



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de petroquímica

TEMA: “Desarrollo y evaluación de la reacción de pirólisis de policarbonato (PC) junto con biomasa para la obtención de gas de síntesis mediante un software de simulación.

AUTORA: Cando Chicaiza, Verónica Marisol

TUTOR: Ing. Sayavedra Delgado, Jonathan Javier . Msc



INTRODUCCIÓN

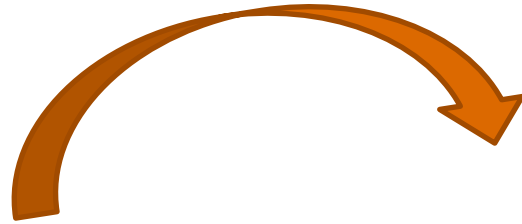
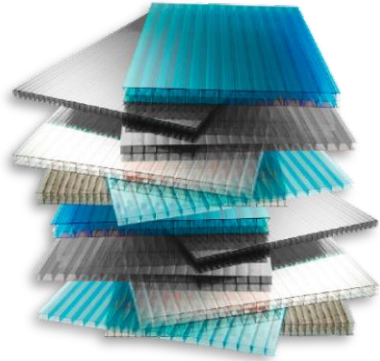
OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

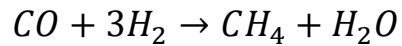
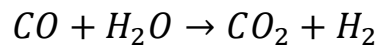
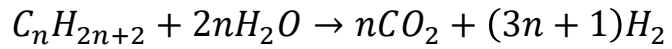
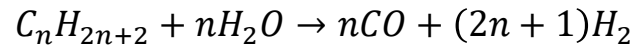
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES





Policarbonato

Reformado con vapor



Biomasa



2'014 727.89 ton/año

Copirólisis



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Objetivo General

- Desarrollar y evaluar la reacción de pirólisis de PC junto con biomasa para la obtención de gas de síntesis mediante un software de simulación.

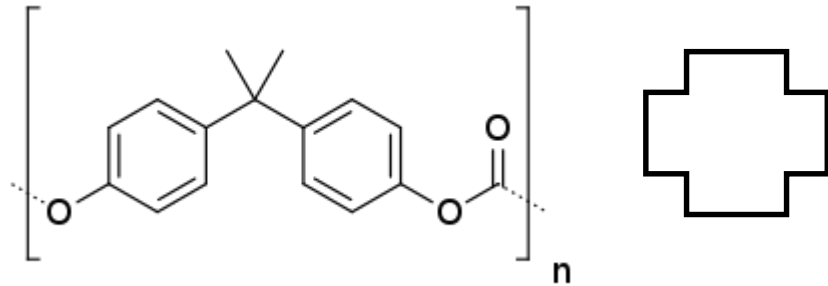
Objetivos Específicos

- Determinar las condiciones óptimas de generación de mayor cantidad de productos con valor agregado.
- Generar balances y reacciones presentes en el reactor.
- Realizar la simulación del proceso de pirólisis ocupando los datos y cálculos obtenidos en los objetivos planteados.

