



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE PETROQUÍMICA**

**TRABAJO DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE PETROQUÍMICO**

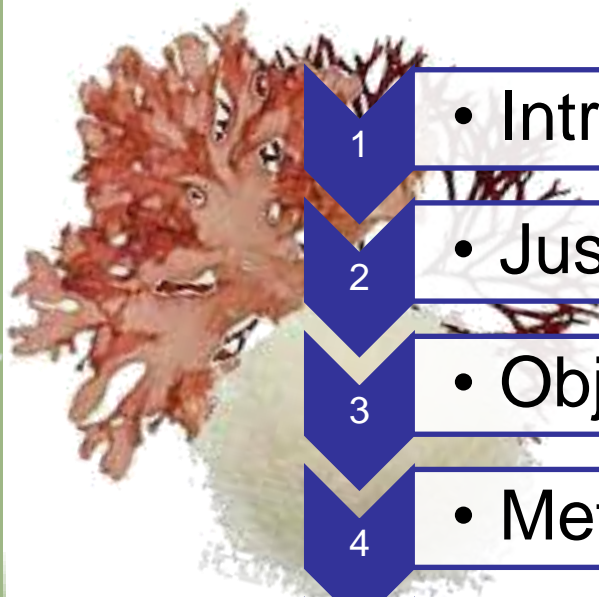
**TEMA: “ESTUDIO DEL ANÁLISIS TÉCNICO DE PRODUCCIÓN DE
CARRAGENINA A PARTIR DEL ALGA ROJA EUCHEUMA COTTONII”**

**AUTORES: TONATO CHUQUI, BRAYAN GEOVANNY Y VILLAMARÍN
ESPINOSA, MARÍA ESTHER**

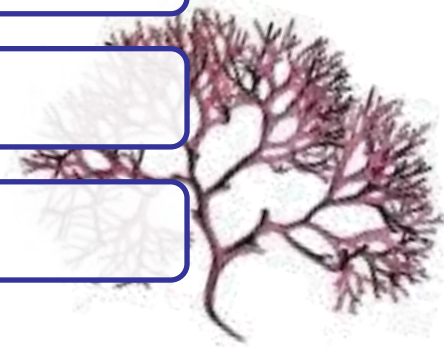
TUTOR: ING. LÓPEZ ORTEGA, JESSENIA ESTEFANÍA

LATACUNGA, ABRIL 2021





- 1 • Introducción
- 2 • Justificación
- 3 • Objetivos
- 4 • Metodología
- 5 • Resultados
- 6 • Conclusiones
- 7 • Recomendaciones





1

• Introducción

2

• Justificación

3

• Objetivos

4

• Metodología

5

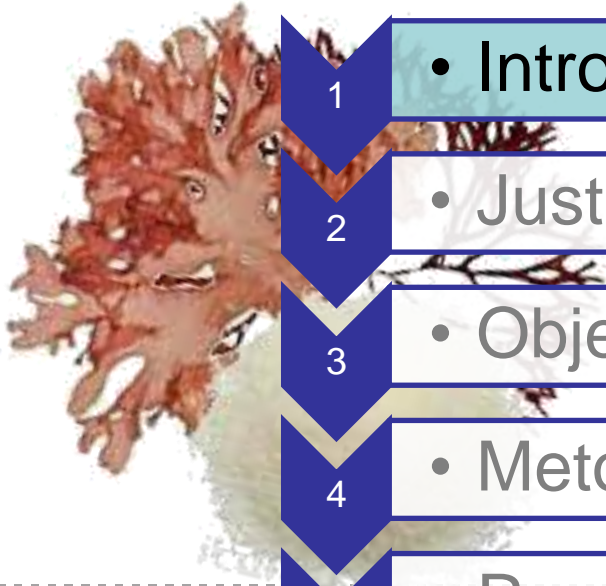
• Resultados

6

• Conclusiones

7

• Recomendaciones





Tipos de carragenina

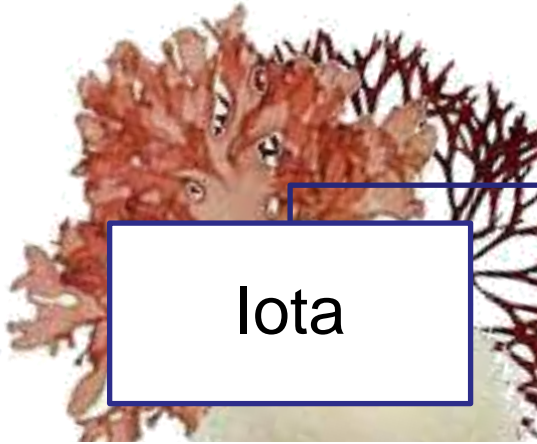
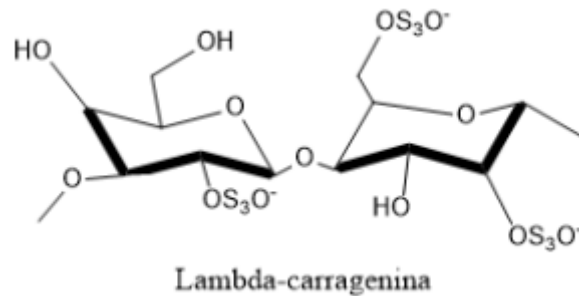
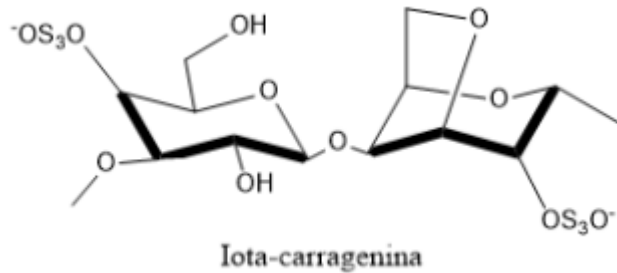
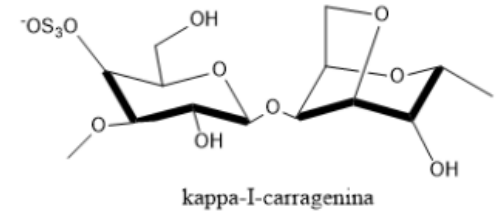
Iota

