



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA PETROQUÍMICA



ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS Y POLISACÁRIDOS A PARTIR DE TRATAMIENTOS HIDROTERMALES EMPLEANDO AGUA DE MAR.

JONATAN ISRAEL GORDÓN SALGADO





CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

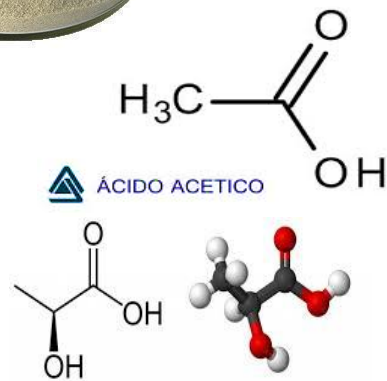
OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

BIOMASA

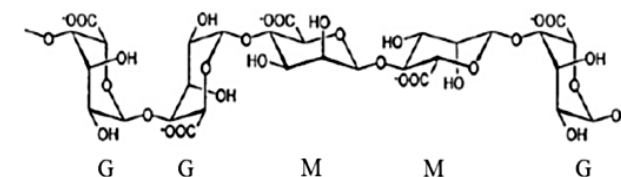


Polisacáridos
(40 – 80 %)

Alginato

Fucoidanos

Laminaranos



MMMMGMGGGGMGMGGGGGGGM MGMGMGM

Bloque-M Bloque-G Bloque-G Bloque-MG

Composición Agua de Mar



	Símbolo	g/Kg (Agua de Mar)	% (en peso)
Cationes	Na ⁺	10,77	30,66
	K ⁺	0,4	1,13
	Ca ⁺²	0,41	1,17
	Mg ⁺²	1,29	3,65
Aniones	Cl ⁻	19,35	55,02
	SO ₄ ⁻²	2,71	7,71
	HCO ₃ ⁻	0,12	0,3

**Acido
Láctico**

**Acido
Acético**



OBJETIVO GENERAL

- Estudiar la producción de ácidos orgánicos a partir de macroalgas y sus polisacáridos utilizando agua de mar.

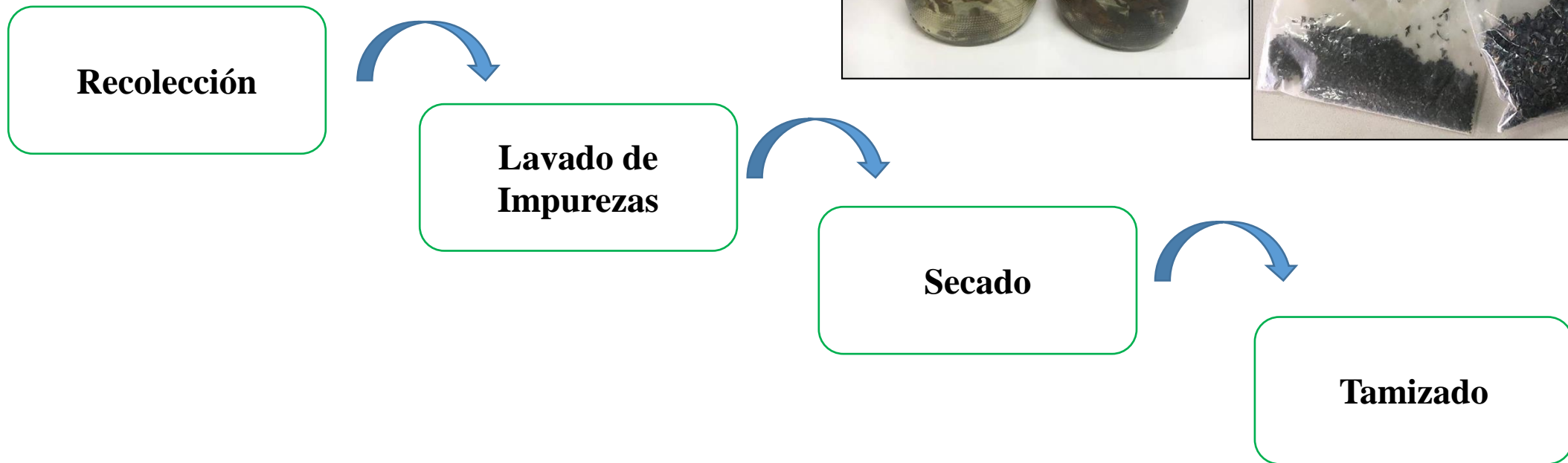
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar investigación bibliográfica sobre la obtención de ácidos orgánicos a partir de macroalgas y alginato derivado de las mismas , para poder establecer rutas alternativas en cuanto respecta a los procedimientos convencionales.
- Estudiar la producción de ácidos orgánicos a partir de la intervención directa de las algas con agua de mar así como también del alginato de sodio en presencia o no de CaO como catalizador de acuerdo al diseño experimental, para lograr optimizar e innovar el proceso.
- Estudiar la obtención de polisacáridos a partir del procedimiento de obtención de alginato de sodio de las macroalgas pardas ecuatorianas empleando como medio agua de mar para su posterior caracterización.

