

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN PETROQUÍMICA

**TEMA: OBTENCIÓN DE CELULOSA A PARTIR DE
BIOMASA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA SU
TRANSFORMACIÓN CATALÍTICA EN ÁCIDO LÁCTICO**

AUTORA: RUIZ SOLIS, KARLA ANABEL

DIRECTOR: MSc. E. DAVID LUNA

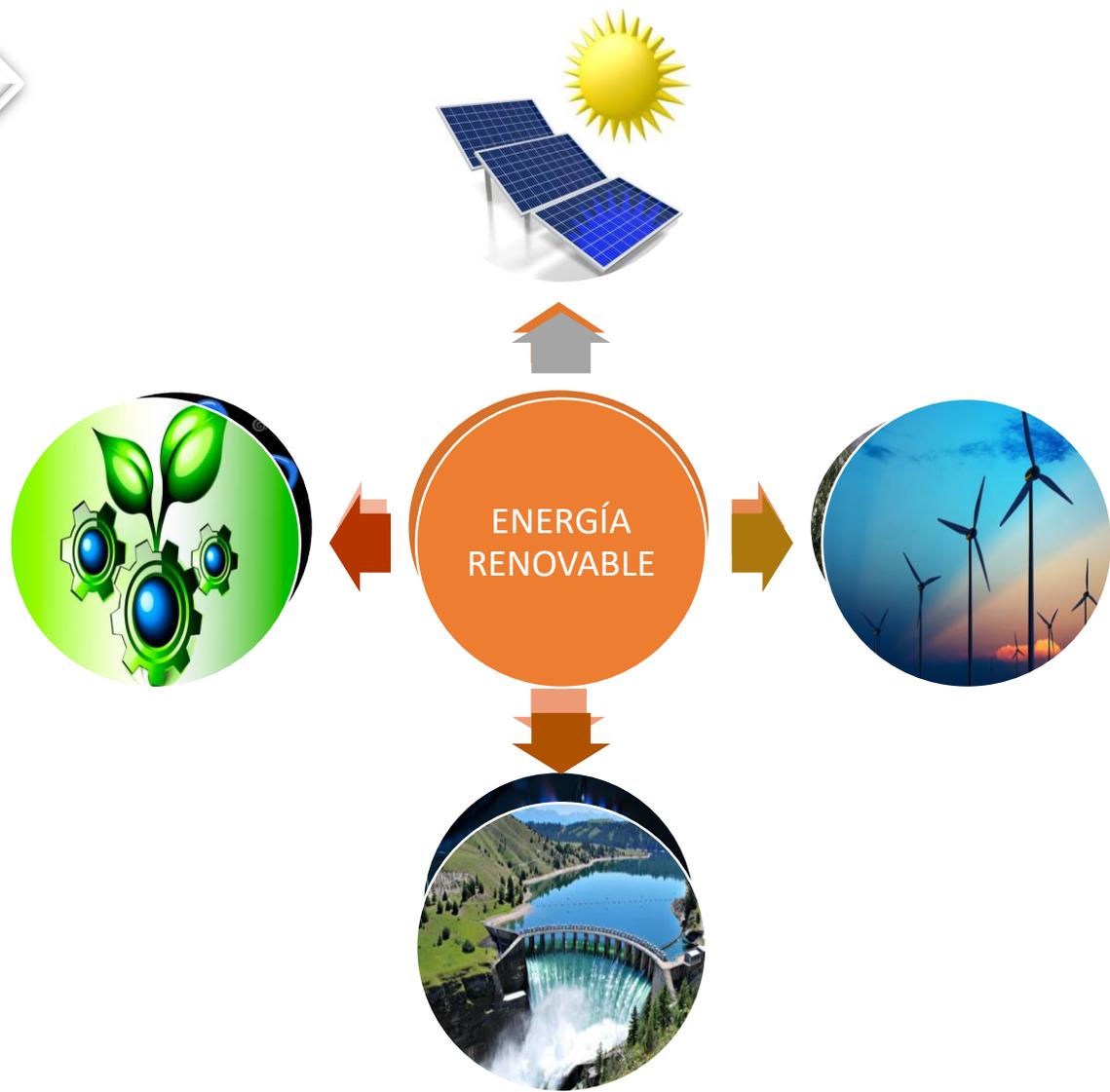


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

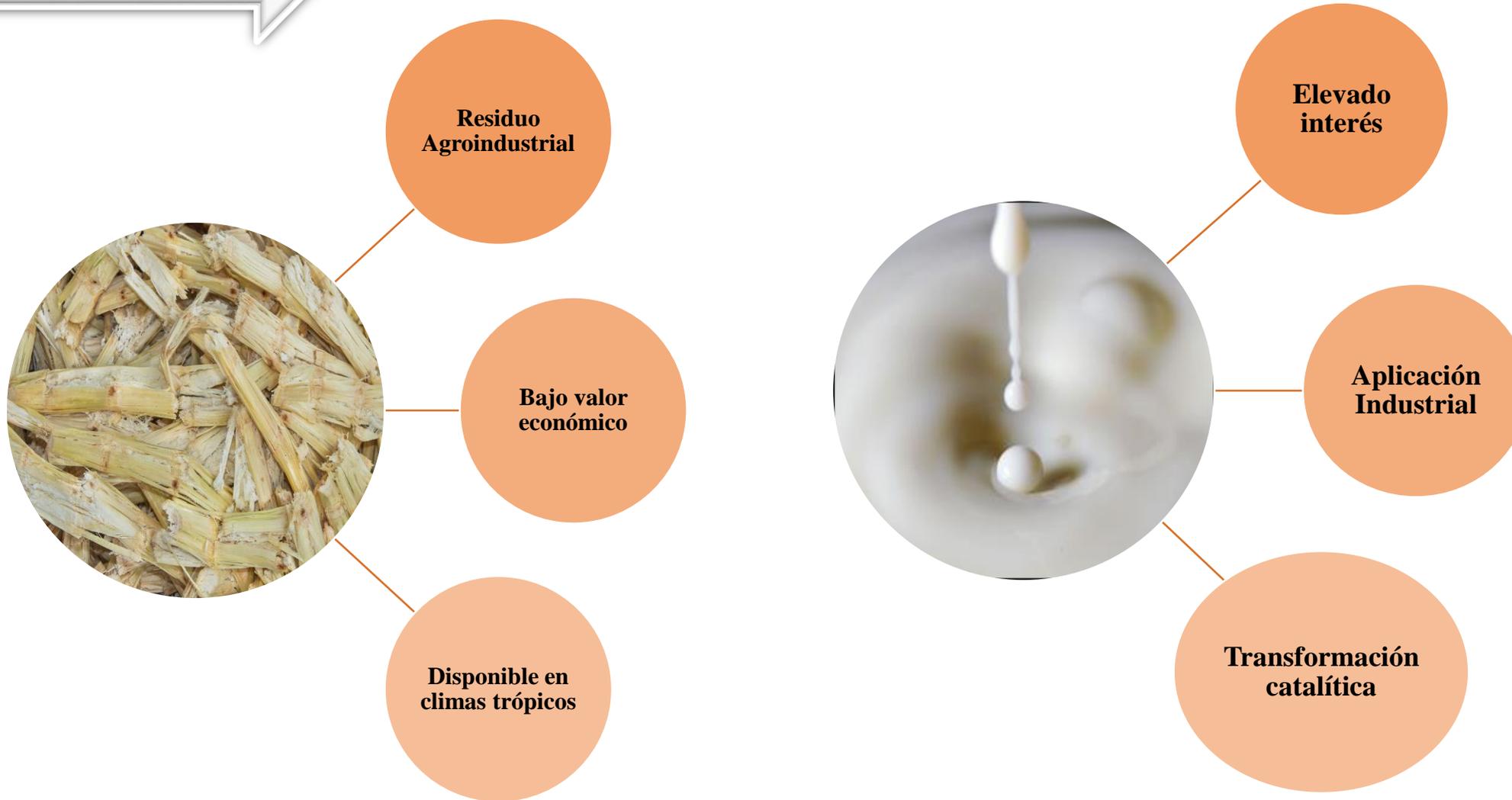
ÍNDICE DE CONTENIDO



INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN



JUSTIFICACIÓN



Aprovechamiento de recursos naturales



Composición interesante del Bagazo de caña de azúcar

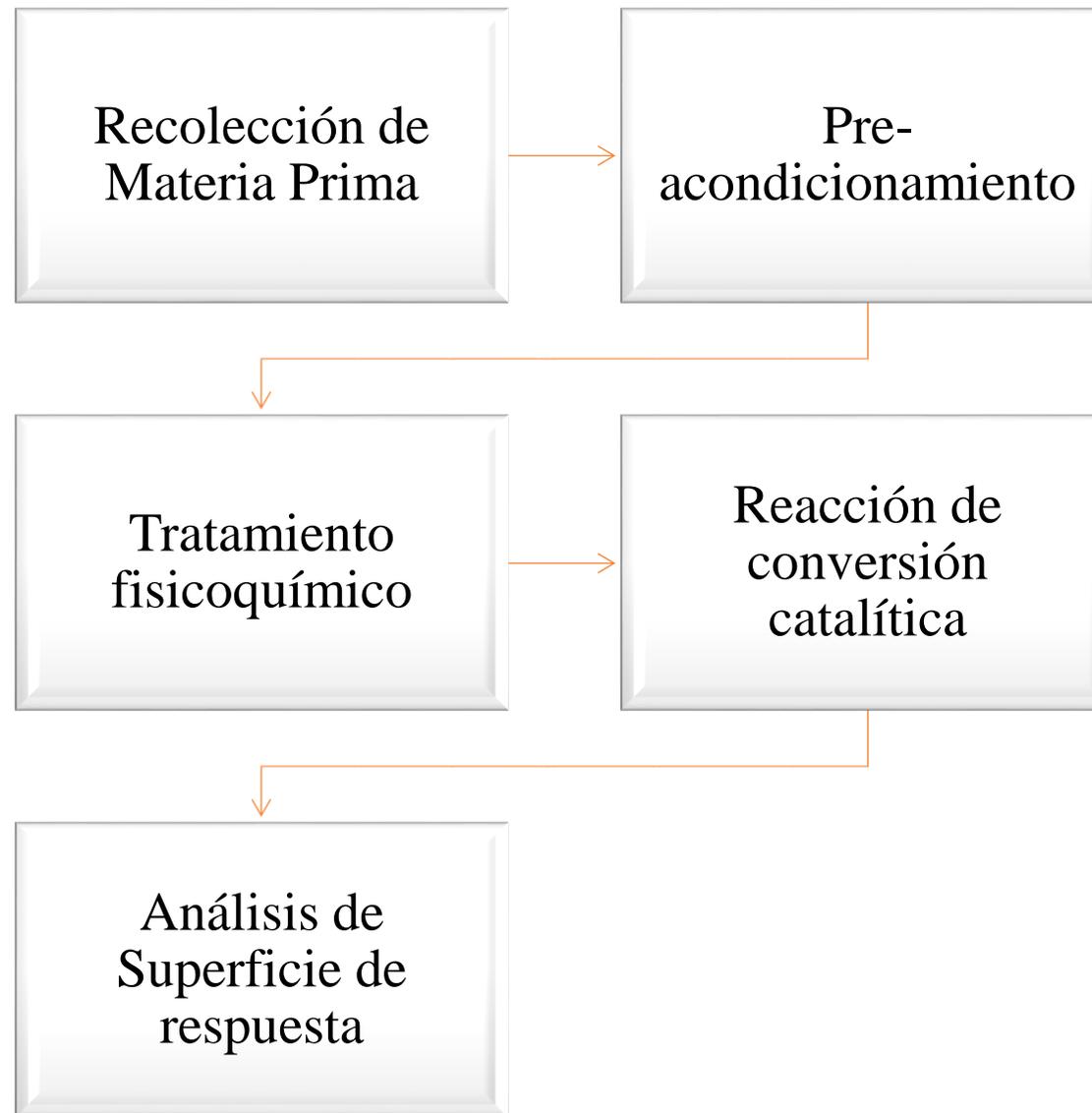


Producción de precursores petroquímicos de alto valor agregado

OBJETIVOS



METODOLOGÍA Y RESULTADOS









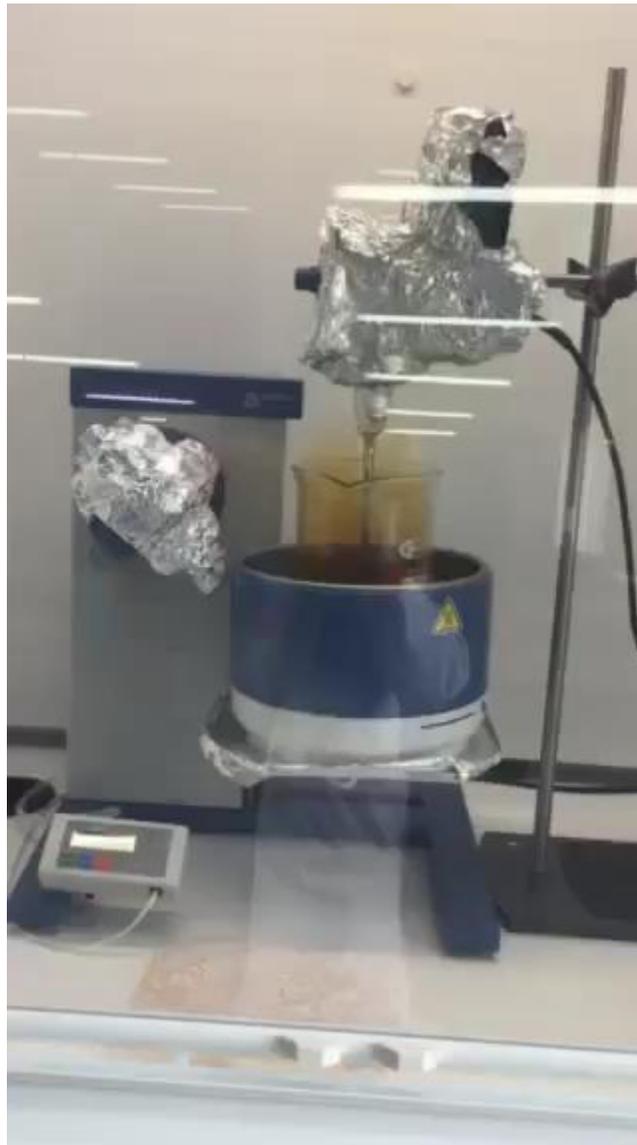
EXTRACCIÓN SOXHLET





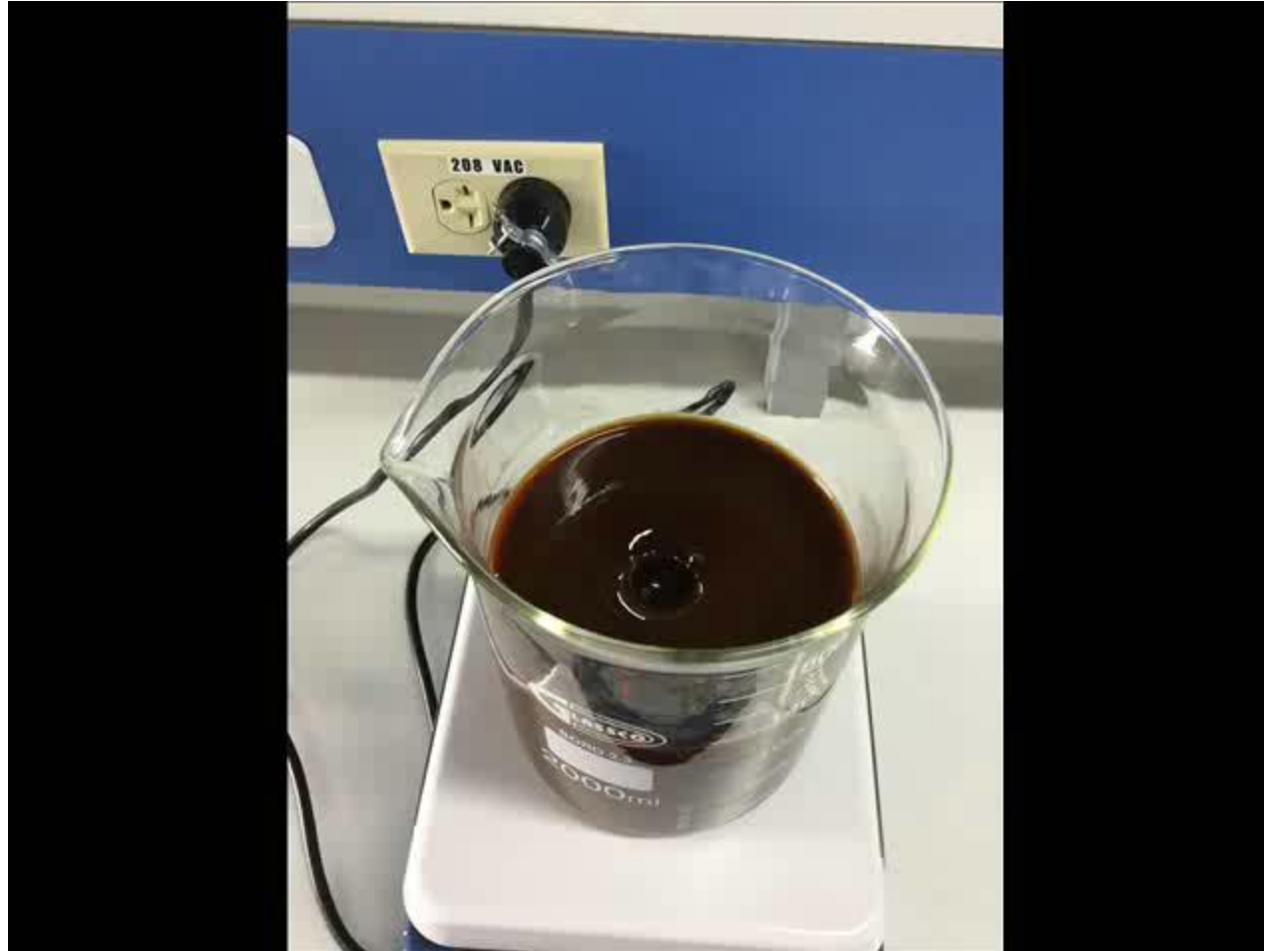