Lambda

Kappa

Kappa I

Kappa II





Métodos de Extracción de Carragenina

Drum Drying

Seaweed Treatment and Extraction



Filtration



Drum Drying

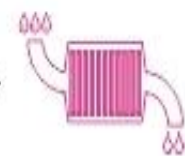


Precipitación por alcohol

Seaweed Treatment and Extraction



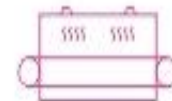
Filtration



Alcohol Precipitation



Drying



Gel Press

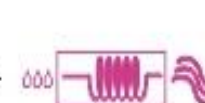
Seaweed Treatment and Extraction



Filtration



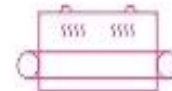
Gelling



Gel Press Dewatering

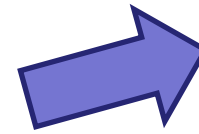


Drying

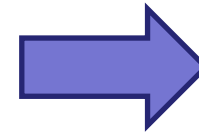




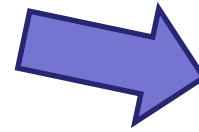
**Carragenina
Kappa I**



Alimentos

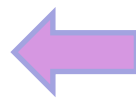


Productos
farmacéuticos



Usos industriales

Método de extracción Gel-Press



Alga roja Eucheuma Cottonii



1

• Introducción

2

• Justificación

3

• Objetivos

4

• Metodología

5

• Resultados

6

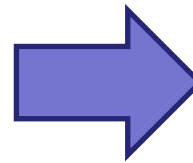
• Conclusiones

7

• Recomendaciones



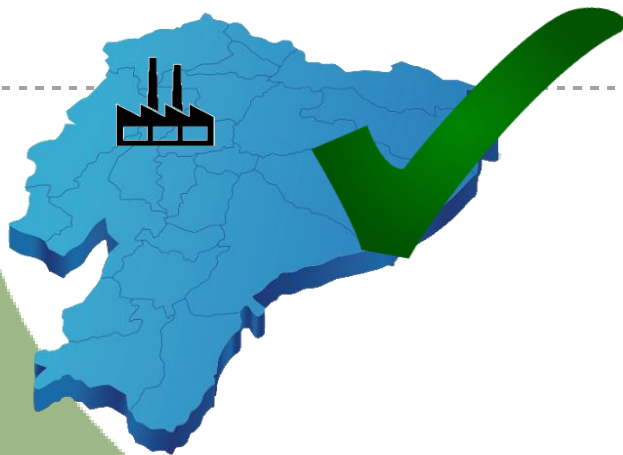
A nivel mundial el cultivo de algas en incremento por creciente demanda de polisacáridos