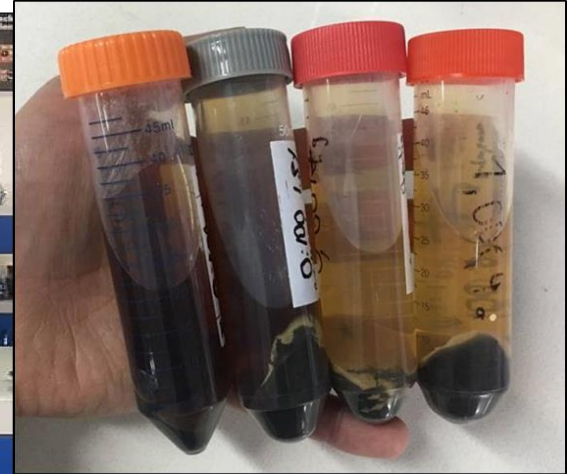
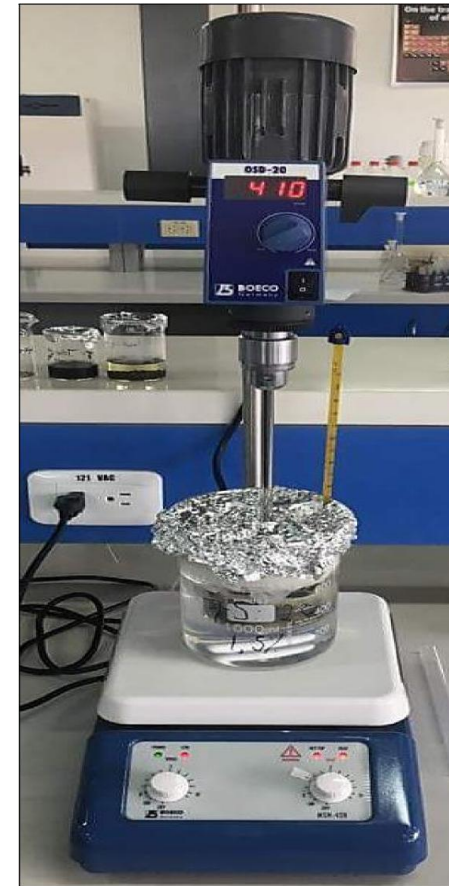
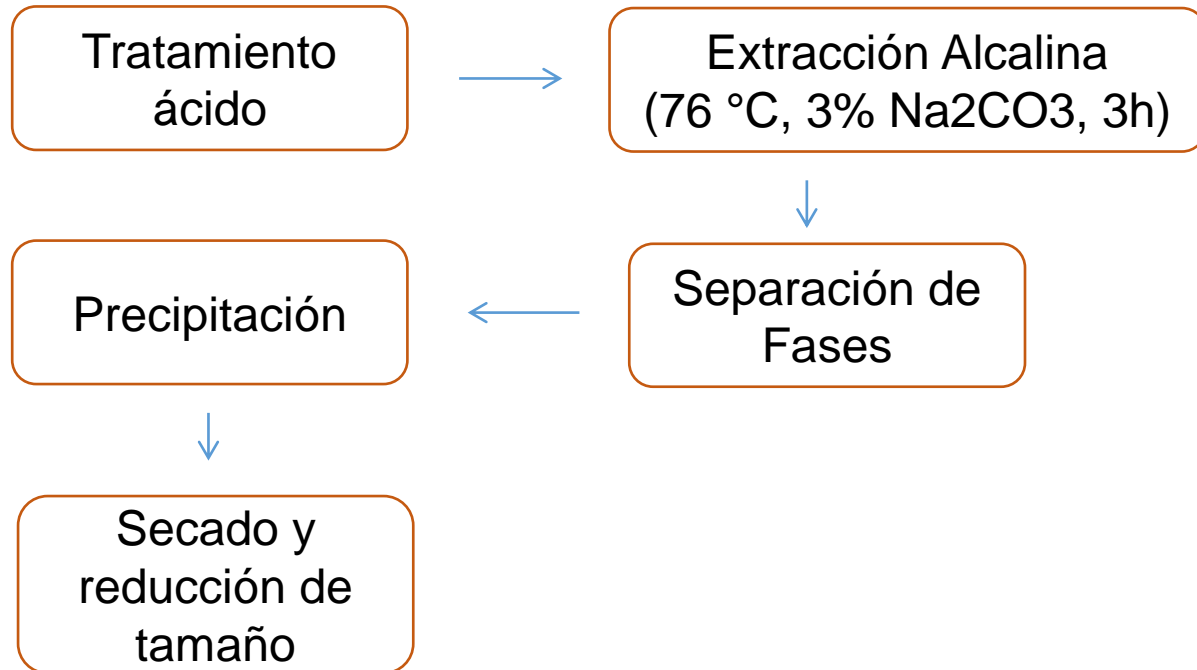
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la producción de ácidos orgánicos empleando agua de mar en las rutas establecidas, utilizando como diseño experimental la Metodología de Superficie de Respuesta.
- Evaluar en forma analítica mediante cromatografía de movilidad iónica la presencia de ácidos orgánicos empleando el equipo GC- IMS con las muestras obtenidas en las experimentaciones del diseño experimental, así como también caracterizar los polisacáridos que se puedan llegar a obtener a través del Espectrómetro infrarrojo FT-IR accesorio de muestreo universal ATR-Perkin Elmer, modelo Frontier , el Analizador Termogravimétrico – Perkin Elmer, modelo Pyris 1 TGA y el Calorímetro Diferencial de Barrido DSC- Mettler Toledo.

TRATAMIENTO ALGA



EXTRACCIÓN DE POLISACÁRIDOS





PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS



Alga

Alginato de Sodio

Remojo materia
prima - agua de
mar (24h)

Preparación
Disoluciones

Reactor/ Microondas
con 40 mL de
solución y 0,6g de
materia prima

Centrifugado
Filtrado y
Almacenamiento



DISEÑO EXPERIMENTAL

N° Experimento	Temperatura (°C)	Tiempo (h)	Salinidad (ppt)	CaO (g)
1	180	1,0	31,5	0,3
2	200	1,5	23,25	0,0
3	180	1,0	23,25	0,6
4	180	1,0	15,0	0,3
5	220	1,0	15,0	0,3
6	200	1,5	15,0	0,3
7	200	0,5	15,0	0,3
8	180	1,5	23,25	0,3
9	220	1,0	23,25	0,6
10	180	0,5	23,25	0,3
11	220	1,0	31,5	0,3
12	200	0,5	23,25	0,0
13	200	1,0	15,0	0,6
14	200	1,5	23,25	0,6
15	220	1,5	23,25	0,3
16	200	0,5	31,5	0,3
17	180	1,0	23,25	0,0
18	200	1,0	31,5	0,0
19	200	1,0	23,25	0,3
20	220	0,5	23,25	0,3
21	220	1,0	23,25	0,0
22	200	0,5	23,25	0,6
23	200	1,0	23,25	0,3
24	200	1,0	15,0	0,0
25	200	1,0	31,5	0,6
26	200	1,5	31,5	0,3
27	200	1,0	23,25	0,3

METODOS ANALÍTICOS



EXTRACCIÓN DE POLISACÁRIDOS (Alginato de Sodio)