TRATAMIENTO ÁCIDO





TRATAMIENTO BÁSICO





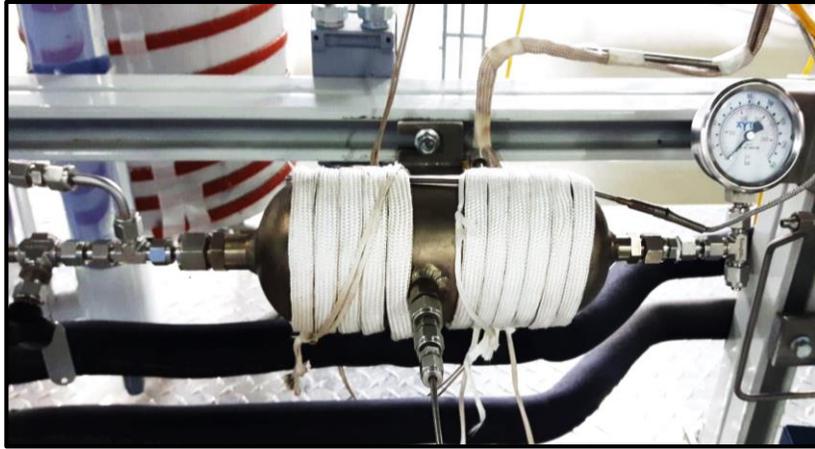
REACCIÓN DE CONVERSIÓN DE CELULOSA A ÁCIDO LÁCTICO

REACCIÓN

BLOQUE	Temperatura de Reacción (°C)	Gramos de $(CF_3SO_3)_3Er$ (g)	Gramos de Celulosa (g)
1	220	0,66	0,66
2	240	0,5	1,32
3	220	0,33	1,32
4	220	0,5	1
5	220	0,5	1
6	220	0,5	1
7	200	0,33	1
8	240	0,33	1
9	200	0,5	0,66
10	200	0,5	1,32
11	200	0,66	1
12	240	0,5	0,66
13	240	0,66	1
14	220	0,33	0,66
15	220	0,66	1,32