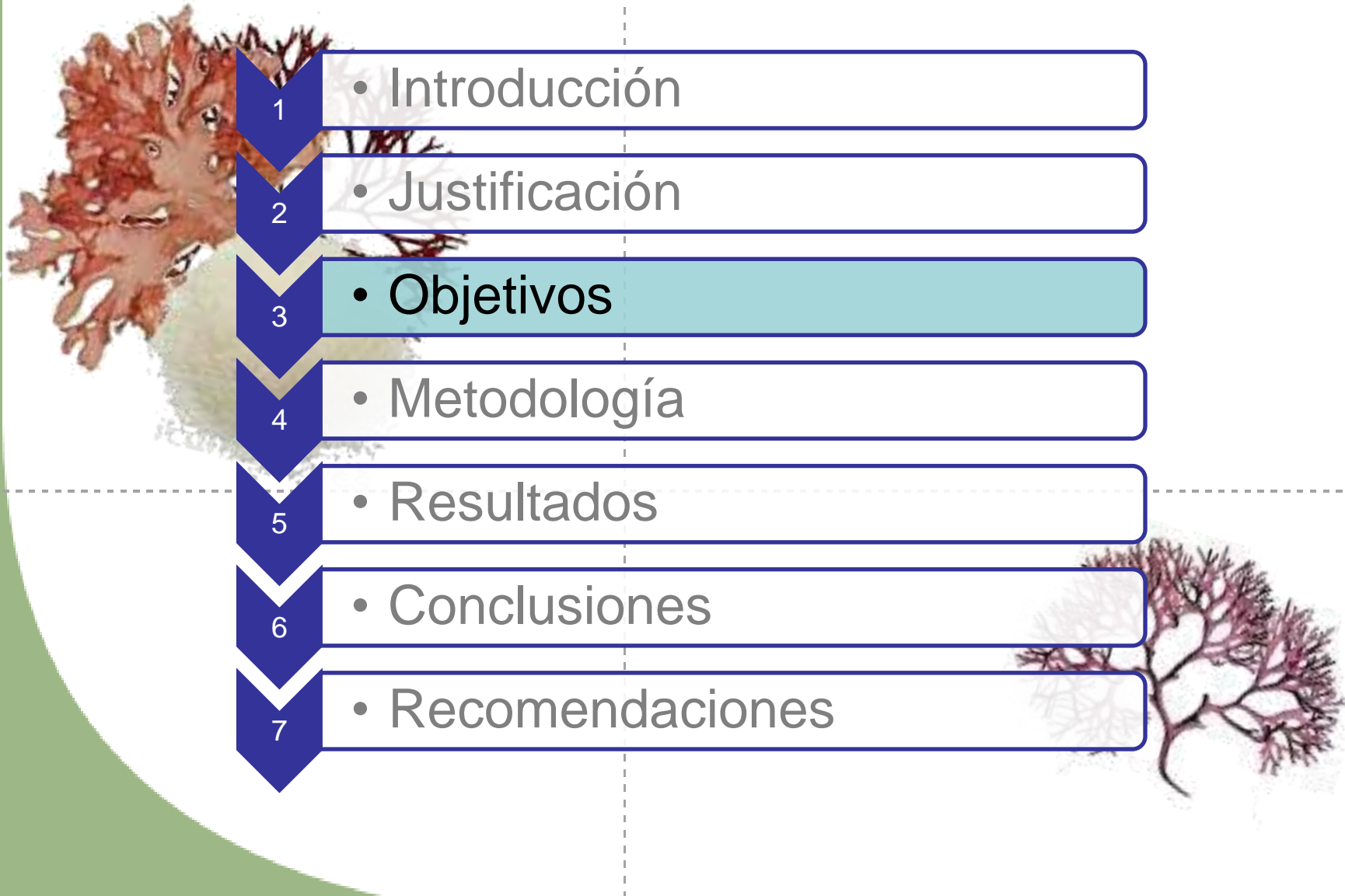


Santa Elena



Cultivo de macroalgas ayuda al incremento de plazas de trabajo





- 1 • Introducción
- 2 • Justificación
- 3 • **Objetivos**
- 4 • Metodología
- 5 • Resultados
- 6 • Conclusiones
- 7 • Recomendaciones



Objetivo General

- Estudiar el análisis técnico de producción de la carragenina a partir del alga roja *Eucheuma Cottonii*.

Objetivos Específicos

- Investigar los métodos de obtención de carragenina.
- Seleccionar y describir el método de producción del polisacárido.
- Establecer el diagrama de flujo del proceso.
- Determinar el balance de masa y energía de la planta de producción.



1

• Introducción

2

• Justificación

3

• Objetivos

4

• Metodología

5

• Resultados

6

• Conclusiones

7

• Recomendaciones



Paquete termodinámico seleccionado para la simulación: NRTL EXTENDIDO

Property Package Selection

- <none>
- Acid Gas - Physical Solvents
- Acid Gas - Liquid Treating
- Acid Gas - Chemical Solvents
- Antoine
- ASME Steam
- Braun K10
- BWRS
- Chao Seader
- Chien Null
- Clean Fuels Pkg
- CPA
- Esso Tabular
- Extended NRTL**
- GCEOS
- General NRTL

Activity Model Specifications

Vapour Model	Ideal
Density Method	Costald
UNIFAC Estimation Temp	25.0000 C
Use Poynting Correction	<input checked="" type="checkbox"/>

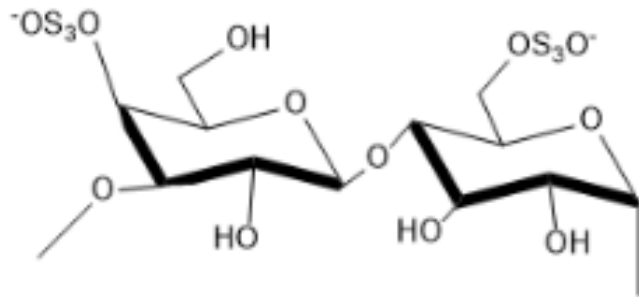


Paquete termodinámico seleccionado para la predicción de propiedades de compuesto que no se encuentran en la base de datos de HYSYS: UNIFAC

Vapour Model	Ideal
Density Method	Costald
UNIFAC Estimation Temp	25.0000 C
Use Poynting Correction	<input checked="" type="checkbox"/>

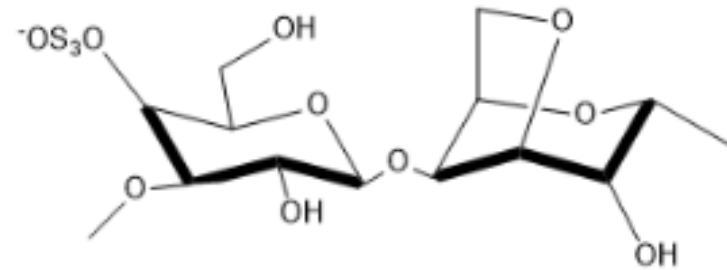


Parámetros para la estimación de propiedades

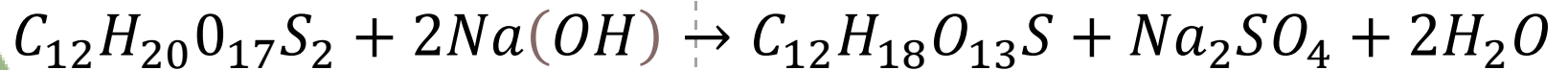


mu-carragenina

Sulfonato



kappa-carragenina





Composición porcentual para $\mu - SO_3^-$

ELEMENTO	PORCENTAJE
C	28.8
H	4
O	54.4
S	12.8

Datos adicionales.

$$PM_{\mu-SO_3^-} = 500 \text{ gr/mol}$$

$$\Delta H^0_f = -2240.24 \text{ kg/mol}$$

Composición porcentual para Kappa I

ELEMENTO	PORCENTAJE
C	35.82
H	4.48
O	51.74
S	7.96

$$PM_{\text{kappa1}} = 402 \text{ gr/mol}$$

$$\Delta H^0 f = -1689 \text{ kg/mol}$$

Creación de los compuestos hipotéticos.