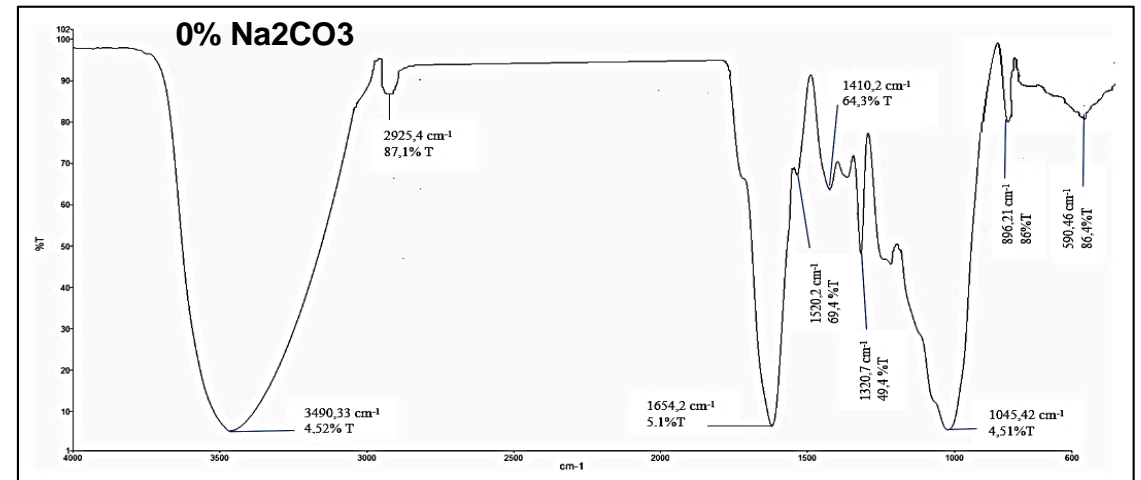
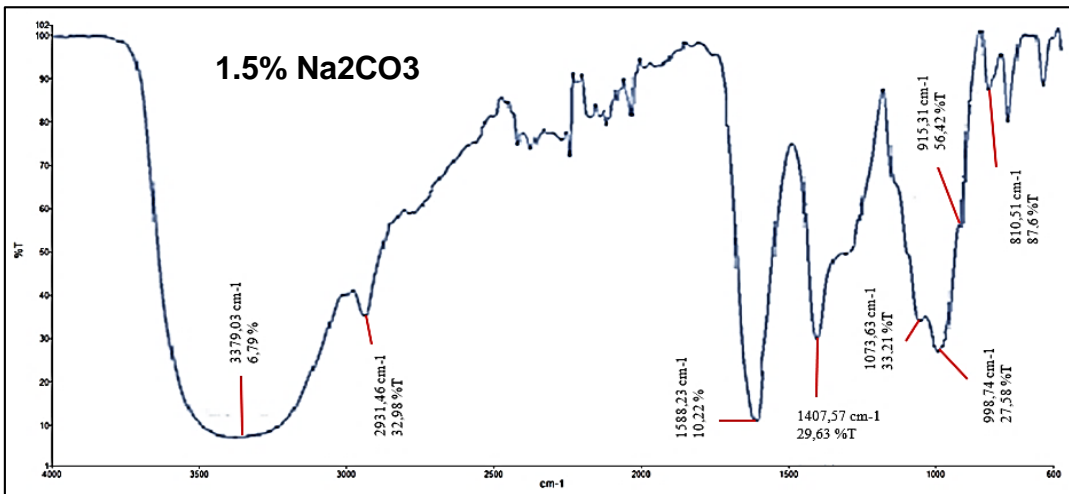
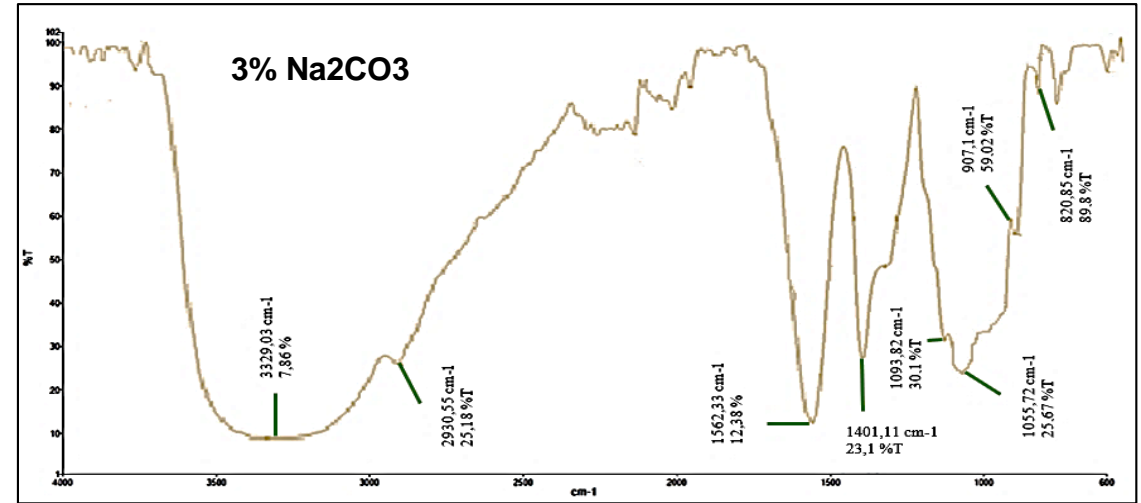
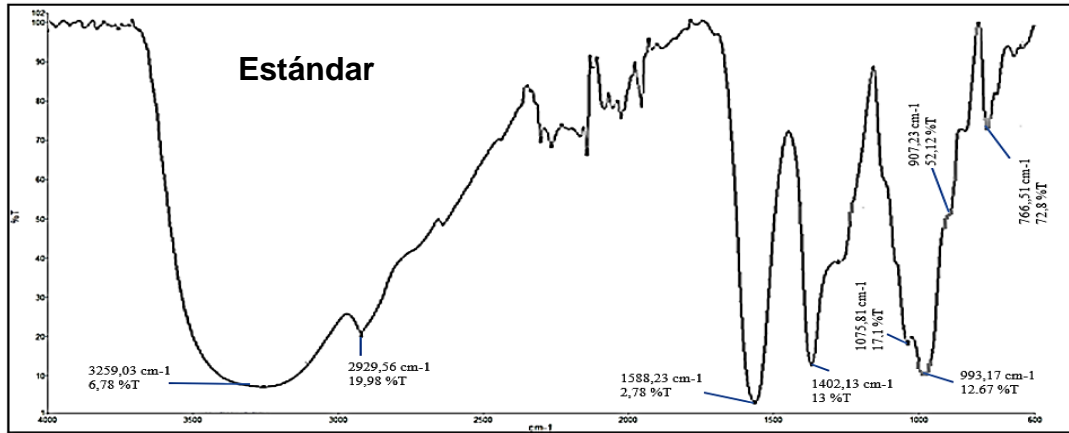
Experimento	Concentración Na ₂ CO ₃	Proporción Agua de Mar: Agua Destilada	Rendimiento (%)
1	0%	100 - 0	15,75
2	0%	75 - 25	14,05
3	0%	50 - 50	10,51
4	0%	0 - 100	1,0736
5	1.5%	100 - 0	25,46
6	1.5%	75 - 25	23,7
7	1.5%	50 - 50	22,16
8	1.5%	0 - 100	20,73
9	3%	100 - 0	27,34
10	3%	75 - 25	25,64
11	3%	50 - 50	24,72
12	3%	0 - 100	22,12

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{masa de producto extraído seco}}{\text{masa de alga seca}} * 100$$