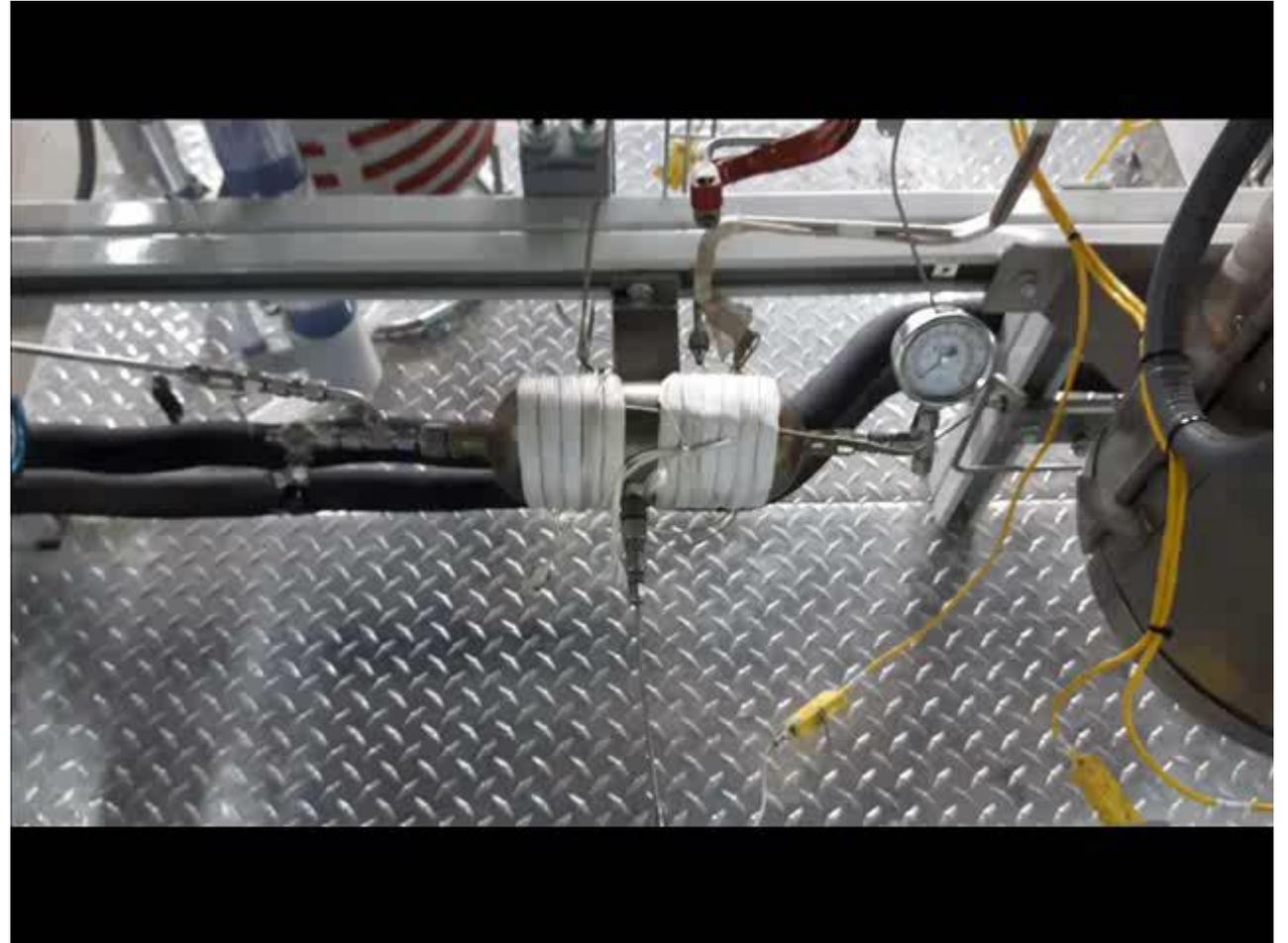
VARIABLES INDEPENDIENTES

	TEMPERATURA	CATALIZADOR	CELULOSA
ALTA (1)	200	0,33	0,66
MEDIA (0)	220	0,5	1,33
BAJA (-1)	240	0,66	2



Operabilidad R-102

Volumen	200 mL
Presión	19,73 bar
Agitación	600 rpm
Tiempo	30 min





RESULTADOS

EXTRACCIÓN DE CELULOSA

Composición % W/W en base seca de muestras de BSC

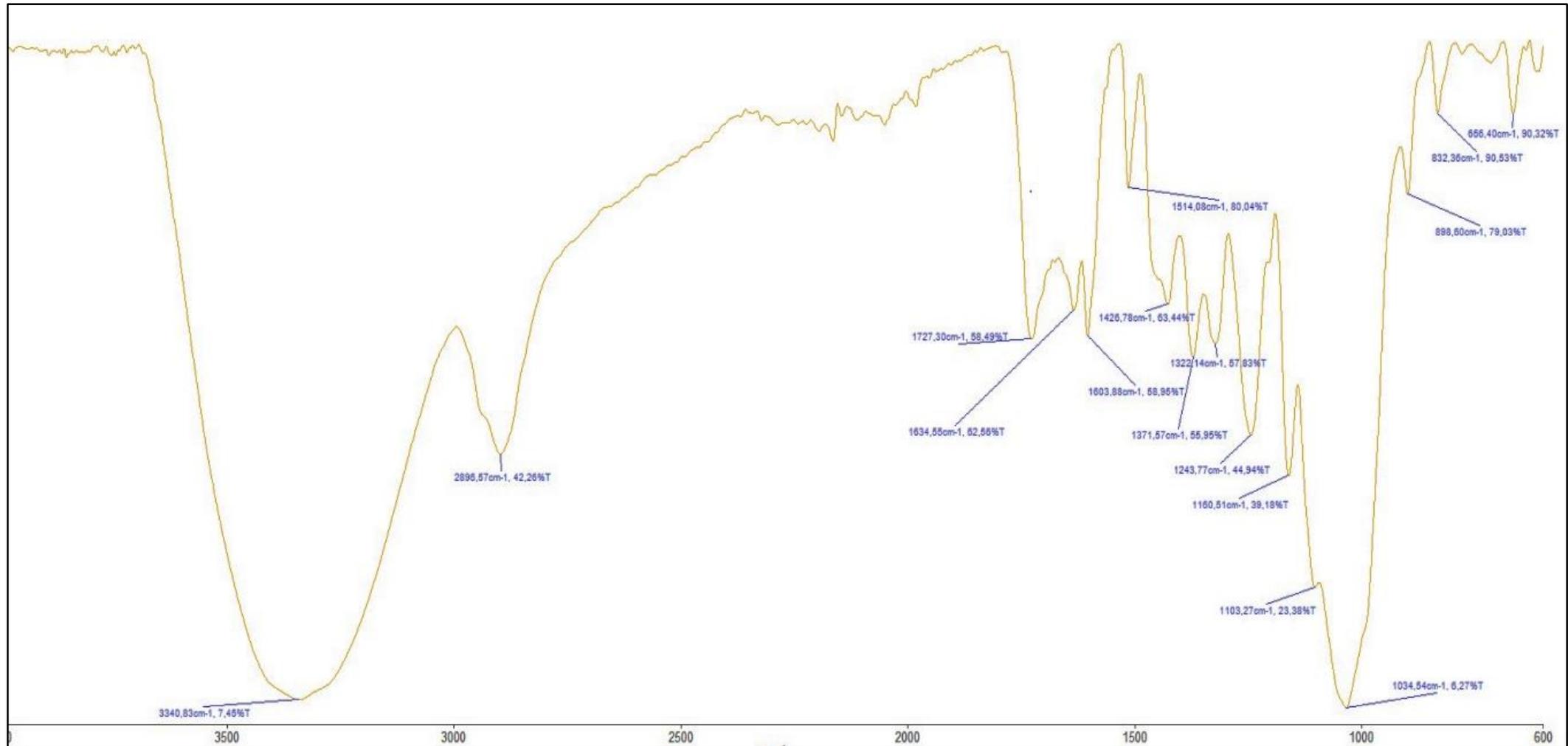
Residuos post extracción	W_0	(g)	%
Pectinas		5,28	13,52
Hemicelulosa	25.48	13,8	35,33
Lignina		6,40	16,39
Celulosa	13.58	13,58	34,77
Total		39,06	100,00