Carragenina $\mu - SO_3^-$

Select: Method:

Hypo Group:

Solid - Carragenina MiuSO3*

ID Props Point TDep PSD

Solid Properties

Molecular Weight	500.00
Density [kg/m3]	1300.00
Diameter [mm]	1.0000
Sphericity	1.000
Area/Unit Vol [m2/m3]	1.0000

Coal Analysis (Percent Basis)

Carbon	28.8000
Hydrogen	4.0000
Nitrogen	0.0000
Oxygen	54.4000
Sulphur	12.8000
Chlorine	0.0000

Estimate Unknown Props Edit Properties



Carragenina *Kappa I*

Select: **Hypothetical** Method: **Create a batch of hypos**

Hypo Group: **HypoGroup1**

Initial Boiling Point: **30.00 C** Interval **10.00 C**

Final Boiling Point: **900.0 C**

Solid - Carragenina Kappa I*

ID Props Point TDep PSD

Solid Properties

Molecular Weight	402.00
Density [kg/m3]	1300.00
Diameter [mm]	1.00000
Sphericity	1.000
Area/Unit Vol [m2/m3]	1.00000

Coal Analysis (Percent Basis)

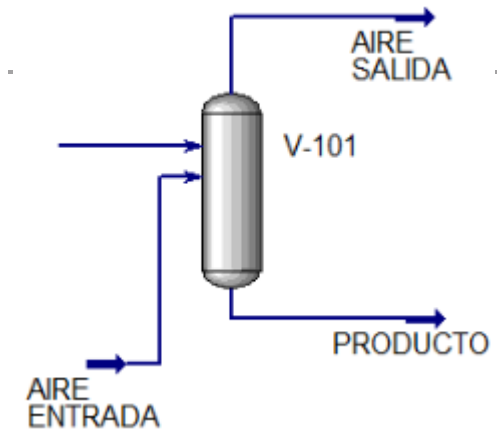
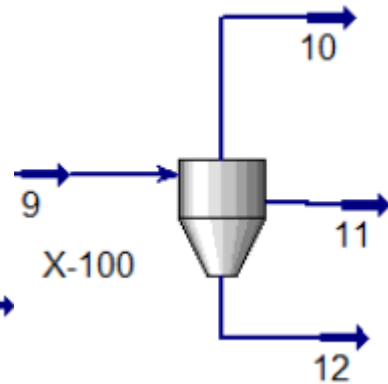
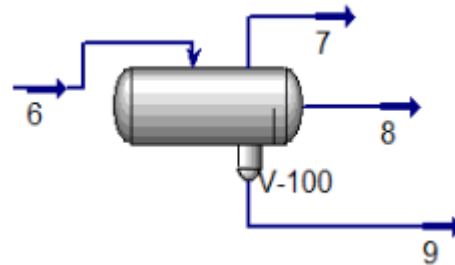
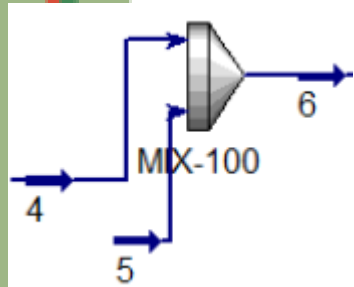
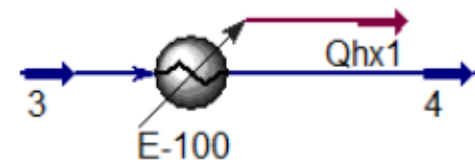
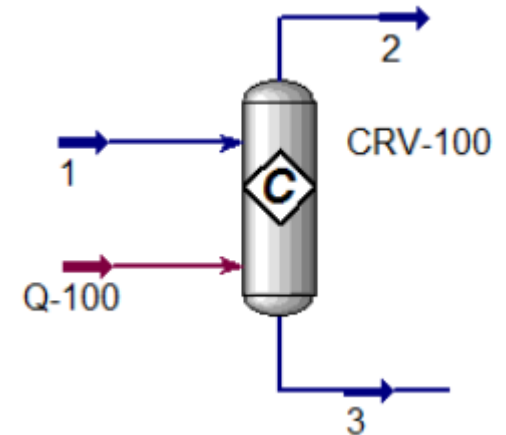
Carbon	35.8200
Hydrogen	4.4800
Nitrogen	0.0000
Oxygen	51.7400
Sulphur	7.9600
Chlorine	0.0000

Estimate Unknown Props Edit Properties



Equipos empleados en la simulación

- Reactor de conversión (CRV)
- Cooler (E)
- Mezclador de corrientes (MIX)
- Separador de tres fases (V)
- Separador de Sólidos (X)
- Secador (V)



METODOLOGÍA

Entorno de simulación.

1.- Simulación del Reactor de conversión.

a) Creación del set de reacción.