FTIR -ATR

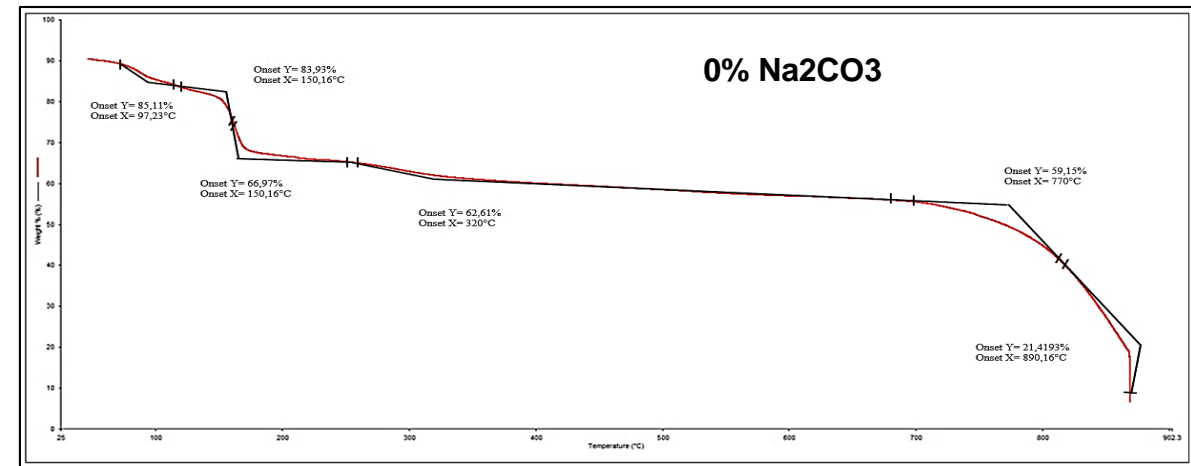
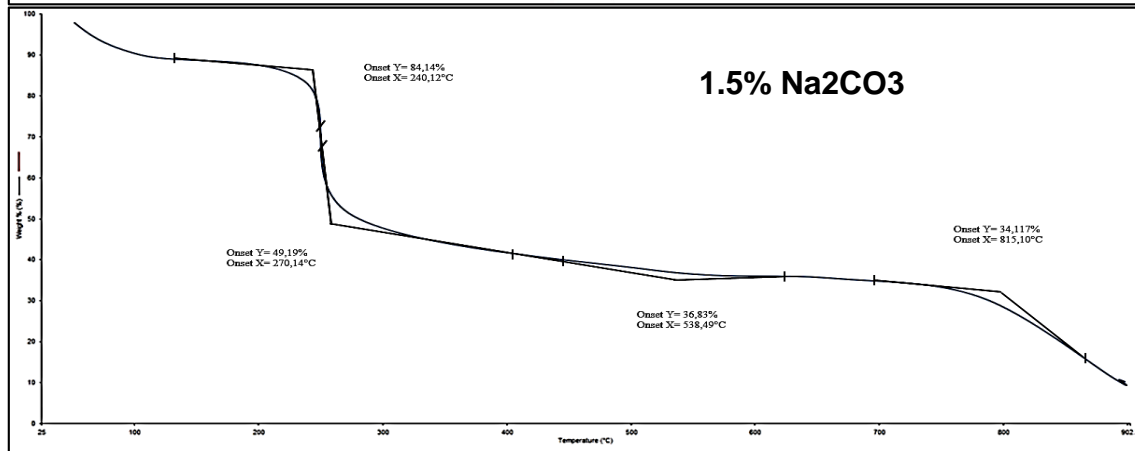
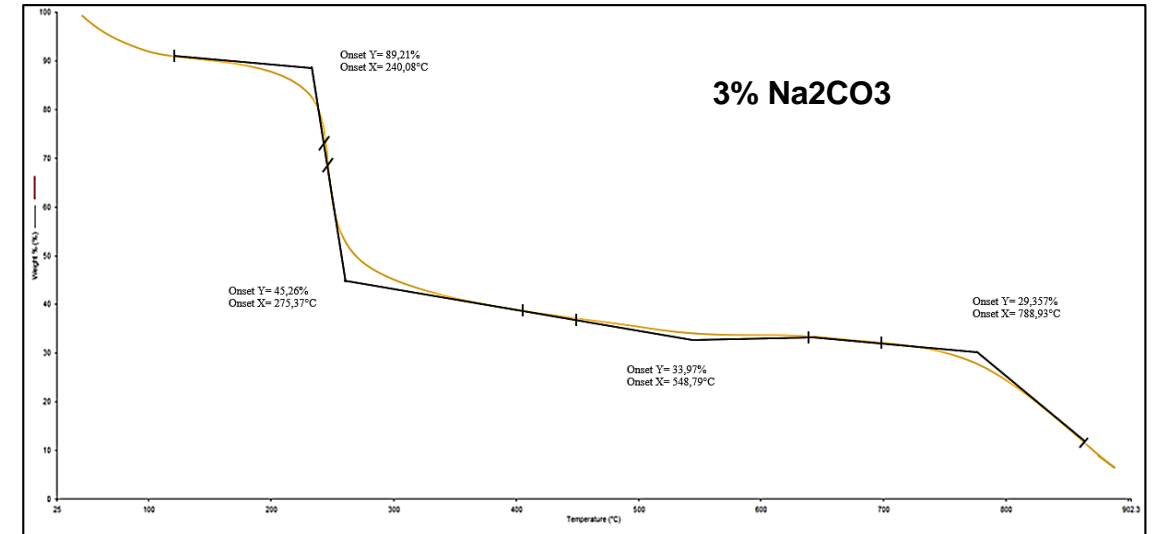
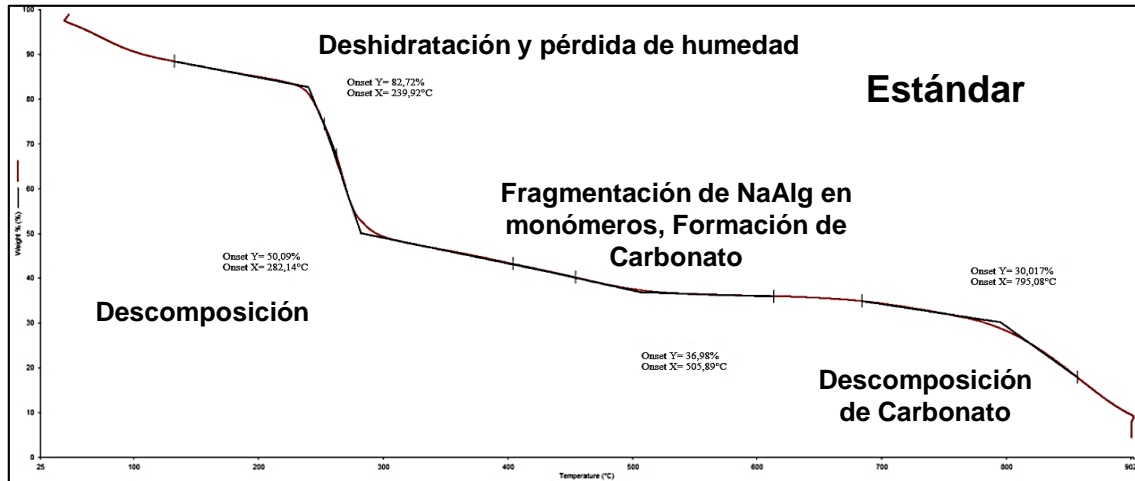




RELACIÓN M/G

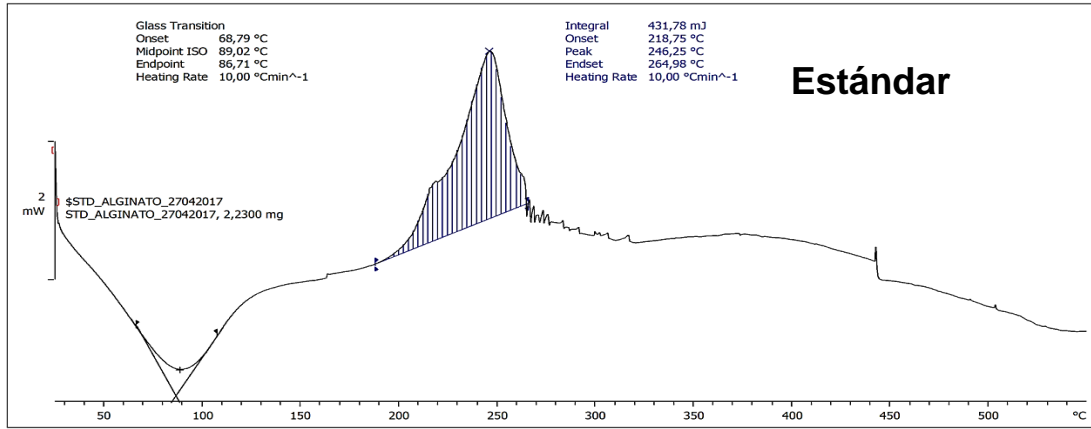
Muestra	M o G	Longitud de Onda (cm ⁻¹)	Absorbancia	Relación M/G
Alginato	M	993,17	0,897	1,169491525
Referencia	G	1075,81	0,767	
Alginato al 1,5%	M	998,74	0,559	1,169456067
Na ₂ CO ₃	G	1073,63	0,478	
Alginato al 3%	M	1055,72	0,59	1,13243762
Na ₂ CO ₃	G	1093,82	0,521	