65,2
3

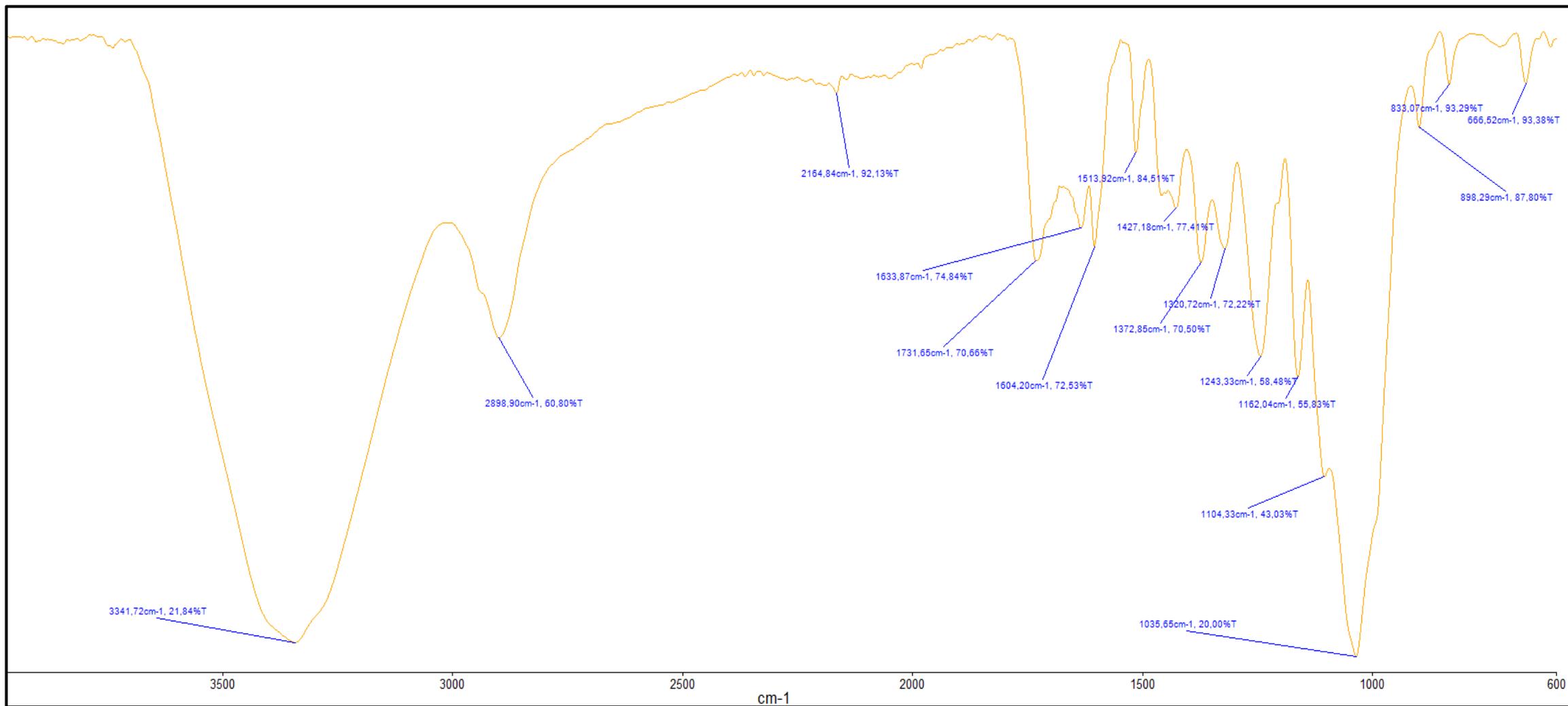
Comparación de Resultados

BCA	<u>Saccharum</u>	Sasaki
	<u>Violaceum</u> %	(2003) %
Pectinas	13,52	13,10
Hemicelulosa	35,33	35,80
Lignina	16,39	16,10
Celulosa	34,77	35,00

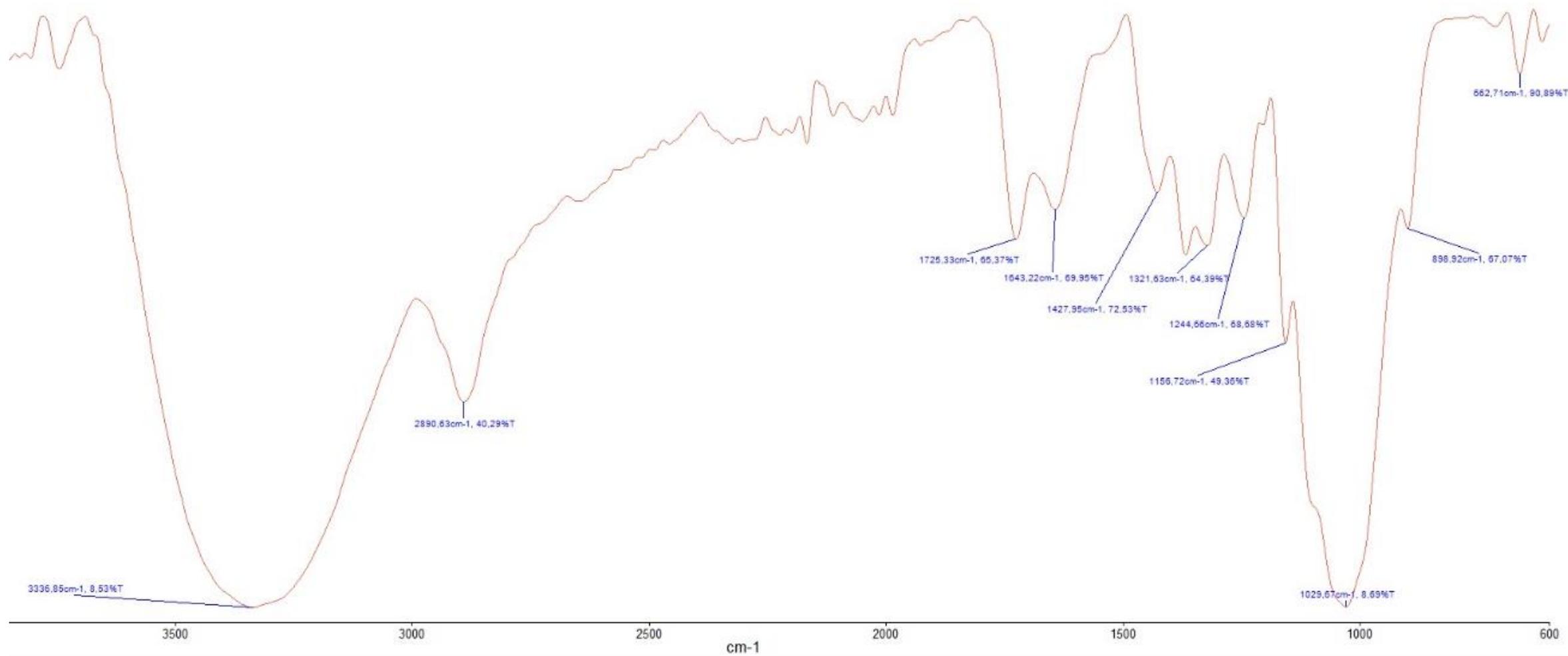
Caracterización de celulosa obtenida por análisis de espectroscopia vibracional FT- IR.



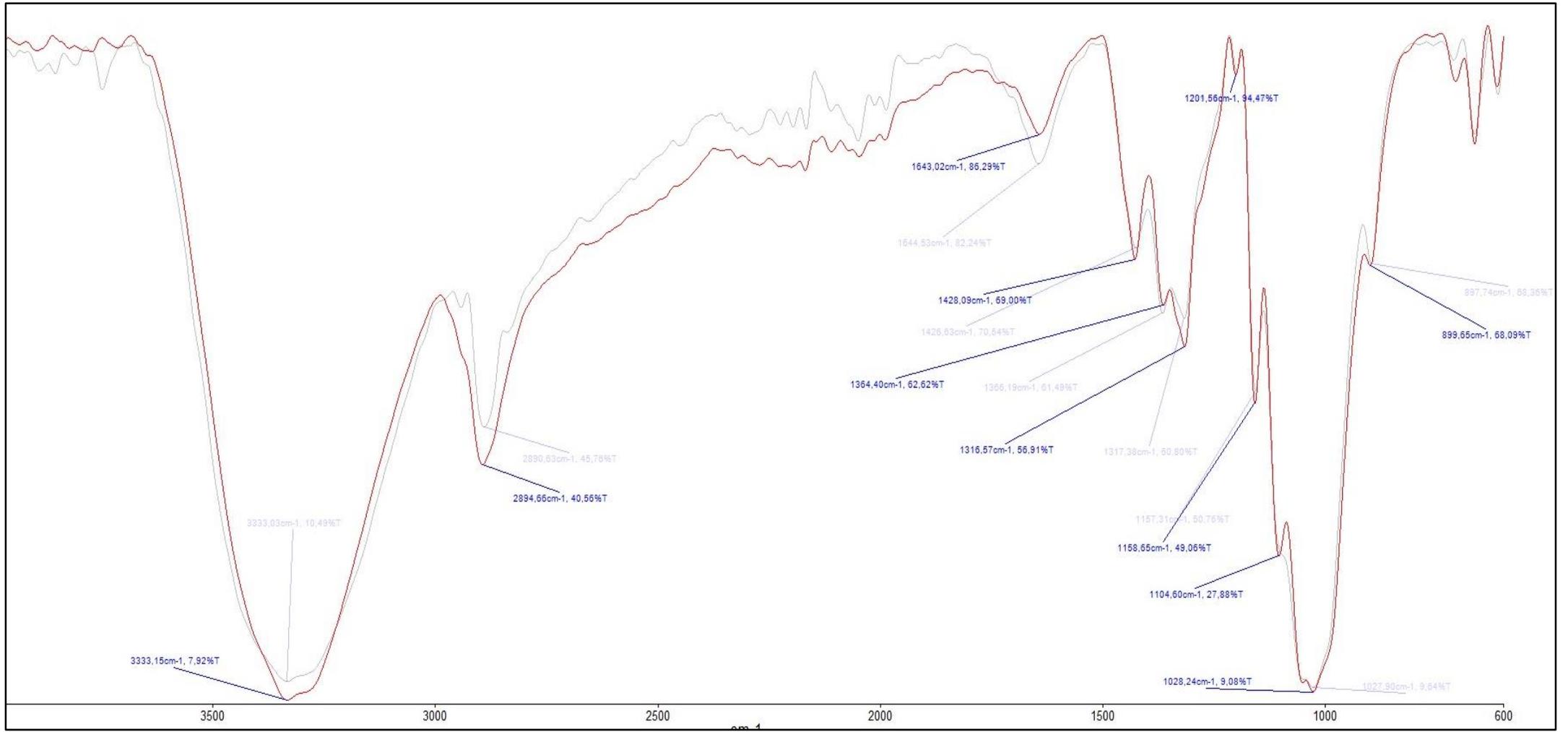
#	Longitud de onda cm-1	Intensidad	Estiramiento
1	3340	Muy Fuerte	<i>O – H</i>
2	2896	Fuerte	<i>C – H</i>
3	1727	Media	<i>C = O</i>
4	1634	Débil	<i>H₂O</i>
5	1603	Medio	Esquelético aromático
6	1514	Débil	Anillos aromáticos
7	1426	Media	<i>CH₂</i>
8	1322	Media	<i>CH₃</i>
9	1034	Muy Fuerte	<i>C – O – C</i>
10	896	Media	β -glucosídicos