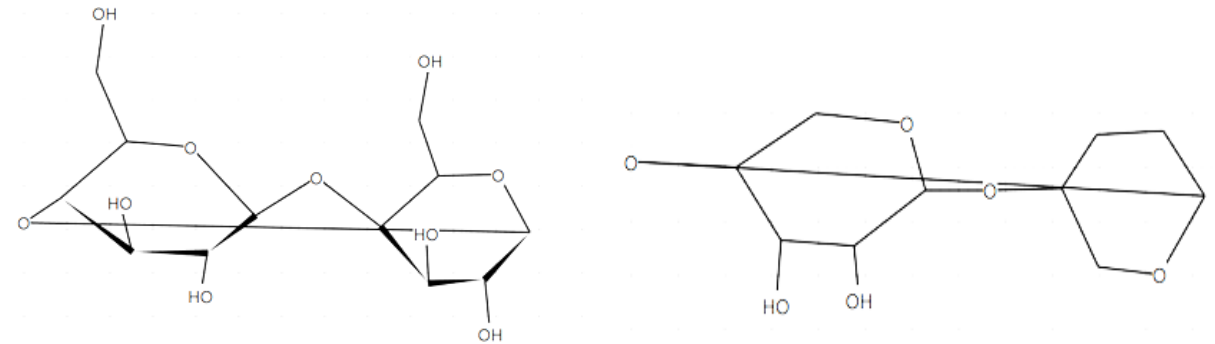


Descripción general del proceso

Policarbonato



Cascara de cacao



Componente

Composición

Celulosa

53.7%

Hemicelulosa

18.7%

Lignina

25.7%

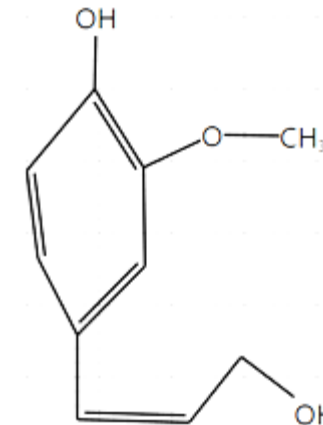


Tabla 1: Composición de la cáscara de cacao

Análisis de productos (% peso sobre polímero)	Rendimiento líquido	Rendimiento de gas	Rendimiento sólido
No catalítica	57.03	18.46	24.5
ASM-5	57.47	19.06	23.47
ZSM-5 eq/dil.	47.25	20.80	31.95
Silicalita	58.32	20.32	21.36
USY	40.8	22.82	36.39
Al-MCM-41	48.75	20.29	30.96
γ -Al ₂ O ₃	38.49	22.07	39.45
MgO-HP	51.01	18.37	30.61
MgO-MP	52.32	17.75	29.93
CaO	49.7	12.49	37.8

Tabla 2: Rendimiento de producto de pirólisis de PC (% en peso sobre polímero)

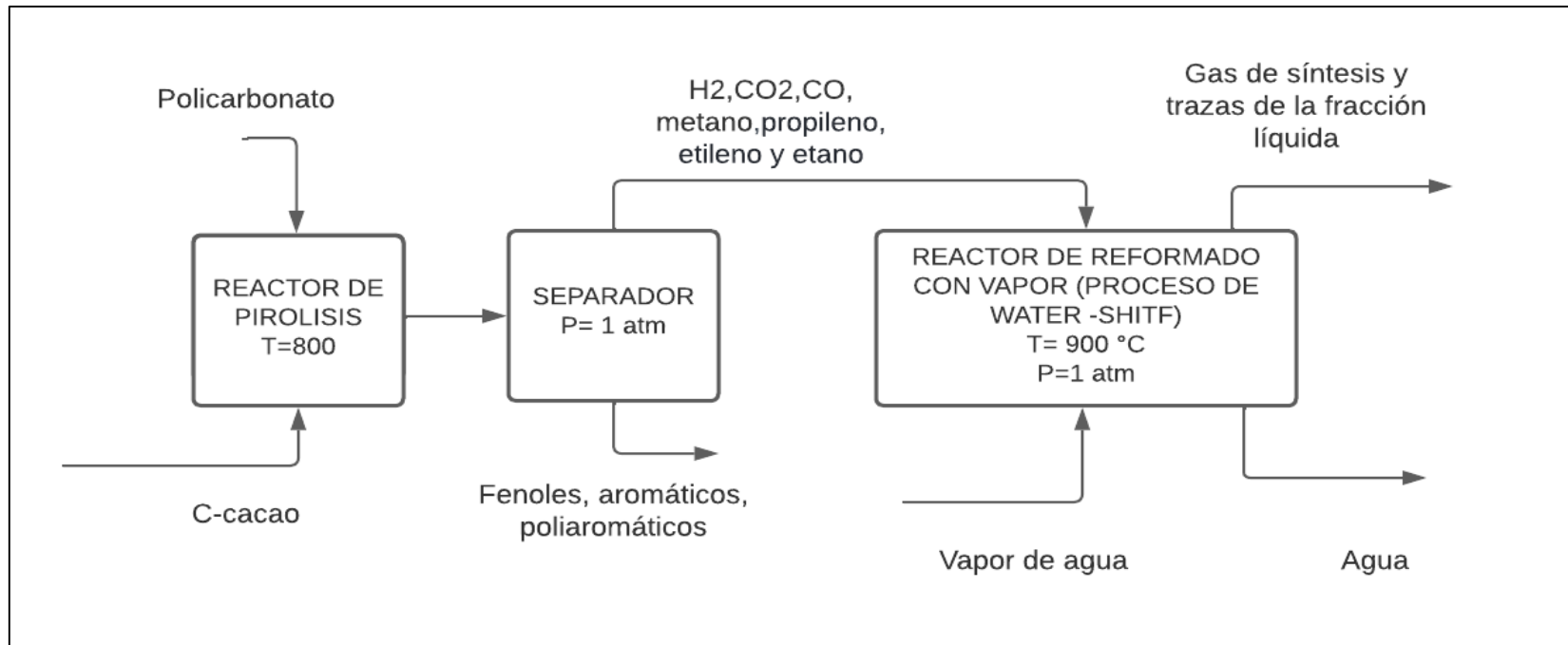


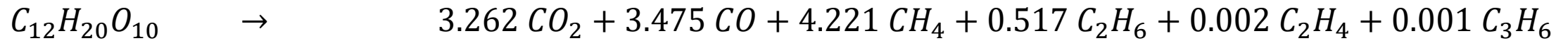
Figura 1: Diagrama de bloques del proceso para la obtención de gas de síntesis