TGA



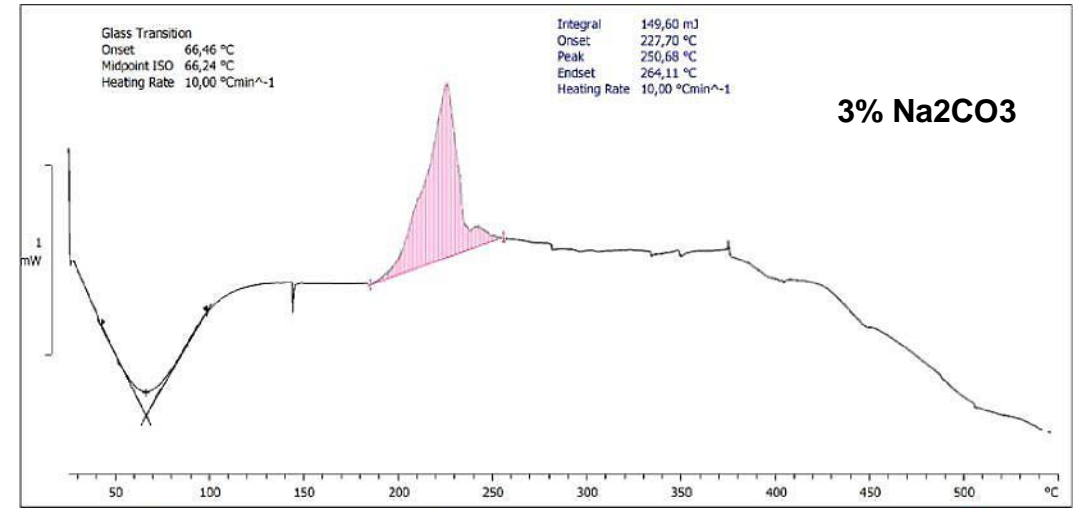


DSC



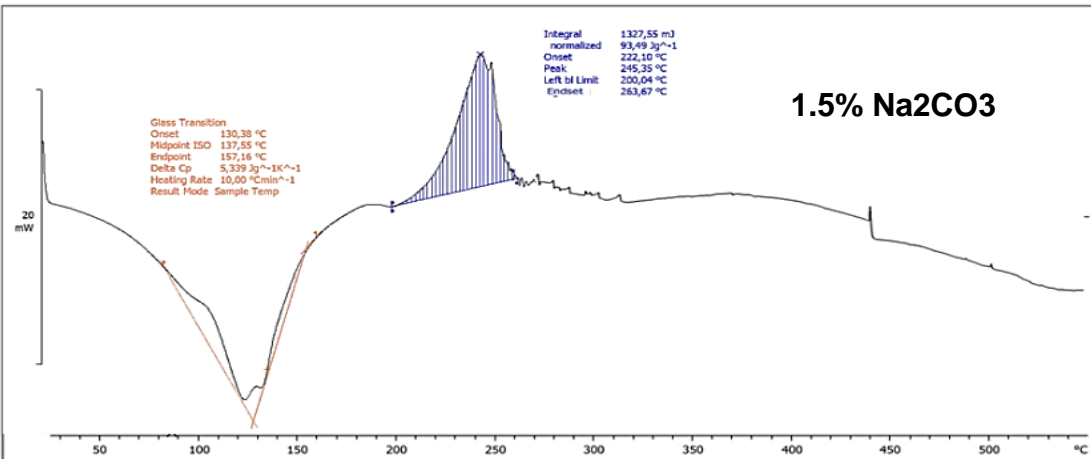
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-Latacunga: METTLER

STAR® SW 13.00



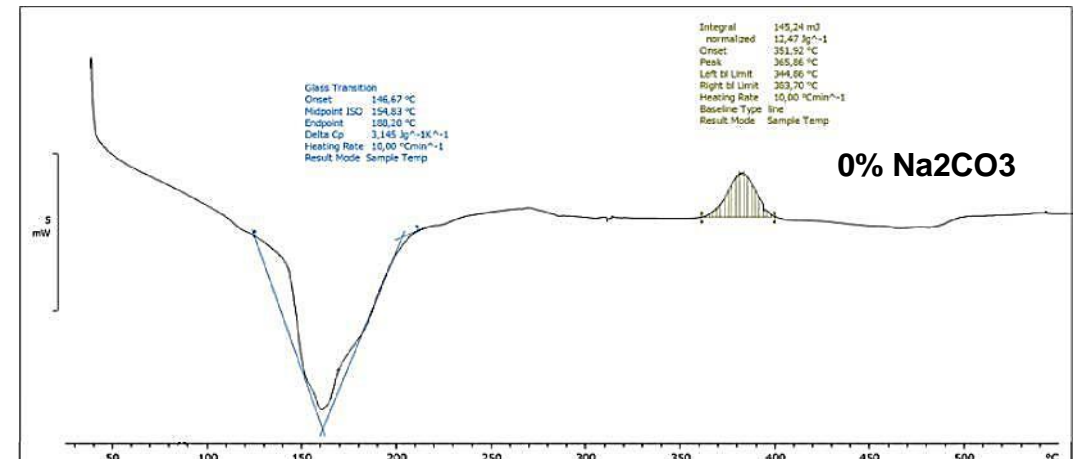
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-Latacunga: METTLER

STAR® SW 13.00



Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-Latacunga: METTLER

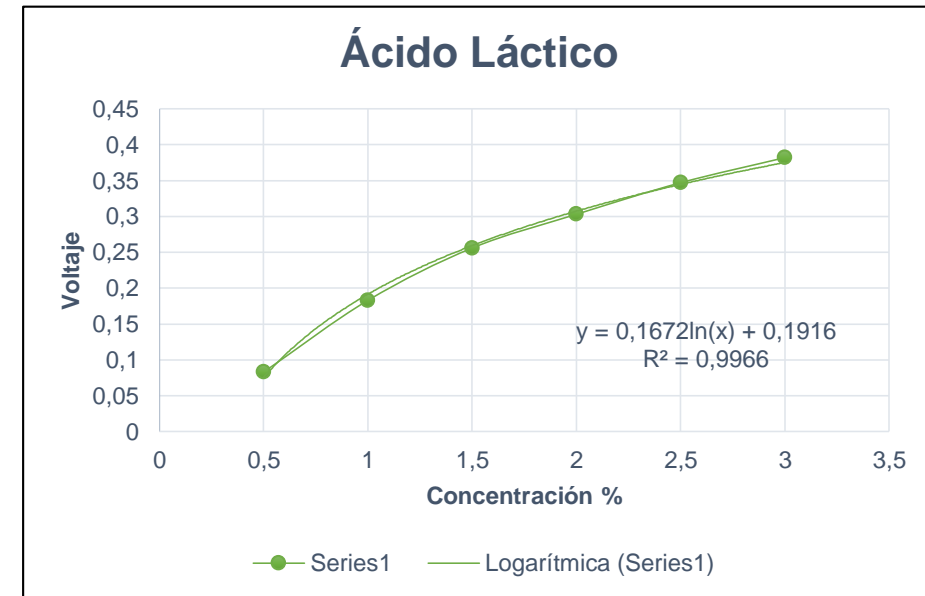
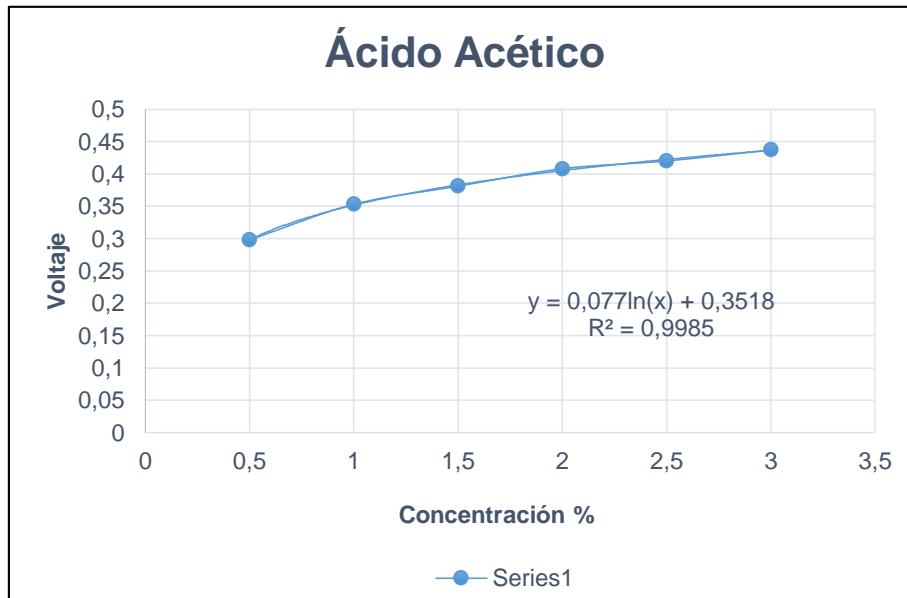
STAR® SW 13.00