Espectro IR post - extracción de soxhlet.



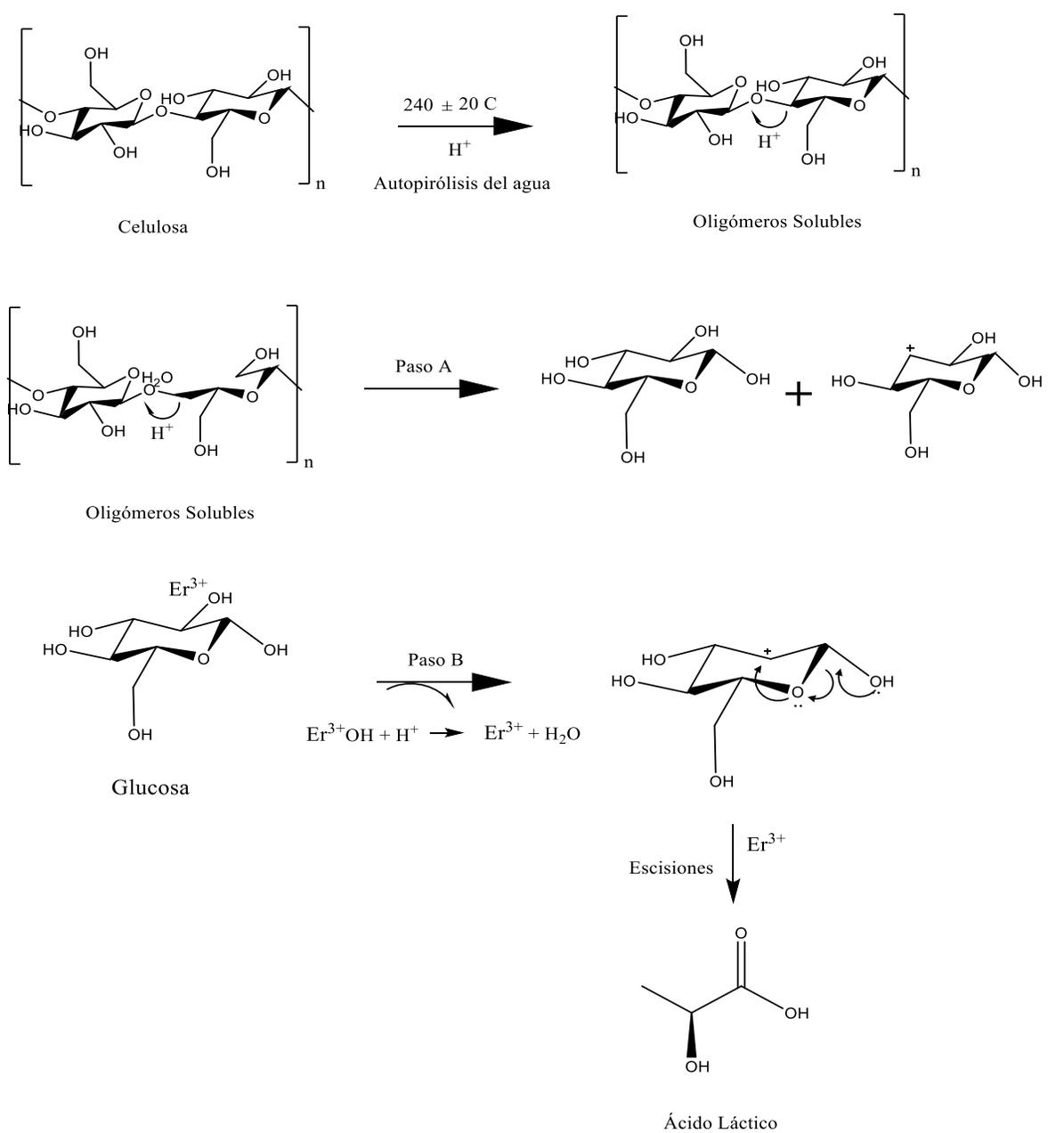
Espectro IR de BCA post – tratamiento ácido



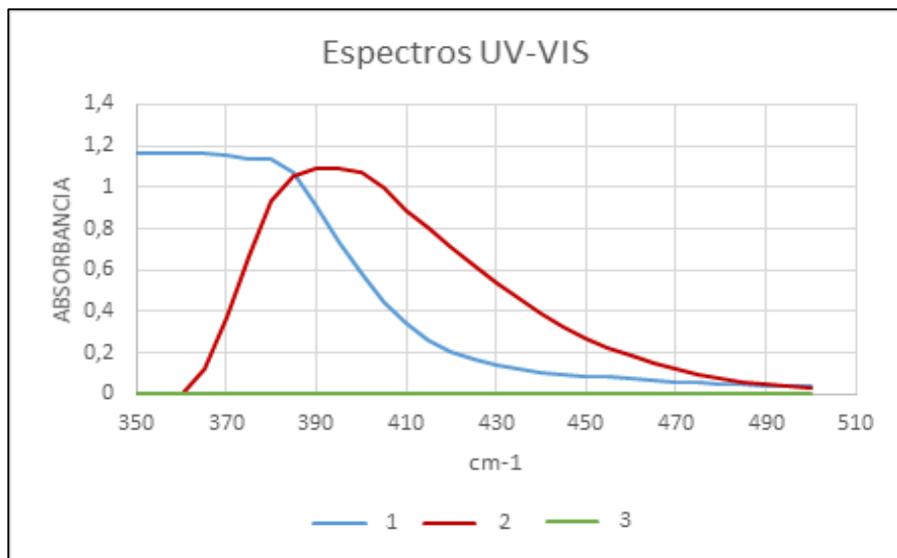
Comparación de espectros

#	Longitud de onda cm-1		Intensidad
	Celulosa 1	Celulosa Sigma - Aldrich	
1	3334	3335	Muy Fuerte
2	2899	2894	Fuerte
3	1641	1644	Débil
4	1428	1427	Media
5	1368	1366	Media
6	1316	1315	Media
7	1201	1202	Débil
8	1158	1105	Fuerte
9	1053	1054	Muy Fuerte
10	1029	1029	Muy Fuerte
11	896	898	Media
12	665	706	Débil

Mecanismo de reacción catalítico de celulosa a ácido láctico.



Cuantificación de ácido láctico mediante espectrofotometría UV-VIS



Espectros UV-VIS: (1) reactivo colorímetro $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, (2) reacción de ácido láctico con cloruro férrico hexahidratado, (3) ácido láctico (88g/L).

