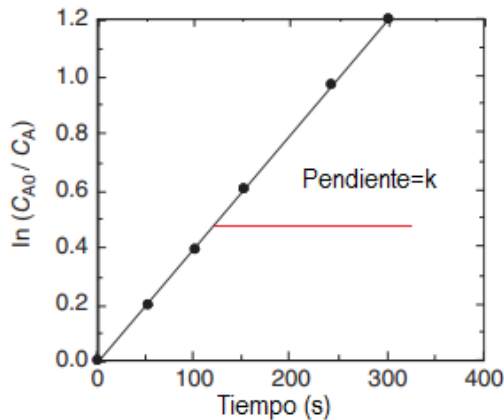
Modelo Logístico

$$L = \frac{Z}{[1 + e^{\left\{ \frac{4u}{Z} (\lambda - t) + 2 \right\}]}}$$

Modelo de Monod

$$\mu = \mu_m \frac{S}{K_S + S}$$

Calculo de la constante cinética k



Revisión de la literatura

Las investigaciones que inciden en la utilización de los desechos de cacao como biocombustibles, se destacan:

Investigación 1

- Cocoa pod husk: A new source of CLEA-lipase for preparation of low-cost biodiesel: An optimized process
- Khanahmadi et.al., 2016
- Las BCVC es fuente de lipasa para la preparación de biodiesel de bajo costo.

Investigación 2

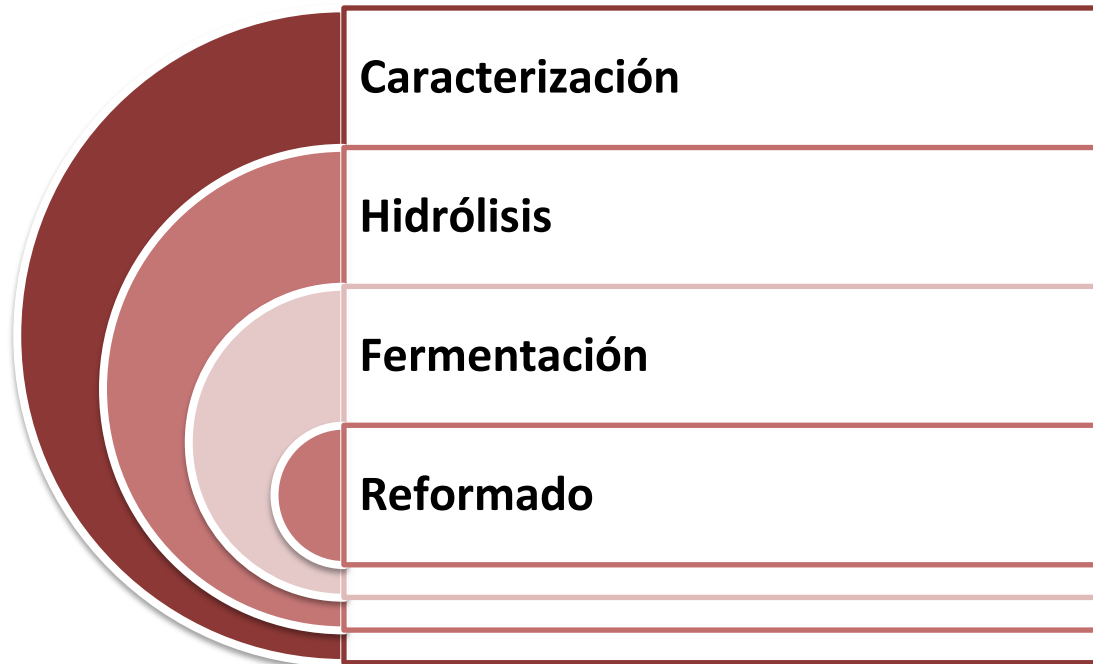
- Kinetic study of the acid hydrolysis of sugar cane bagasse
- Aguilar et al., 2002
- Los valores óptimos de hidrólisis (2% H_2SO_4 , 122°C y 24 min) reportaron 24,6 g/l azúcares reductores.

Investigación 3

- Optimization of bioethanol production from cocoa (*Theobroma cacao*) Bean Shell
- Awolu & Oyetuji, 2015
- La cascarilla del grano de cacao se hidrolizó con H_2SO_4 , el valor óptimo de azúcares reductores fue de 45,08 mg/g a 0,5 M, 80 °C y 150 minutos de trabajo, representando 8,46% de bioetanol.

Método general

Existen alrededor de 23 variedades de cacao, se considera trabajar con las variedades de mayor representatividad.