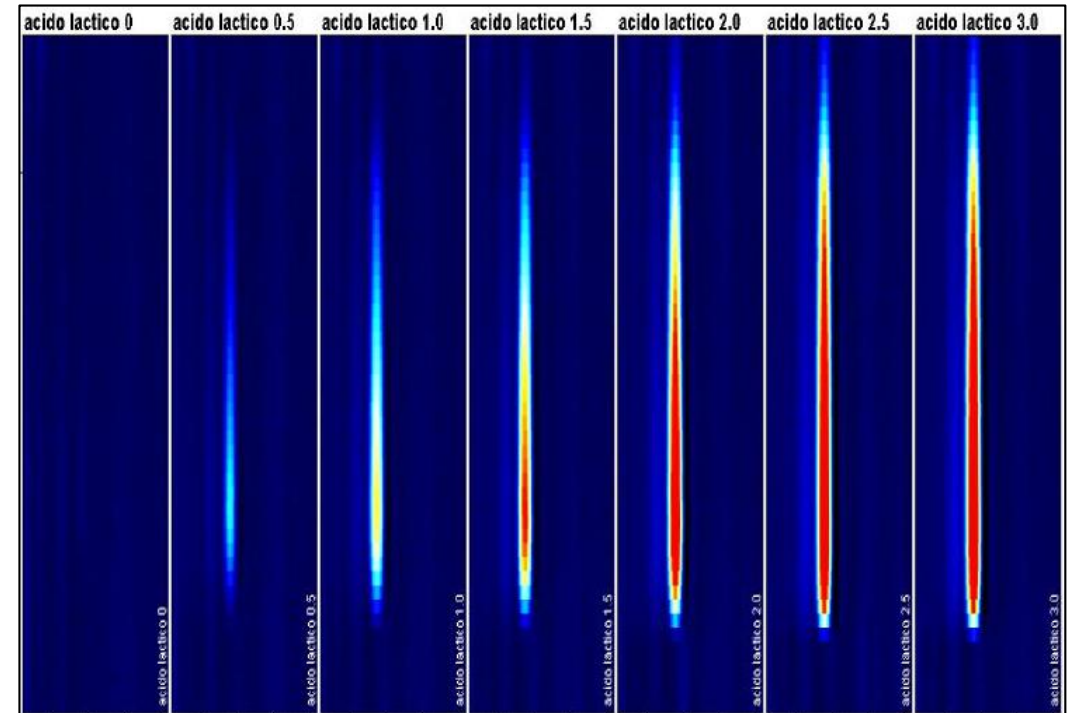
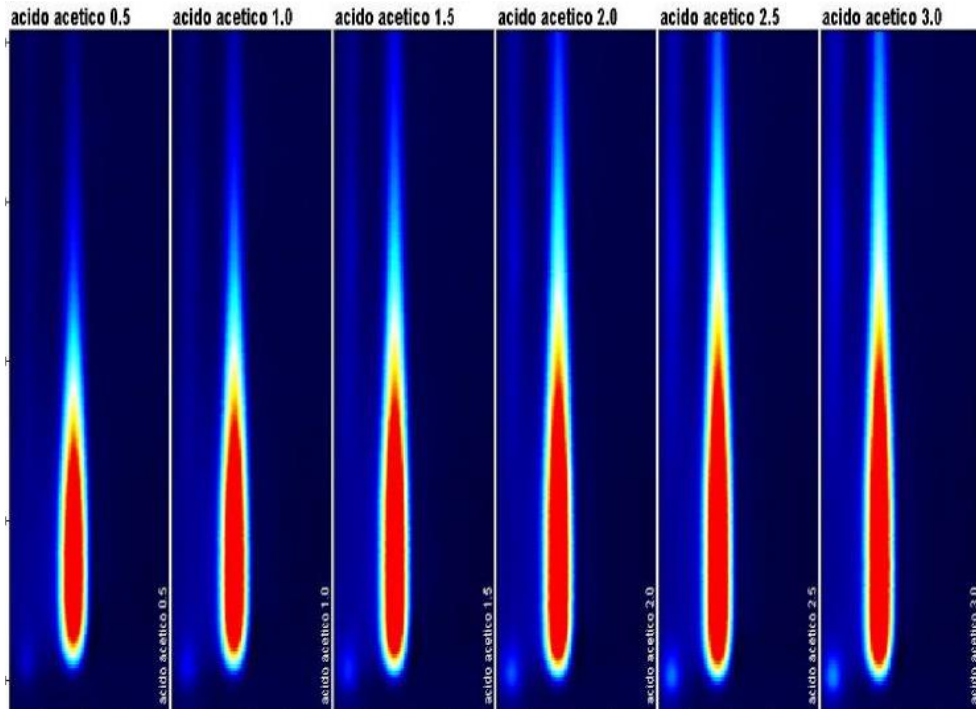
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-Latacunga: METTLER