Conversion Reaction: Rxn-1

Stoichiometry Info

Component	Mole Weight	Stoich Coeff
Carragenina MiuSO3*	500,000	-1,000
NaOH ▾	39,997	-2,000
Carragenina Kappa I*	402,000	1,000
NA2SO4	142,043	1,000
H2O	18,015	2,000
Add Comp		

Balance

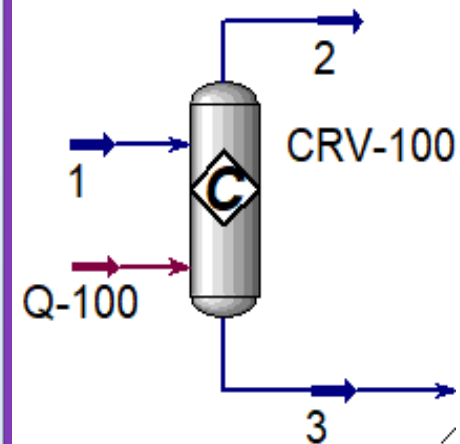
Balance Error	0,00000
Reaction Heat (25 C)	<empty>

Basis

Base Component	Carragenina MiuSO3*
Rxn Phase	Overall
Co	31,54
C1	<empty>
C2	<empty>

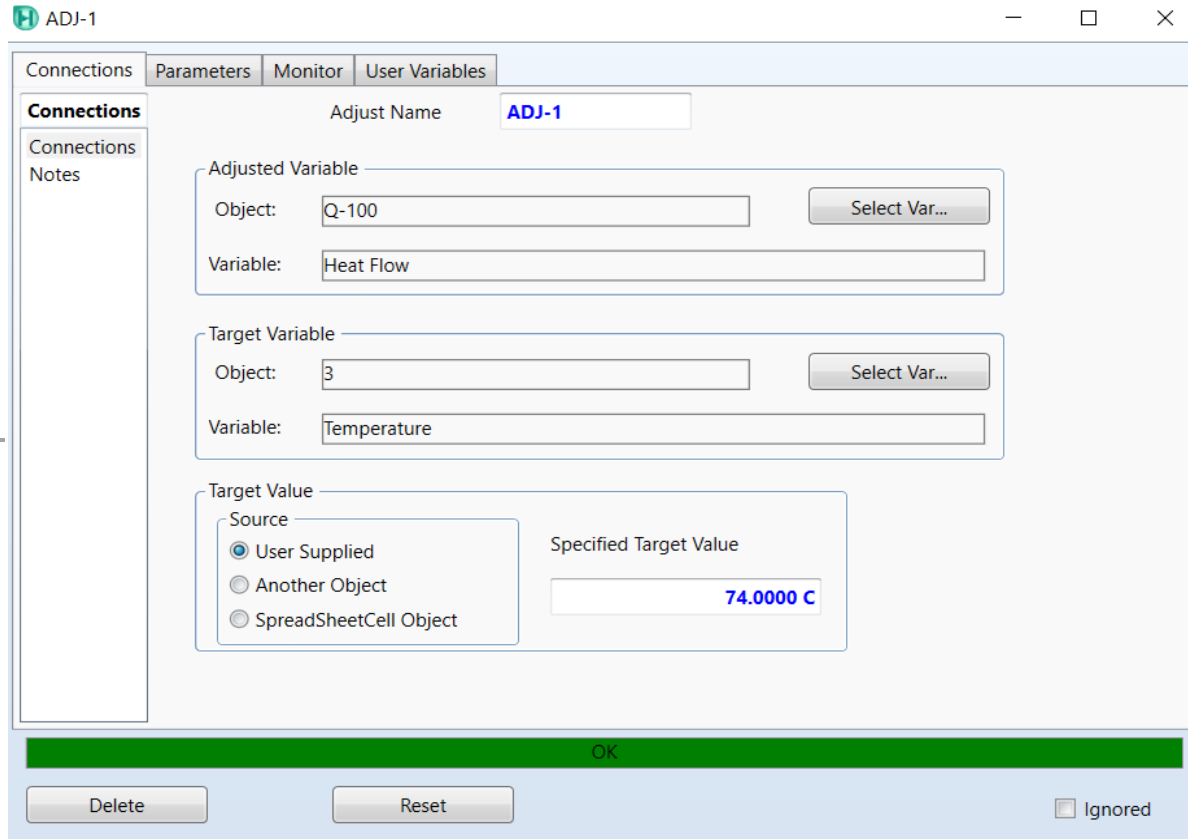
Conversion (%) = $Co + C1*T + C2*T^2$
(T in Kelvin)

Ready



METODOLOGÍA

b) Especificación de diseño para la corriente Q-100.



The screenshot shows the 'ADJ-1' window with the following configuration:

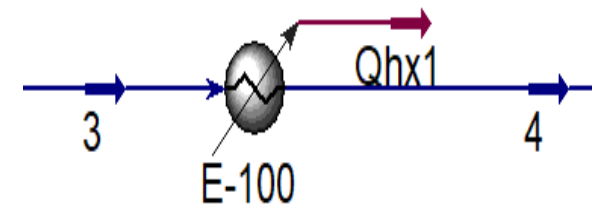
- Adjust Name:** ADJ-1
- Adjusted Variable:**
 - Object: Q-100
 - Variable: Heat Flow
- Target Variable:**
 - Object: 3
 - Variable: Temperature
- Target Value:**
 - Source: User Supplied
 - Specified Target Value: 74.0000 C

Buttons at the bottom: Delete, Reset, Ignored (checkbox).