Metodología caracterización

- Análisis inmediato, elemental, estructural y poder calorífico

Celulosa

Hemicelulosa

Lignina

Metodología del proceso de hidrólisis

- Rangos de operación de hidrólisis:

• Concentración Biomasa

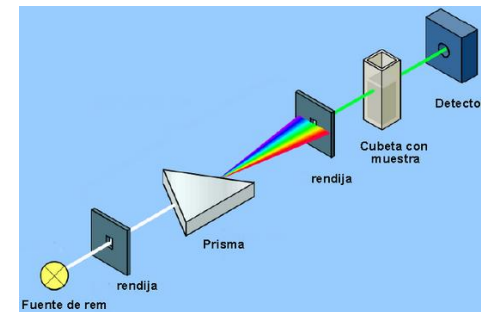
• Concentración de H_2SO_4

• Temperatura

• Tiempo

TOC: Carbono orgánico total
Espectrofotometría UV VIS

Analizador Lotix TOC



Metodología del proceso de fermentación

- pH

- Concentración de inóculo

- Revoluciones por minuto del agitador RPM

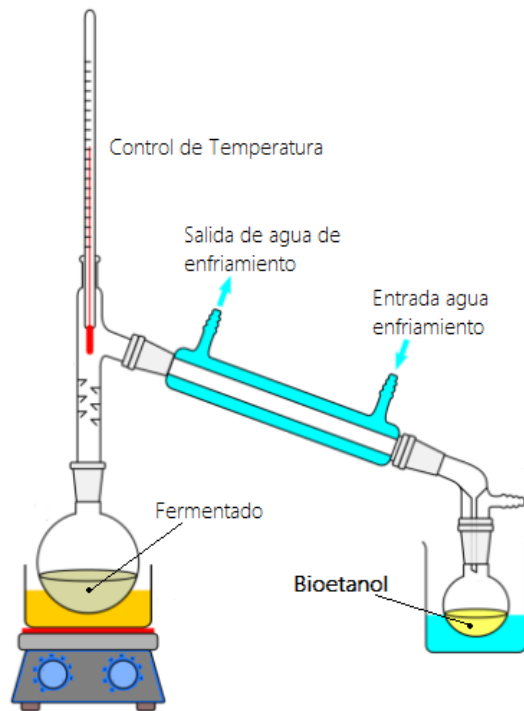
- Concentración de oligoelementos

Tiempo de fermentación