STAR® SW 13.00

PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS



Curvas de Calibración



Señales reportadas por GC-IMS para cada punto de la curva de calibración



Tablas de valores para los diseños experimentales de cada ácido

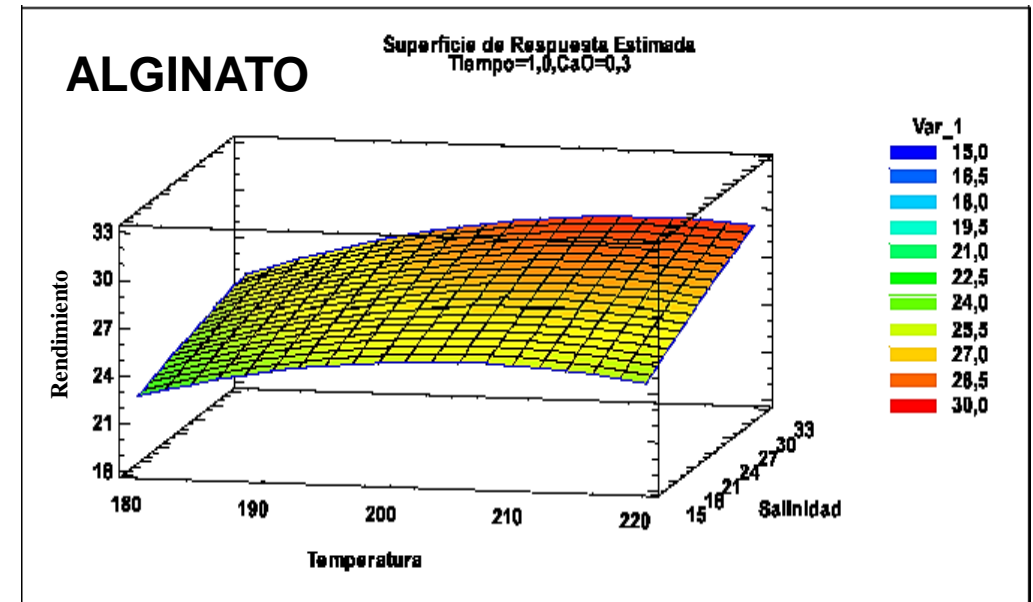
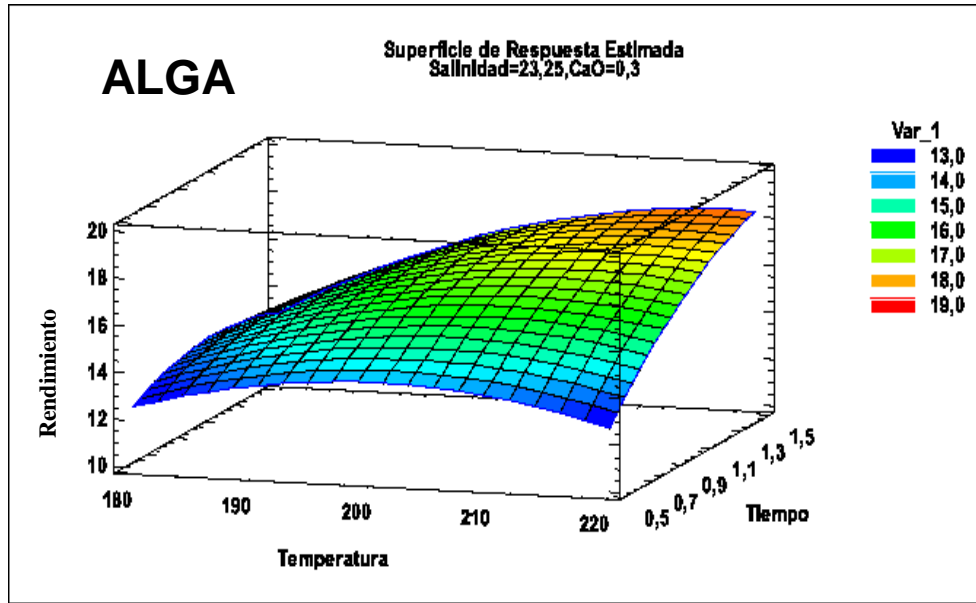
Tratamiento Alga	Voltaje ácido láctico	Concentración del ácido láctico (%)	Rendimiento (ml ácido láctico/ml sol)
GO1	0,427	4,085	13,615
GO2	0,406	3,599	11,996
GO3	0,454	4,794	15,98
GO4	0,458	4,930	16,434
GO5	0,422	3,975	13,251
GO6	0,460	4,979	16,596
GO7	0,392	3,319	11,064
GO8	0,456	4,857	16,189
GO9	0,472	5,365	17,884
GO10	0,475	5,456	18,188
GO11	0,487	5,869	19,563
GO12	0,465	5,134	17,114
GO13	0,378	3,049	10,163
GO14	0,466	5,162	17,207
GO15	0,450	4,692	15,639
GO16	0,416	3,829	12,764
GO17	0,462	5,030	16,765
GO18	0,415	3,794	12,648
GO19	0,395	3,375	11,249
GO20	0,458	4,931	16,438
GO21	0,404	3,571	11,903
GO22	0,442	4,483	14,943
GO23	0,416	3,826	12,753
GO24	0,435	4,289	14,295
GO25	0,461	5,008	16,692
GO26	0,459	4,940	16,467
GO27	0,467	5,196	17,319

Tratamiento Alginato	Voltaje ácido láctico	Concentración del ácido láctico (%)	Rendimiento (ml ácido láctico/ml sol)
G1	0,519	7,085	23,615
G2	0,507	6,599	21,996
G3	0,535	7,794	25,98
G4	0,542	8,108	27,025
G5	0,516	6,975	23,251
G6	0,543	8,156	27,187
G7	0,483	5,719	19,064
G8	0,536	7,857	26,189
G9	0,550	8,543	28,475
G10	0,552	8,634	28,779
G11	0,560	9,046	30,154
G12	0,546	8,312	27,705
G13	0,475	5,449	18,163
G14	0,546	8,339	27,798
G15	0,533	7,692	25,639
G16	0,513	6,829	22,764
G17	0,544	8,207	27,356
G18	0,512	6,794	22,648
G19	0,501	6,375	21,249
G20	0,542	8,109	27,029
G21	0,506	6,571	21,903
G22	0,528	7,483	24,943
G23	0,513	6,826	22,753
G24	0,524	7,289	24,295
G25	0,543	8,185	27,283
G26	0,542	8,117	27,058
G27	0,547	8,373	27,91

Tratamiento Alga	Voltaje ácido láctico	Concentración del ácido acético (%)	Rendimiento (ml ácido acético/ml sol)
GO1	0,319	0,656	1,987
GO2	0,239	0,231	0,700
GO3	0,354	1,022	3,098
GO4	0,373	1,312	3,976
GO5	0,304	0,537	1,626
GO6	0,289	0,442	1,338
GO7	0,275	0,369	1,119
GO8	0,265	0,324	0,983
GO9	0,375	1,36	4,122
GO10	0,32	0,661	2,002
GO11	0,383	1,498	4,539
GO12	0,376	1,367	4,142
GO13	0,319	0,655	1,986
GO14	0,27	0,348	1,054
GO15	0,32	0,658	1,995
GO16	0,274	0,365	1,107
GO17	0,299	0,505	1,53
GO18	0,263	0,315	0,955
GO19	0,218	0,176	0,532
GO20	0,32	0,659	1,997
GO21	0,276	0,373	1,129
GO22	0,276	0,374	1,134
GO23	0,239	0,231	0,699
GO24	0,24	0,234	0,708
GO25	0,25	0,266	0,806
GO26	0,381	1,459	4,42
GO27	0,357	1,073	3,25

Tratamiento Alginato	Voltaje ácido láctico	Concentración del ácido acético (%)	Rendimiento (ml ácido acético/ml sol)
G1	0,326	0,714	2,164
G2	0,266	0,326	0,988
G3	0,364	1,177	3,567
G4	0,385	1,534	4,649
G5	0,335	0,804	2,437
G6	0,301	0,516	1,564
G7	0,298	0,496	1,504 CONTINUA
G8	0,268	0,338	1,023
G9	0,383	1,497	4,536
G10	0,332	0,772	2,339
G11	0,403	1,938	5,872
G12	0,388	1,598	4,841
G13	0,333	0,784	2,376
G14	0,289	0,443	1,342
G15	0,332	0,777	2,356
G16	0,29	0,448	1,359
G17	0,31	0,58	1,758
G18	0,275	0,368	1,116
G19	0,265	0,325	0,986
G20	0,331	0,766	2,321
G21	0,3	0,509	1,543
G22	0,301	0,516	1,563
G23	0,265	0,326	0,987
G24	0,262	0,312	0,945
G25	0,266	0,329	0,997
G26	0,393	1,704	5,165
G27	0,369	1,242	3,765