Reacciones presentes en el proceso de pirólisis de la biomasa

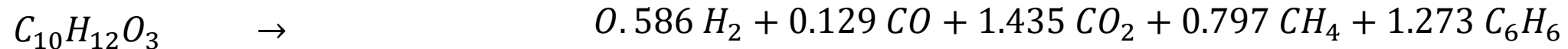
Hemicelulosa



Celulosa

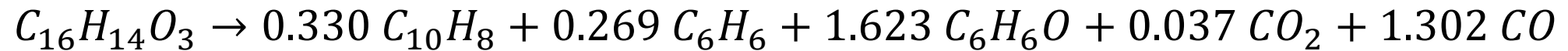


Lignina

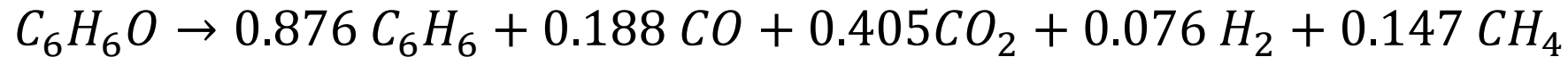


Reacciones presentes en el proceso de pirólisis del policarbonato

Fase 1: Obtención de productos líquidos



Fase 2: Obtención de productos gaseosos



Parámetros cinéticos

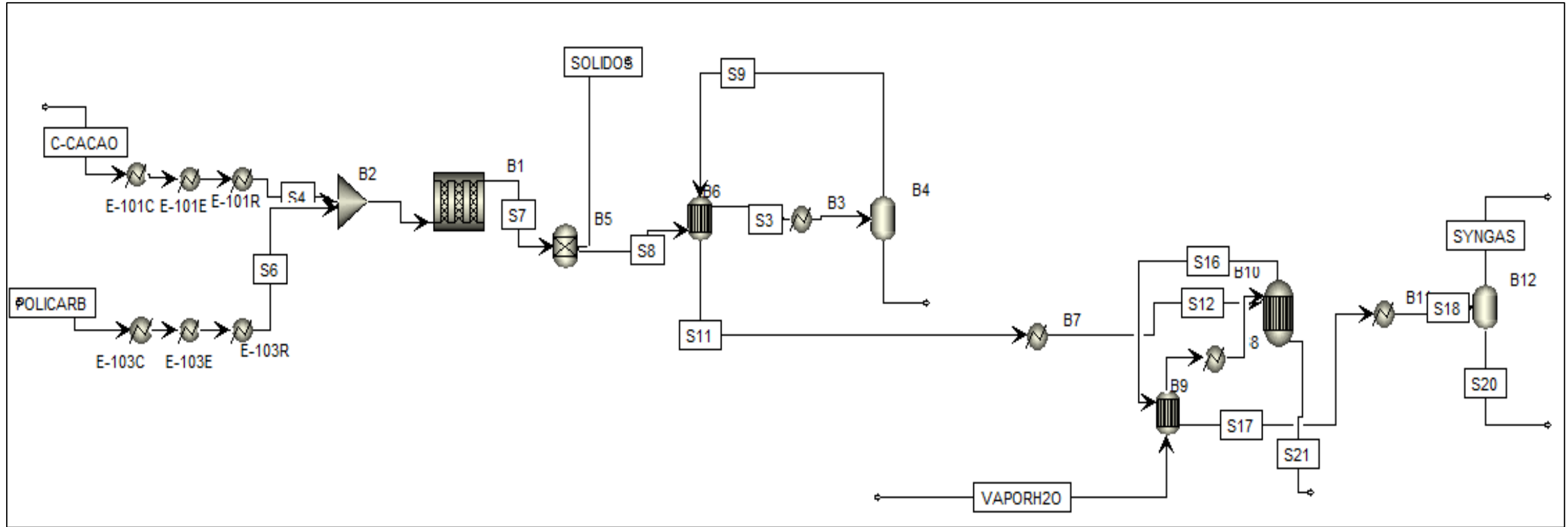
Componente	K [s ⁻¹]	E [KJ/mol]
Celulosa	2690	87.54
Hemicelulosa	29300	85.48
Lignina	59.4	69.41