2.- Simulación del cooler E-100

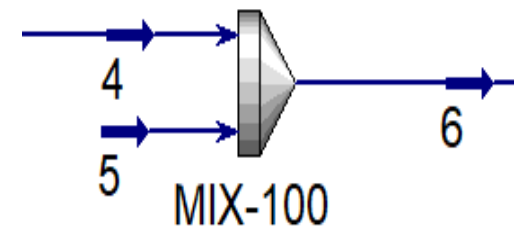
Name	3	4	Qhx1
Vapour	0.0000	0.0000	<empty>
Temperature [C]	75.11	40.00	<empty>
Pressure [kPa]	101.3	66.85	<empty>
Molar Flow [kgmole/h]	421.9	421.9	<empty>
Mass Flow [kg/h]	8133	8133	<empty>
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	7.976	7.976	<empty>
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2.840e+005	-2.868e+005	<empty>
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	44.65	35.84	<empty>
Heat Flow [kJ/h]	-1.198e+008	-1.210e+008	1.197e+006





3.- Simulación del mezclador MIX-100

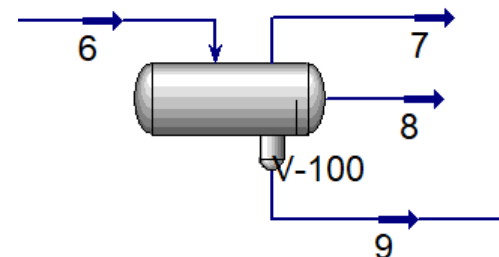
Name	4	5	6
Vapour	0.0000	0.0000	0.0000
Temperature [C]	40.00	40.00	40.00
Pressure [kPa]	66.85	101.3	66.85
Molar Flow [kgmole/h]	421.9	46.25	468.2
Mass Flow [kg/h]	8133	929.8	9062
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	7.976	0.8672	8.844
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2.868e+005	-3.103e+005	-2.891e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	35.84	6.533	33.00
Heat Flow [kJ/h]	-1.210e+008	-1.435e+007	-1.354e+008





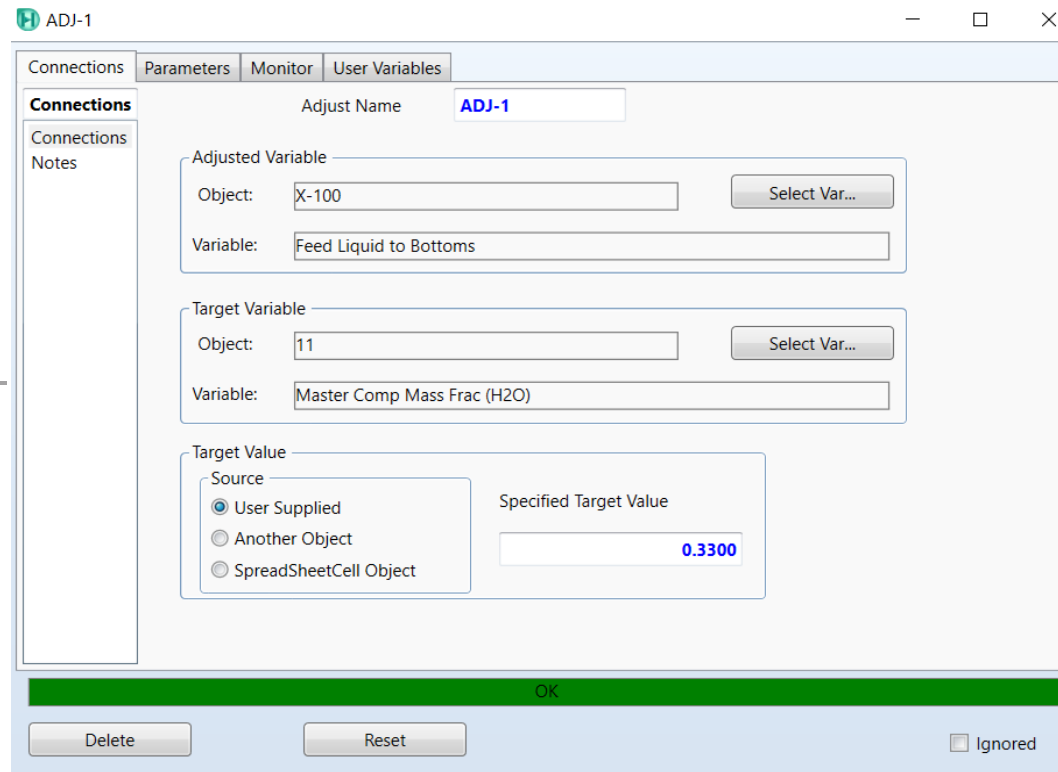
4.- Simulación del separador V-100

Name	6	8	7	9
Vapour	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
Temperature [C]	40.00	40.00	40.00	40.00
Pressure [kPa]	66.85	66.85	66.85	66.85
Molar Flow [kgmole/h]	468.2	1.795	0.0000	466.4
Mass Flow [kg/h]	9062	104.9	0.0000	8957
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	8.844	5.668e-002	0.0000	8.787
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2.891e+005	-7.976e+005	-4.880e+005	-2.872e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	33.00	-67.52	151.1	33.39
Heat Flow [kJ/h]	-1.354e+008	-1.432e+006	0.0000	-1.339e+008



5.- Simulación del separador X-100

a) Especificación de diseño.



ADJ-1

Connections Parameters Monitor User Variables

Connections

Adjust Name: ADJ-1

Adjusted Variable

Object: X-100 [Select Var...]

Variable: Feed Liquid to Bottoms

Target Variable

Object: 11 [Select Var...]

Variable: Master Comp Mass Frac (H2O)

Target Value

Source

- User Supplied
- Another Object
- SpreadsheetCell Object

Specified Target Value: 0.3300

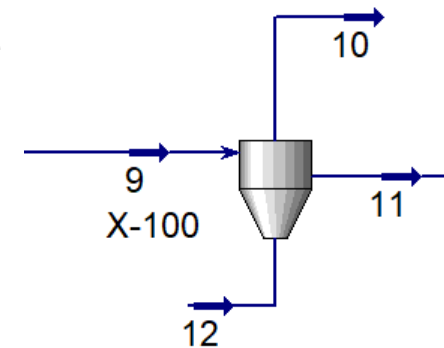
OK

Delete Reset Ignored



b) Resultados.