#	Absorbancia	[g/L] de Ácido Láctico	Rendimiento %
1	0,406	22,31	67,615
2	0,615	33,90	51,371
3	0,392	21,54	32,631
4	0,453	24,92	49,839
5	0,454	24,98	49,950
6	0,449	24,70	49,395
7	0,245	13,38	26,767
8	0,395	21,70	43,405
9	0,202	11,00	33,328
10	0,278	15,21	23,051
11	0,260	14,22	28,430
12	0,505	27,80	84,254
13	0,699	38,56	77,127
14	0,313	17,15	51,984
15	0,526	28,97	43,891

Optimización de las variables independientes de reacción para la producción de ácido láctico a partir de celulosa de BCA

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:TEMPERATURA	2600,23	1	2600,23	460,63	0,0000
B:CATALIZADOR	486,567	1	486,567	86,19	0,0002
C:CELULOSA	926,41	1	926,41	164,11	0,0001
AA	43,0098	1	43,0098	7,62	0,0398
AB	260,046	1	260,046	46,07	0,0011
AC	129,923	1	129,923	23,02	0,0049
BB	17,0185	1	17,0185	3,01	0,1430
BC	4,49782	1	4,49782	0,8	0,4130
CC	6,81481	1	6,81481	1,21	0,3219
Error total	28,2248	5	5,64496		
Total (corr.)	4526,37	14			

R-cuadrada = 99,3764 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 98,254 porciento

Error estándar del est. = 2,37591

Error absoluto medio = 1,14803

Estadístico Durbin-Watson = 1,74204 (P=0,1217)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,0877679

Análisis de efectos estandarizados

Gráfica de Probabilidad Normal para RENDIMIENTO

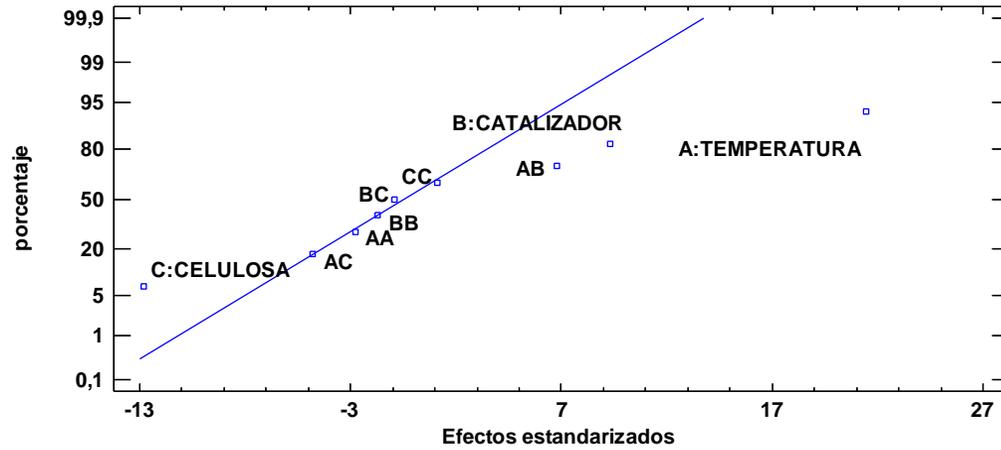


Gráfico de efectos estandarizados

Diagrama de Pareto Estandarizada para RENDIMIENTO

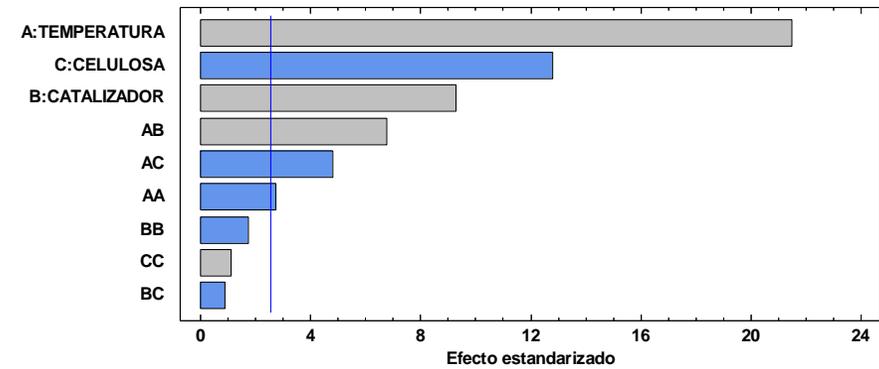
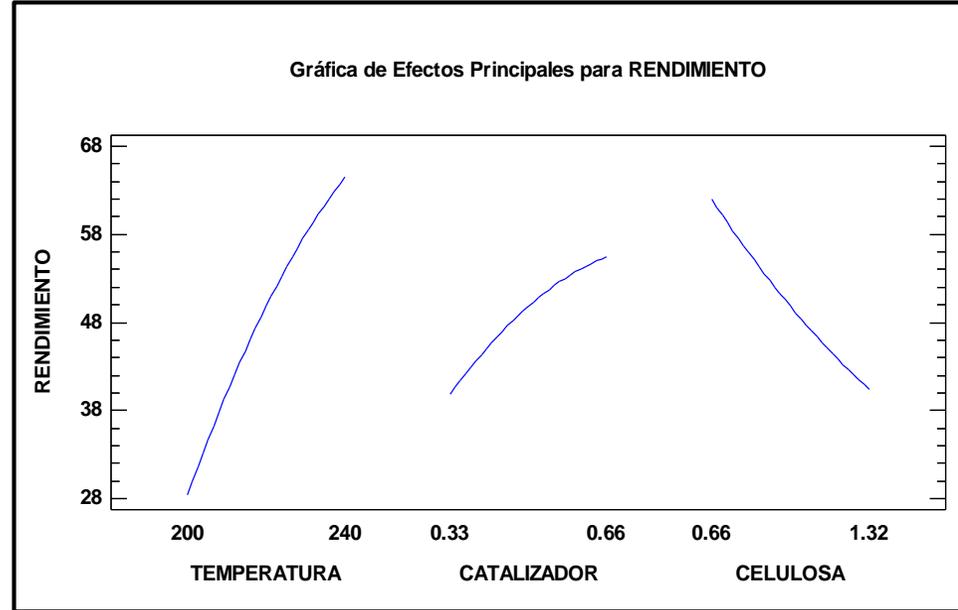
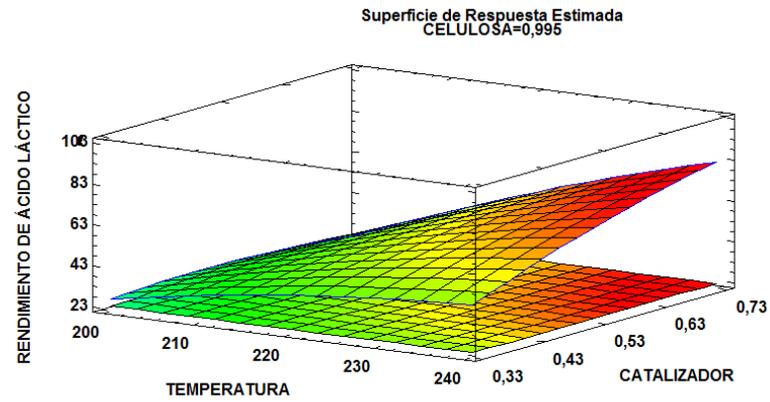


Diagrama de Pareto

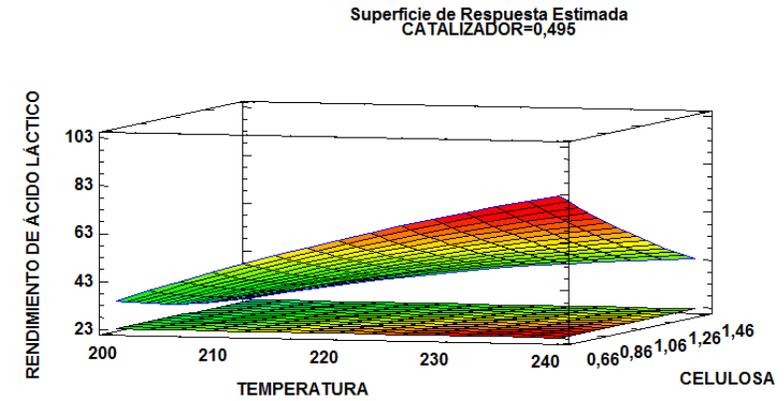


Gráfica de efectos principales para el rendimiento.