Tabla 3: Parámetros cinéticos de la biomasa

Componente	K [s ⁻¹]	E [KJ/mol]
Policarbonato	0.087	29.245
Fenol	1.882e+06	166.189

Tabla 4: Parámetros cinéticos de la descomposición del policarbonato

Proceso de la obtención de gas de síntesis



Flujos máxicos de la alimentación

Corriente	Flujo máxico (Kton/año)	Presión (atm)	Temperatura (°C)
Policarbonato	62.6	1	25
C-cacao	62.6	1	25

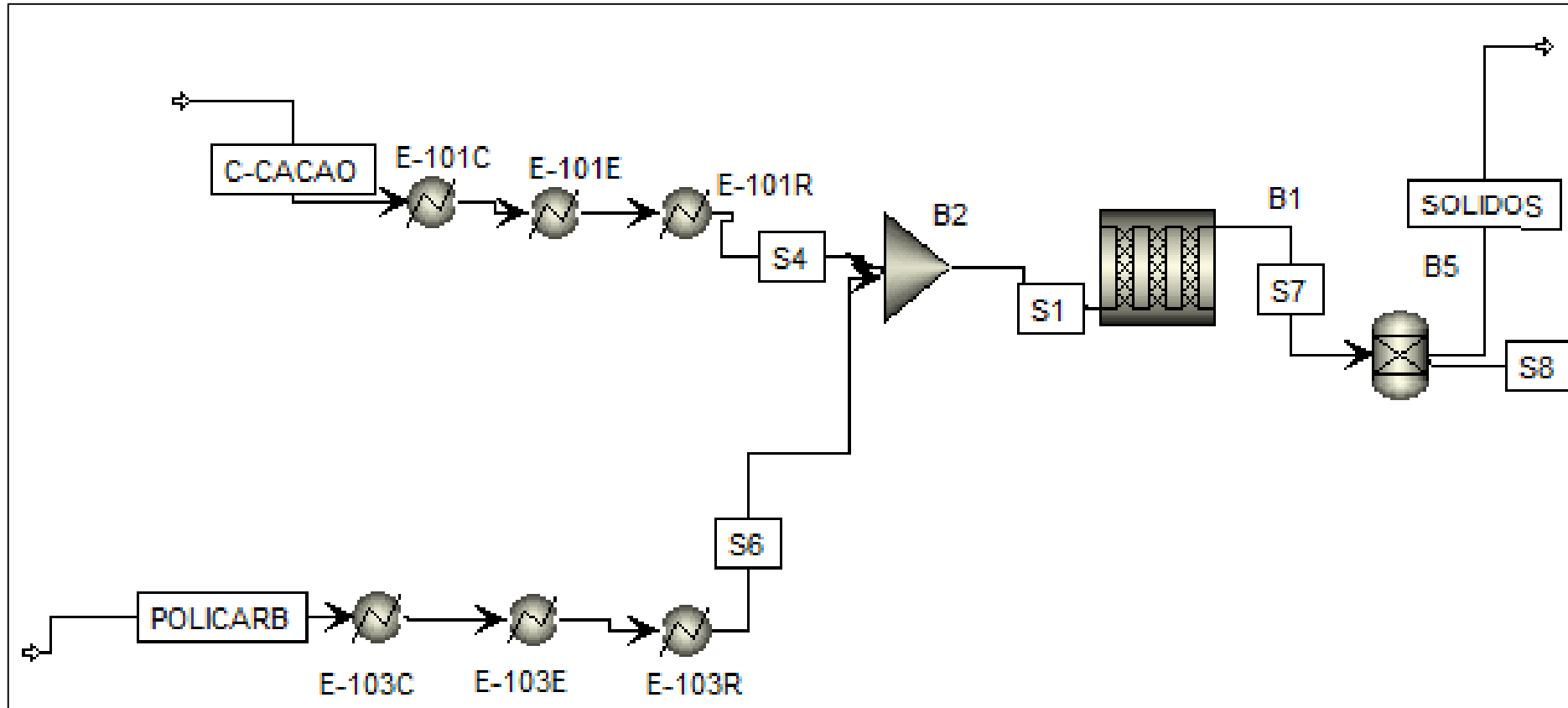
Tabla 5: Datos de la corriente de alimentación al reactor

PFR

Equipo	Número de tubos	Presión (atm)	Temperatura (°C)
Reactor Plug	5532	1	800
E-101C		1	120
E-101E		1	250
E-101R		1	800