Name	9	12	10	11
Vapour	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Temperature [C]	40.00	40.00	40.00	40.00
Pressure [kPa]	66.85	66.85	66.85	66.85
Molar Flow [kgmole/h]	466.4	460.2	0.0000	6.219
Mass Flow [kg/h]	8957	8414	0.0000	543.2
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	8.787	8.348	0.0000	0.4393
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2.872e+005	-2.836e+005	-2.872e+005	-5.523e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	33.39	10.37	33.39	1737
Heat Flow [kJ/h]	-1.339e+008	-1.305e+008	0.0000	-3.435e+006





6.- Simulación del secador V-101

a) Especificación de diseño.

The screenshot shows a software window with tabs for 'Connections', 'Parameters', 'Monitor', and 'User Variables'. The 'Connections' tab is active. On the left, there is a sidebar with 'Connections' and 'Notes'. The main area is titled 'Adjust Name' and contains the following fields:

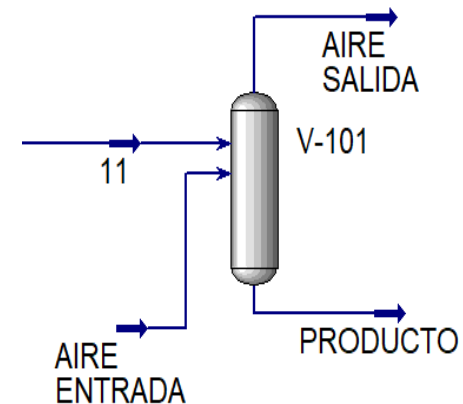
- Adjust Name:** ADJ-1
- Adjusted Variable:**
 - Object: AIRE ENTRADA (with a 'Select Var...' button)
 - Variable: Mass Flow
- Target Variable:**
 - Object: AIRE SALIDA (with a 'Select Var...' button)
 - Variable: Master Comp Mass Frac (H2O)
- Target Value:**
 - Source: User Supplied, Another Object, SpreadsheetCell Object
 - Specified Target Value: 0.0400

At the bottom, there are buttons for 'Delete', 'Reset', and 'OK', along with an 'Ignored' checkbox.



b) Resultados.

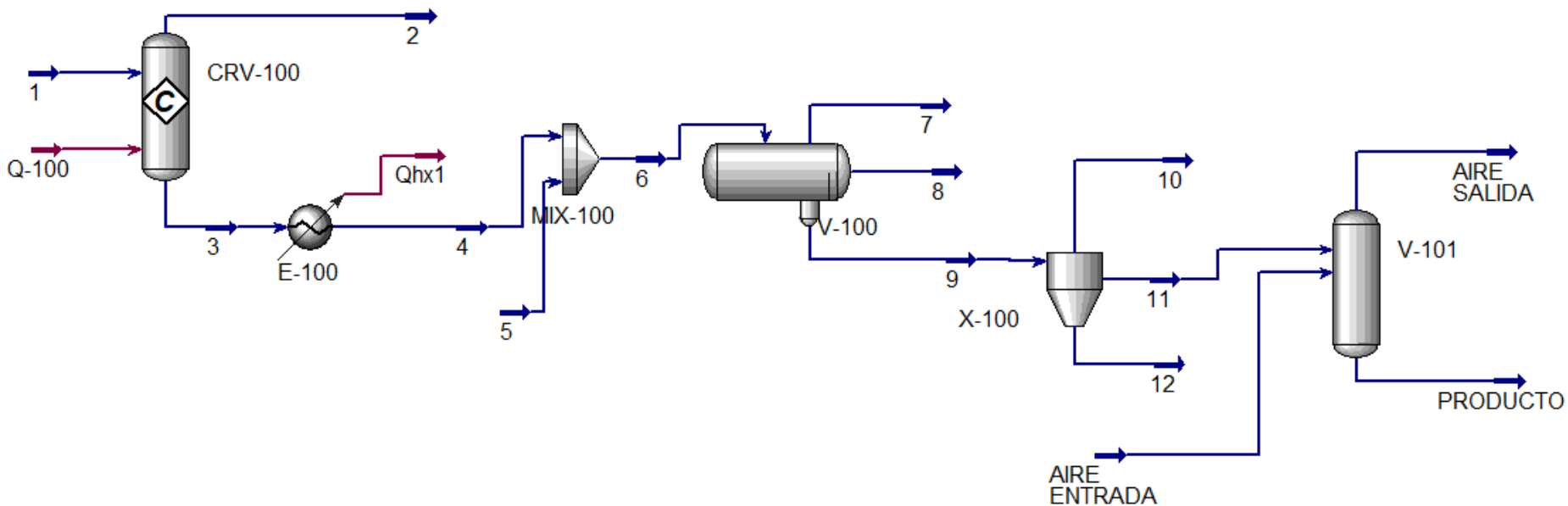
Name	11	AIRE ENTRADA	PRODUCTO	AIRE SALIDA
Vapour	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000
Temperature [C]	40.00	50.00	23.91	23.91
Pressure [kPa]	66.85	101.3	66.85	66.85
Molar Flow [kgmole/h]	6.219	216.4	1.694	221.0
Mass Flow [kg/h]	543.2	6213	461.7	6294
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	0.4393	7.052	0.3577	7.133
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-5.523e+005	-4652	-1.288e+006	-1.023e+004
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	1737	159.8	6286	161.2
Heat Flow [kJ/h]	-3.435e+006	-1.007e+006	-2.182e+006	-2.260e+006