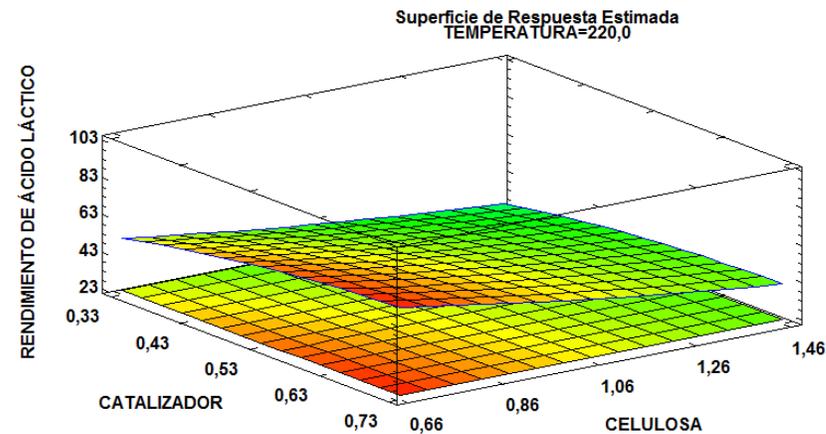
Análisis de la superficie de respuesta



Efecto de la temperatura y masa de catalizador vs rendimiento de A.L.



Efecto de la temperatura y masa de celulosa vs rendimiento de A.L.



Efecto de la masa de celulosa y masa de catalizador vs rendimiento de A.L.



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

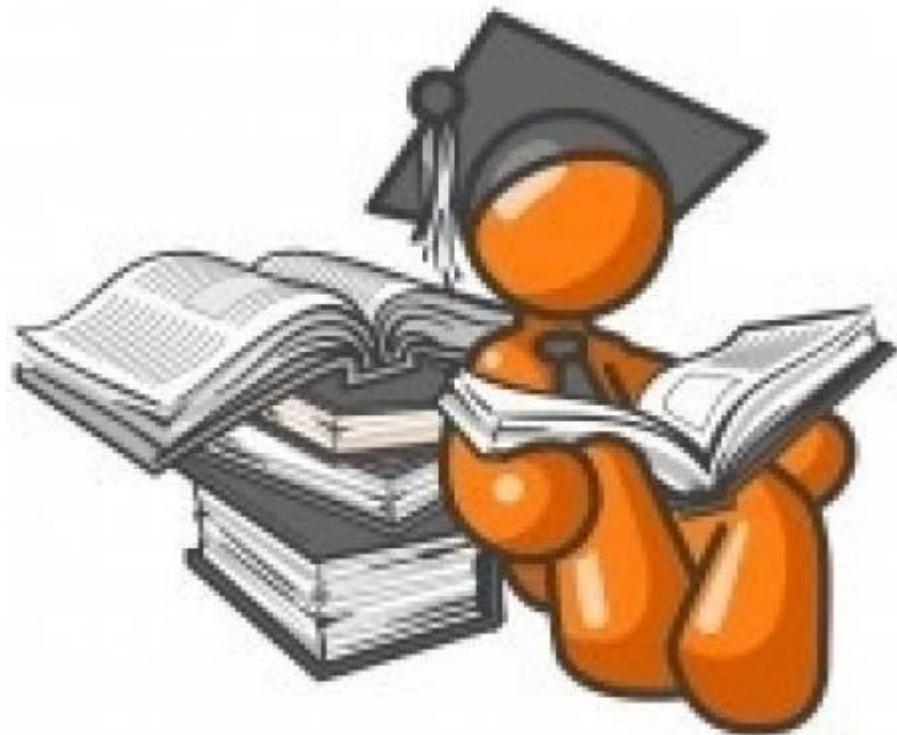
- El bagazo de caña de azúcar es considerado un desecho, producto de las industrias de azúcar y alcohol, constituido principalmente por material lignocelulósico. De acuerdo a esta investigación, el bagazo de caña proveniente del Cantón Pangua según su morfología corresponde al espécimen *Saccharum* *Violaceum* y mediante la metodología de hidrólisis ácida y básica utilizada para escindir los enlaces de los polisacáridos contiene 34.77% de celulosa; este resultado comparado con los reportados en literatura por Sasaki, Adschiri, & Arai, no difieren en más del 1%, considerándolo eficiente para la producción de ácido láctico, debido a que la cantidad de celulosa necesaria para la reacción de conversión corresponde aproximadamente al 3% en 39g de bagazo de caña.

- En el tratamiento ácido se dio la mayor solubilidad del bagazo de caña de azúcar; esto se debe a que la técnica empleada para la sacarificación de la hemicelulosa amorfa del bagazo de caña puede ser fácilmente hidrolizada por ácidos diluidos a temperaturas superiores a los 100 °C. Por otro lado, la celulosa es más resistente a la hidrólisis ácida y exige fuertes condiciones de reacción para su despolimerización, por esa razón se estima que solo una pequeña fracción de la celulosa se encuentra en la fase líquida. Sin embargo a temperaturas que superan la transición de fase, la lignina puede pasar a estado líquido durante el tratamiento ácido, pero se reconstituye en las superficies residuales al enfriar la reacción, y su degradación se da en el tratamiento básico por la influencia que tienen los grupos funcionales como hidroxilo en la reactividad de la lignina, ya que la degradaran la y la liberan de los hidratos de carbono.

- Al evaluar la metodología de los tratamientos ácido – base, mediante espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR), se permite evidenciar los cambios fisicoquímicos que tiene el bagazo de caña después de cada tratamiento. En donde, se determina que las bandas típicas características de la hemicelulosa y lignina no se encuentran en la posición correspondiente a sus vibraciones, evidenciando el espectro típico de la celulosa con los enlaces $O - H$, $C - H$, CH_2 , $C - C$, $C - O - C$ y los enlaces β -glucosídicos a 3334, 2899, 1368, 1316, 1029 y 896 cm^{-1} , que son característicos de la misma.

- En la comparación de los espectros IR de la celulosa obtenida por el método fisicoquímico a partir del bagazo de caña de azúcar y la celulosa microcristalina de 50nm (99.9%) Sigma Aldrich, no se encuentran diferencias significativas, porque los dos espectros presentan vibraciones características típicas en el rango de 4000 a 600 cm^{-1} .
- Mediante el tratamiento hidrotérmico fue posible la conversión de celulosa a ácido láctico, obteniendo un rendimiento de 84.25%, que es superior al rendimiento de ácido láctico obtenido por fermentación reportado por Datta y Henry. Estos resultados se deben al efecto cooperativo que tiene la autohidrólisis del agua a condiciones subcríticas y la coordinación que tienen los iones metálicos de Erblio con los grupos hidroxilo de los oligómeros solubles en la producción de ácido láctico.

- La cuantificación de ácido láctico fue realizada utilizando espectrofotometría UV-Vis, que según Borshchevskaya, la diferencia de los resultados del método, comparado con los resultados de HPLC no excede el 1% de soluciones acuosas de ácido láctico. Por lo tanto, este método es considerado útil y confiable para la cuantificación de ácido láctico mediante ruta catalítica.



GRACIAS