Tabla 6: Datos del proceso de la pirólisis

Proceso de pirólisis



Especificación de diseño en el reactor

Multitube reactor Number of tubes

Diameter varies along the length of the reactor

Tube dimensions

Length

Diameter

Elevation

Reactor rise

Reactor angle

Valid phases

Process stream

Thermal fluid stream

Equipo	Numero de tubos iniciales	Número de tubos determinados con el 95% de conversión
B1 (RPlug)	3000	5532

Tabla 7: Variación de tubos para una conversión del 95% del policarbonato

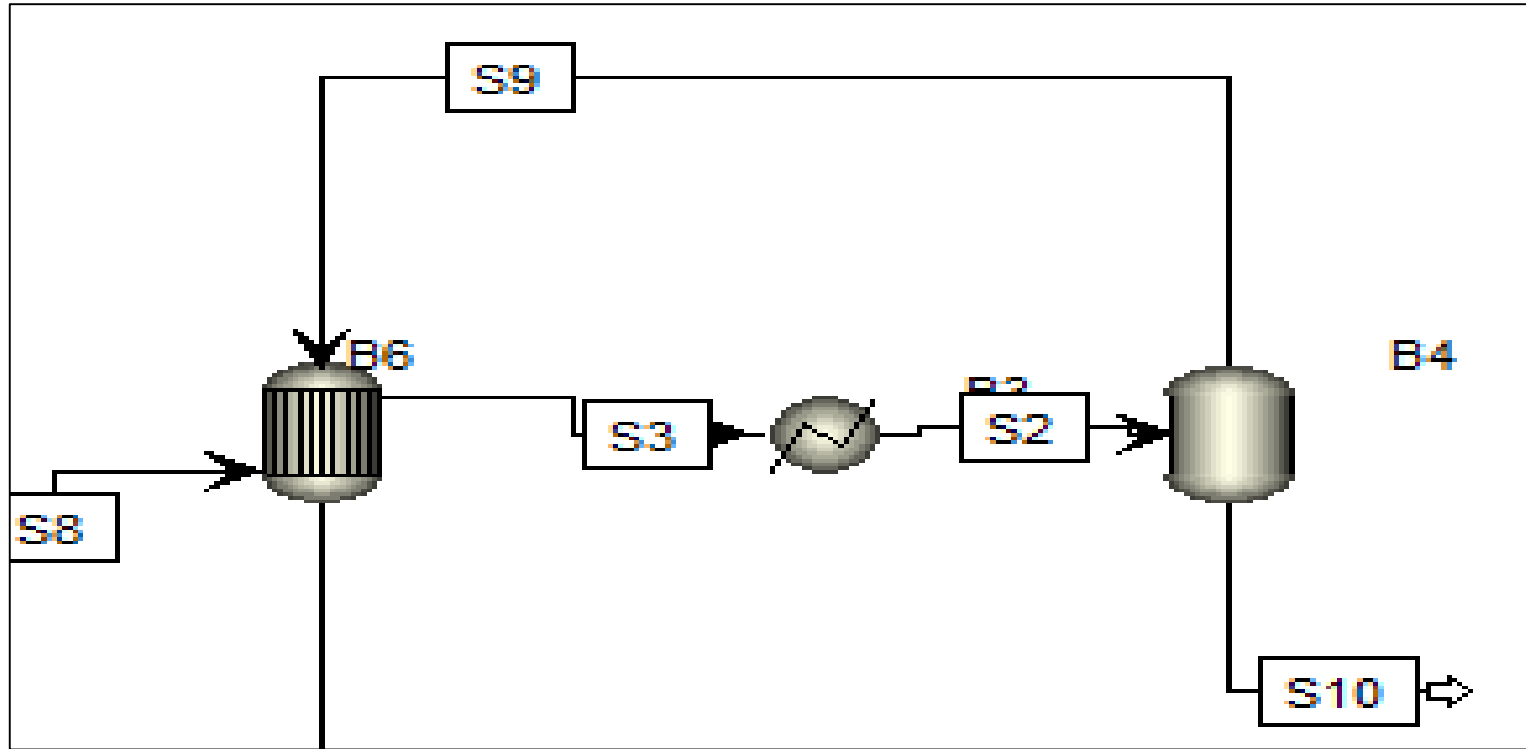


Componente	Flujo másico [Kg/h]
PCARBONT	357.363
CO	2752.455
FENOL	59.023
BENCENO	4516.191
H2	18.826
HCELULOS	
CELULOSA	
LIGNINA	
METANO	1221.095
CO2	3698.094
ETANO	226.754
ETILENO	152.445
PROPILENO	152.194
NAFTALENO	1129.438

Tabla 8: Componentes de la corriente de salida del reactor multitubular



Separación de la fase líquida y gaseosa



Componente	Flujo másicos [Kg/h]	
	Corriente de la fracción	Corriente de la fracción
	liviana	pesada
CO	2751.006	1.449
FENOL	0.001	59.021
BENCENO	0.721	4445.469
H2	18.826	0.0003
METANO	1219.021	2.07367721
CO2	3624.678	73.4162364
ETANO	220.859	5.89457444
ETILENO	150.259	2.18591541
PROPILENO	140.417	11.7765869
NAFTALENO	0.0109	1129.42773

Tabla 9 : *Flujos másicos de la Separación de la fase líquida del gas*



Datos del proceso del reformado con vapor

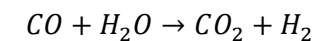
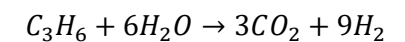
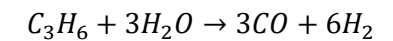
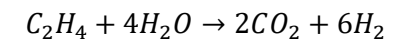
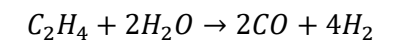
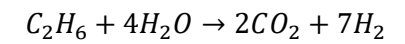
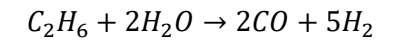
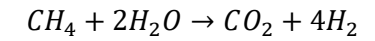
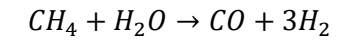
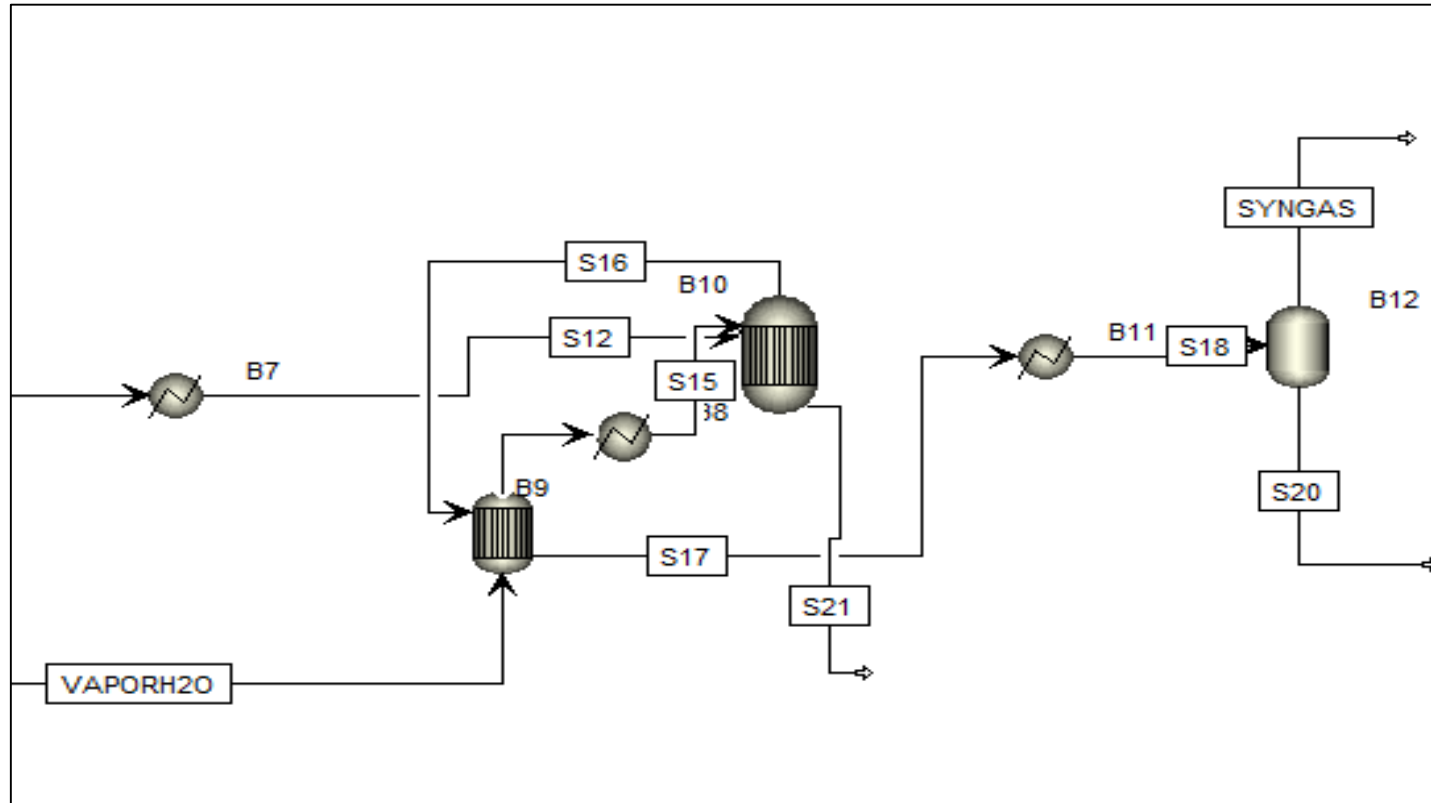
Componente	Flujo másico	Temperatura	Presión
Agua	222.8 Kmol/h	25°C	1

Tabla 10: Datos de la alimentación al proceso de reformado con vapor

Equipo	Temperatura	Presión (atm)
Heater	900 °C	1
Reactor de equilibrio	900 °C	1
Intercambiador de Calor	20 ° F	1
Heater	-30 °F	1

Tabla 11 : Condiciones de los equipos

Proceso del reformado con vapor



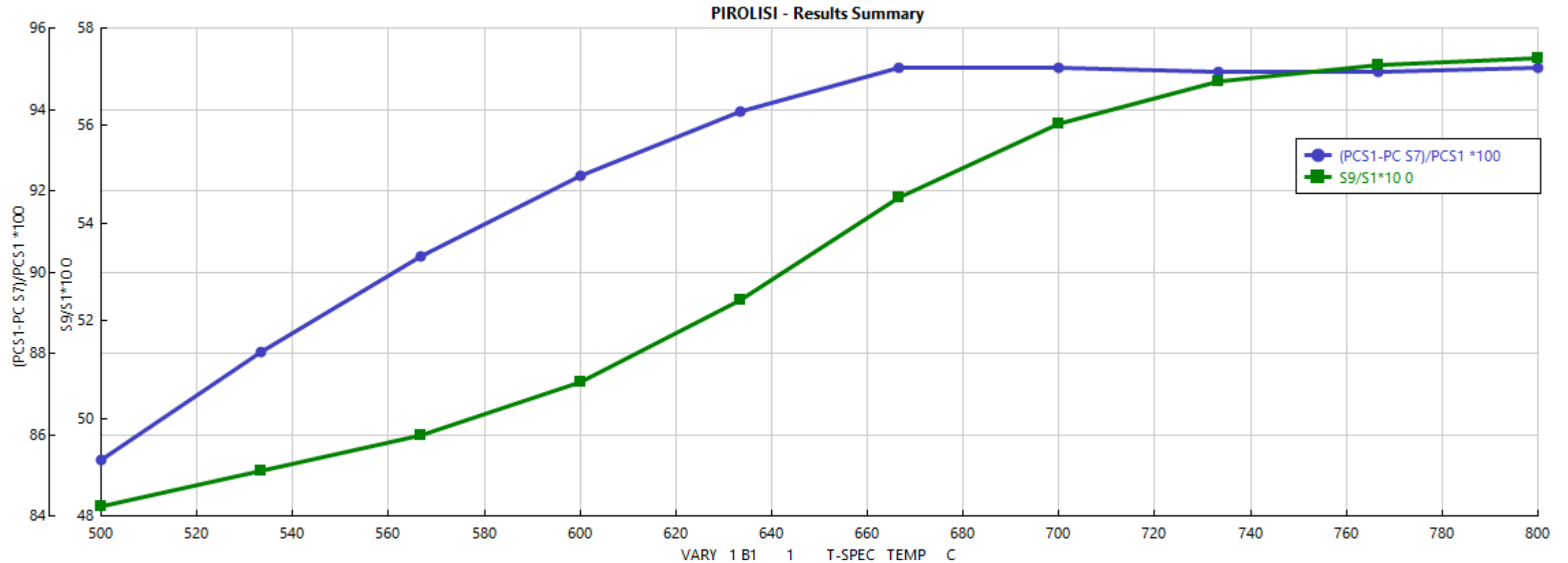
Obtención del gas de síntesis

Componente	Flujo másico [kg/h]
	Gas de síntesis
CO	6185,582
H2	612,571
CO2	3070,871

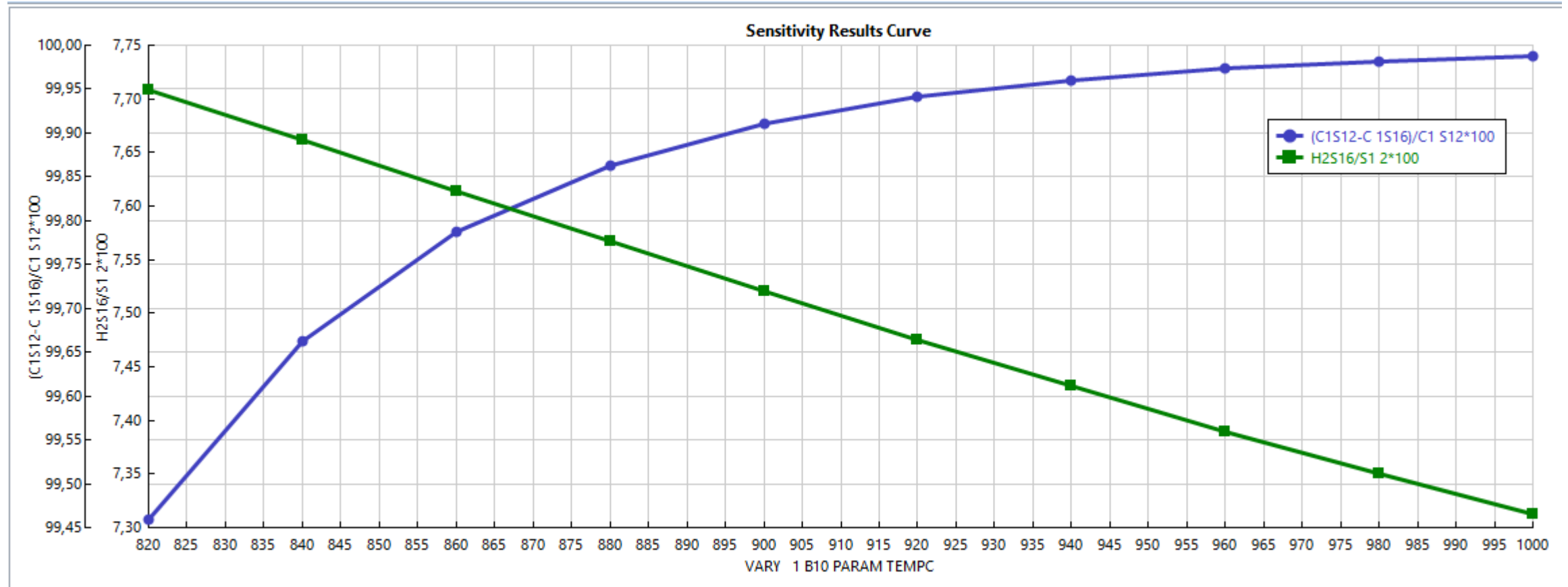
Tabla 12: *Flujos másicos del gas de síntesis obtenido*



Análisis de sensibilidad en el reactor multitubular



Análisis de sensibilidad en el reactor de reformado con vapor



- Con base a los resultados obtenidos a la salida del reactor de pirólisis en la simulación, se determinó el número de tubos en el reactor ideal para una conversión del 95% descomponiéndose el policarbonato y biomasa en el proceso de pirólisis, obteniendo productos de valor agregado.
- Se empleó un modelo simplificado para obtener reacciones simplificadas que intervienen en la descomposición del policarbonato y biomasa con el propósito de obtener gas de síntesis.
- La temperatura tiene efectos determinantes en el proceso de la obtención de gas de síntesis, en la conversión del metano y el rendimiento de gas generado son favorables a temperaturas de 1000 °C y 800 °C respectivamente y para el rendimiento del hidrogeno es favorable a temperatura de 820 °C.



CONCLUSIONES

- Se realizó la simulación del diseño para la obtención de gas de síntesis a través de la utilización del policarbonato con las composiciones de la cáscara de cacao como materia prima en el que se obtuvo las composiciones molares a la salida de la corriente del proceso las cuales fueron de 0.37 CO, 0.51 H₂, 0.117 CO₂.
- Por otro lado, se usó la cáscara de cacao como materia prima como fuente de biomasa para el proceso, debido a que es un producto comercial de importancia en el Ecuador y que genera alto contenido de residuos que deben ser aprovechados para generar otros productos de valor agregado. .



- Para próximos trabajos se sugiere variar la presión en la simulación de diseño para la obtención de gas de síntesis mediante el software se eligió un paquete termodinámico de NRTL con Peng-Robinson con el fin de observar los resultados que se obtienen.
- Se propone utilizar como energía para los reactores la fracción obtenida de cada proceso con el fin de verificar que tan factibles son las reacciones generadas en el modelamiento simplificado
- Variar los flujos de biomasa y policarbonato con el objetivo de obtener mayor cantidad de gas de síntesis.
- Utilizar un reflujo de la salida del proceso de separación de la fracción líquida hacia el proceso de pirólisis para descomponer los hidrocarburos en trazas pequeñas y no desperdiciar materia.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Muchas Gracias