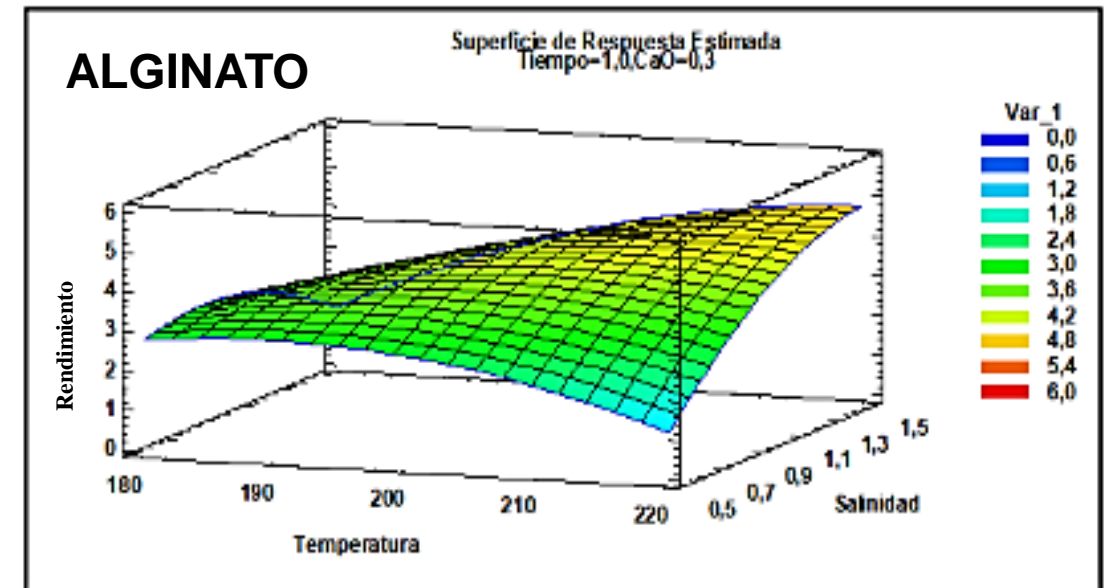
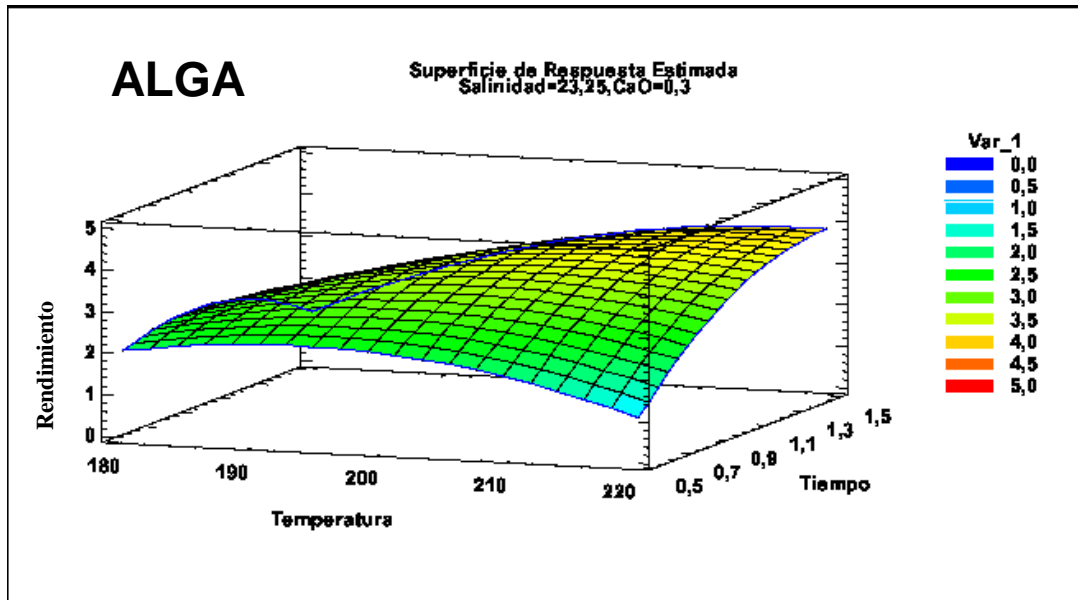
Graficas de Superficie ÁCIDO LÁCTICO



Valor óptimo de rendimiento: 19,3684% (213.416 °C,
1.49909 h, 15 ppt de Salinidad y 0.599936 g de CaO)

Valor óptimo de rendimiento 29,6475% (215,162 °C,
1.3169 h, 31.5 ppt de Salinidad y 0.29736 g de CaO)

Gráficas de Superficie ÁCIDO ACÉTICO



Valor óptimo de rendimiento: 3.96% (219.895 °C,
1.49974 h, 31.5 ppt de Salinidad y 0.315114 g de
CaO)

Valor óptimo de rendimiento: 4.975% (220 °C, 1.5 h,
31.5 ppt de Salinidad y 0.298809 g de CaO)



- Las variaciones realizadas del método de extracción de Mazumder, para este caso en particular, permiten demostrar que sin la adición de Na_2CO_3 al proceso no se llegara a obtener alginato de sodio.
- Para este trabajo el valor del mejor rendimiento fue de 27,34% (Experimento 9) en agua de mar al 100% con la misma temperatura y concentración de Na_2CO_3 . En investigaciones posteriores (Robalino,2017), con el mismo sistema de extracción y a las mismas condiciones concentración se obtuvo 26,55% de rendimiento de alginato de sodio, siendo el mejor. El desarrollar la extracción de alginato en agua de mar aumenta ligeramente el rendimiento
- Se puede reemplazar el agua dulce convencional por agua de mar para realizar la extracción de alginato de las algas pardas. De modo que se pueda preservar el agua y contribuir al cuidado del planeta.

- Es posible la producción de ácidos orgánicos a partir de algas pardas marinas y alginato de sodio en agua de mar empleando tratamiento hidrotermal (microondas). Cabe mencionar que el mayor rendimiento obtenido en el estudio para ácido láctico y acético fue del 30,54% y 5,872% comparado con el de (Jeon,2015) el cual obtuvo 12,59% y 1,08% respectivamente.
- Mediante las diferentes técnicas analíticas para cada uno de los casos de estudio, se logró identificar y caracterizar a los productos de interés para el presente estudio (alginato de sodio, ácidos orgánicos).



- Es recomendable emplear agua de mar sometida a algún proceso de purificación para eliminar sobre todo solidos que puedan afectar al estado final de los extractos.
- Tratar de que el sistema de extracción de polisacáridos sea lo más adiabático posible, para que la temperatura se mantenga constante y poder obtener el mayor rendimiento.
- Proseguir con un estudio en el cual se puedan identificar otros ácidos orgánicos que por bibliografía si se obtienen (Jeon, 2016); (fórmico, glicólico, etc.).



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



GRACIAS