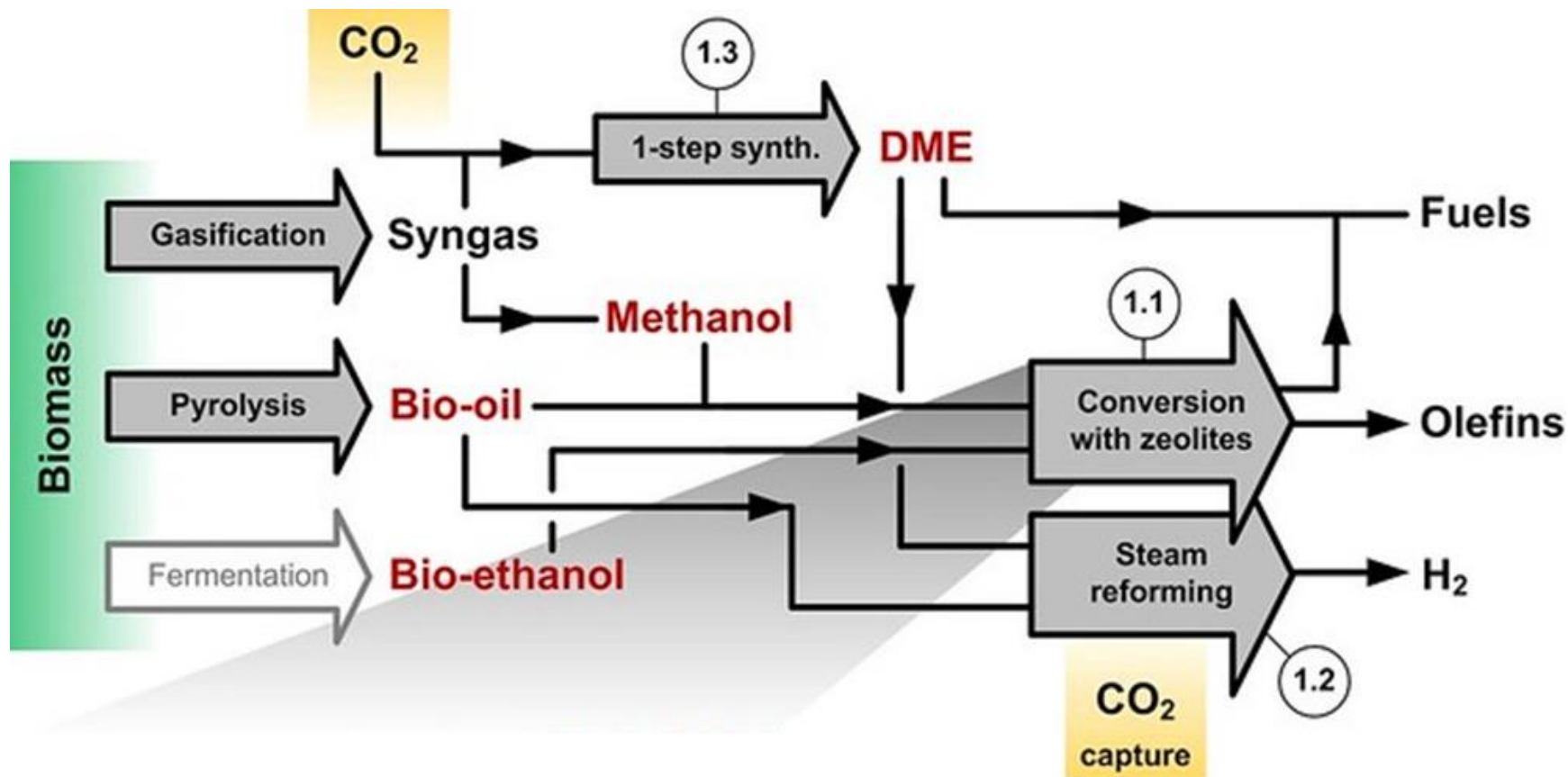
Metodología del proceso de fermentación

Modelado cinético de fermentación

BioFlo/CelliGen 115 Marca Eppendorf



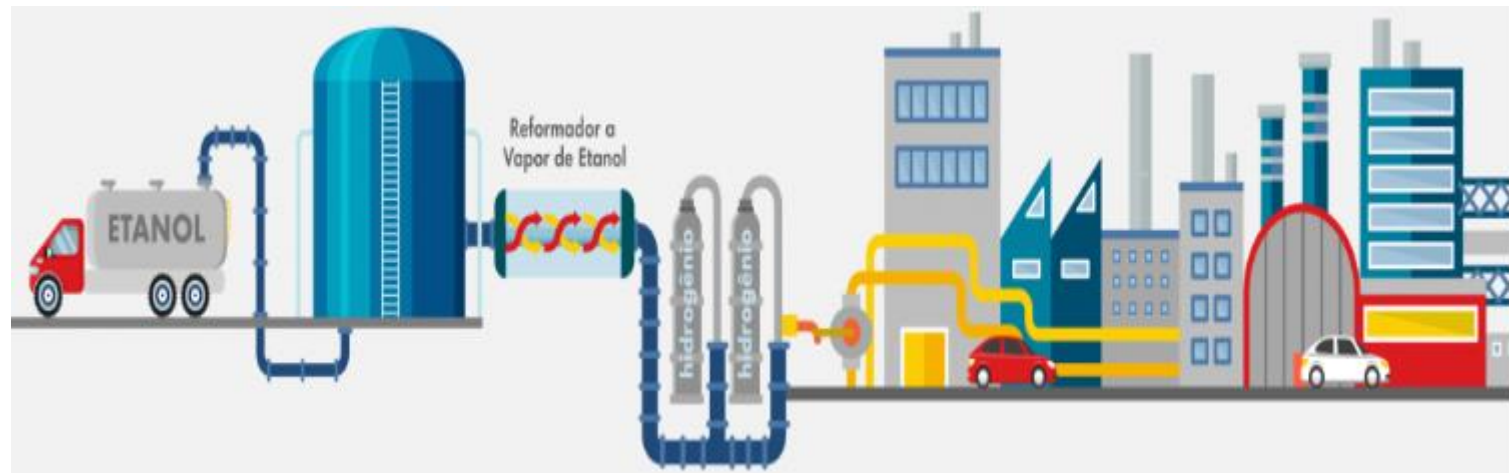
Reformado de bioetanol



**Reacción química del
reformado de bioetanol**



2 a 4 moles H₂/mol de glucosa / 2,9 mol H₂/mol etanol



Conclusiones

El material lignocelulósico estudiado tiene similares características a otras biomásas que actualmente se explotan.

El reformado con vapor de bioetanol permite obtener una cantidad de H₂ proveniente de la biomasa residual que constituye un aporte para lograr diversificar las fuentes de energía.

Gracias