Simulación completa

- Diagrama de flujo de proceso de la planta de producción de carragenina Kappa I





1

• Introducción

2

• Justificación

3

• Objetivos

4

• Metodología

5

• **Resultados**

6

• Conclusiones

7

• Recomendaciones



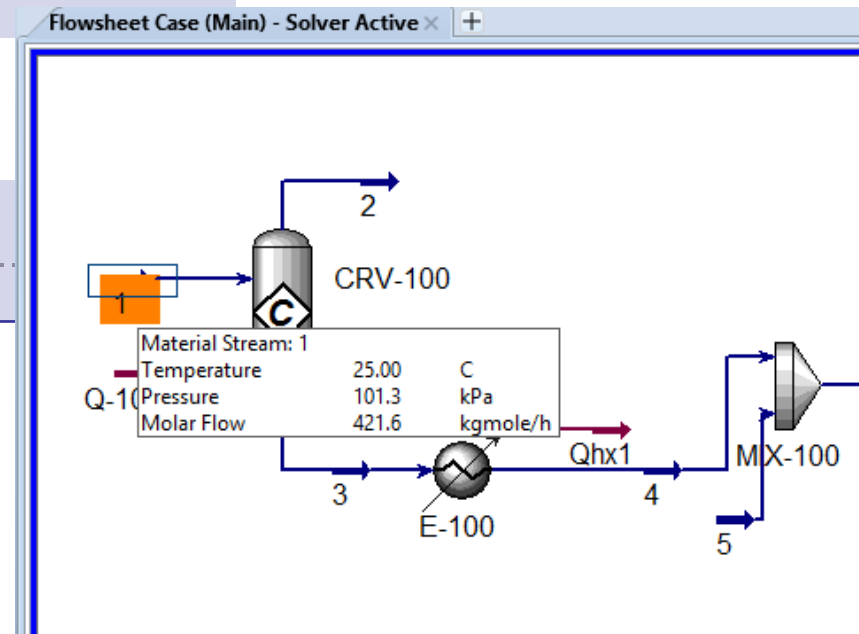
Corriente de Alimentación

Flujo másico [Kg/h]

Carragenina $\mu - SO_3^-$ 481.2791

H₂O 7518.9532

Na(OH) 132.3





Balance global de masa

Corrientes de Entrada	Flujo másico [kg/h]	Corrientes de Salida	Flujo másico [kg/h]
1	8132,53228	2	0
5	929,760275	8	104,904417
AIRE ENTRADA	6212,82845	7	0
		12	8414,16556
		10	0
		PRODUCTO	461,733428
		AIRE SALIDA	6294,34165
Flujo total de corrientes de entrada	1,53E+04	Flujo total de corrientes de salida	1,53E+04



Material Stream: PRODUCTO

Worksheet	Attachments	Dynamics
User Variables	Carragenina Kappa I*	120.8296

Se consideró que el máximo valor de conversión para el reactor empleado en la simulación del proceso será de 31.54% cuando la temperatura de salida sea 74°C obteniendo una producción total de $120.8296 \frac{kg}{h}$ de carragenina Kappa I por mes, obteniendo 17.28Ton por año considerando 12 horas de trabajo a partir de una alimentación de 481,2791 kg



Balance global de energía

Corrientes de Entrada	Flujo de energía [kJ/h]	Corrientes de Salida	Flujo de energía [kJ/h]
1	-1,21E+08	2	0
Q-100	1,86E+06	Qhx1	1,54E+06
5	-1,44E+07	8	-1,43E+06
AIRE ENTRADA	-1,01E+06	7	0
		12	-1,31E+08
		10	0
		PRODUCTO	-2,18E+06
		AIRE SALIDA	-2,26E+06
Flujo total de corrientes de entrada	-1,35E+08	Flujo total de corrientes de salida	-1,35E+08



1

• Introducción

2

• Justificación

3

• Objetivos

4

• Metodología

5

• Resultados

6

• Conclusiones

7

• Recomendaciones



Se desarrolló el proceso de obtención de carragenina Kappa I a partir del alga roja *Eucheuma Cottonii* usando el método de extracción Gel-Press con una combinación de paquetes termodinámicos NRTL-EXTENDIDO y UNIFAC.



Se determinó que para la obtención de carragenina Kappa I se debe emplear un reactor de conversión, debido a que se trabaja con compuestos inmiscibles.

Se consideró el uso de operaciones lógicas para cumplir con especificaciones de la corriente o equipo.



Los resultados de la simulación tienen una concordancia con los valores reales del proceso dando resultados satisfactorios y cumpliendo con el balance de masa y energía.



La predicción de propiedades tuvo mayor exactitud cuando se considera un sólido hipotético



1

• Introducción

2

• Justificación

3

• Objetivos

4

• Metodología

5

• Resultados

6

• Conclusiones

7

• Recomendaciones



Aumentar la cantidad de iteraciones y disminuir el target dentro del uso de la herramienta de especificación de diseño del equipo.

A futuras generaciones se recomienda realizar una investigación más dinámica, utilizando operaciones unitarias reales a nivel de laboratorio o industria.

Realizar un análisis de variables que puedan influir en la evolución del proceso.





➤ **RECOMENDACIONES**

Fomentar las relaciones con asociaciones de pescadores artesanales para promover el cultivo de algas rojas en el país.



Dar a conocer los beneficios ambientales, económicos y sociales que ofrece el alga roja.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN